



Circulaire d'information


Sujet : Exigence de navigation requise – Approche (RNP APCH)

Bureau émetteur :	Normes	Numéro de document :	CI 700-023
Numéro de classification du dossier :	Z 5000-34	Numéro d'édition :	01
Numéro du SGDDI :	7875595-V9	Date d'entrée en vigueur :	2013-09-27

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION.....	4
1.1	Objet.....	4
1.2	Applicabilité.....	4
1.3	Description des changements.....	4
1.4	Processus d'approbation.....	5
2.0	RÉFÉRENCES ET EXIGENCES.....	5
2.1	Documents de référence.....	5
2.2	Documents annulés.....	6
2.3	Définitions et abréviations.....	6
3.0	CONTEXTE.....	10
3.1	Approches en exigence de navigation requise – Généralités.....	10
3.2	Système de renforcement à couverture étendue.....	11
3.3	Spécification d'exploitation 100 – Approches aux règles de vol aux instruments – Système de positionnement mondial.....	11
4.0	MINIMUMS D'APPROCHE EN EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE.....	11
4.1	Minimums de navigation latérale.....	11
4.2	Minimums de navigation latérale/verticale.....	12
4.3	Minimums de performance d'alignement de piste avec guidage vertical.....	12
4.4	Minimums de performance d'alignement de piste sans guidage vertical.....	12
4.5	Navigation requise pour les types de minimums d'approche en exigence de navigation requise.....	13
5.0	EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE FAISANT APPEL À LA NAVIGATION VERTICALE.....	13
5.1	Guidage vertical consultatif et approuvé.....	13
6.0	EXIGENCES EN MATIÈRE D'ADMISSIBILITÉ DE L'AÉRONEF.....	14
6.1	Exigences relatives à l'aéronef.....	14
6.2	Maintien de la navigabilité.....	14
7.0	BASE DE DONNÉES DE NAVIGATION.....	15
8.0	PROCÉDURES EN MATIÈRE D'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE.....	16
8.1	Planification des vols.....	16
8.2	Avis aux navigants du système de positionnement mondial.....	16
8.3	Avis aux navigants du système de renforcement à couverture étendue.....	17



8.4	Notation W négative 	17
9.0	EXIGENCES EN MATIÈRE DE CONNAISSANCES ET DE FORMATION	18
10.0	APPROBATION OPÉRATIONNELLE	19
11.0	CONCLUSION	19
12.0	GESTION DE L'INFORMATION	20
13.0	HISTORIQUE DU DOCUMENT	20
14.0	BUREAU RESPONSABLE	21
ANNEXE A — CRITÈRES PROPRES À LA SPÉCIFICATION D'EXPLOITATION 620 PORTANT SUR L'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE (RNP APCH) – AVEC RESTRICTION AUX MINIMUMS LNAV SEULEMENT ET À LA SPÉCIFICATION D'EXPLOITATION 620 PORTANT SUR L'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE (RNP APCH) – AVEC RESTRICTION AUX MINIMUMS LNAV ET LNAV/VNAV SEULEMENT		
1.0	EXIGENCES RELATIVES AUX AÉRONEFS	22
1.1	Surveillance et alerte à bord en matière de performances	22
1.2	Admissibilité de l'équipement	23
1.3	Critères propres à des systèmes de navigation spécifiques	24
1.4	Besoins fonctionnels – écrans de navigation	24
1.5	Besoins fonctionnels – capacités	25
2.0	PROCÉDURES À SUIVRE	26
2.1	Planification prévol	26
2.2	Disponibilité du système de renforcement embarqué (ABAS) (RAIM)	27
2.3	Disponibilité du SBAS et d'autres GNSS renforcés	27
2.4	Avant de commencer la procédure	27
2.5	Pendant la procédure	28
2.6	Procédures d'exploitation générales	29
2.7	Procédures d'urgence	29
3.0	CONNAISSANCES ET FORMATION DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE	30
ANNEXE B – CRITÈRES PROPRES À LA SPÉCIFICATION D'EXPLOITATION 620 PORTANT SUR L'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE (RNP APCH) (SANS RESTRICTION)		
1.0	EXIGENCES RELATIVES AUX AÉRONEFS	32
1.1	Surveillance et alerte à bord en matière de performances	32
1.2	Admissibilité de l'équipement	34
1.3	Critères pour systèmes de navigation particuliers	34
1.4	Exigences fonctionnelles - affichages de navigation	35
1.5	Besoins fonctionnels - capacités	35
2.0	PROCÉDURES À SUIVRE	36
2.1	Planification prévol	36
2.2	Disponibilité du GNSS renforcé	37
2.3	Avant de commencer la procédure	37
2.4	Pendant la procédure	38



2.5	Procédures d'exploitation générales.....	39
2.6	Procédures d'urgence	39
3.0	CONNAISSANCES ET FORMATION DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE.....	39
	ANNEXE C –VNAV BAROMÉTRIQUE (BARO-VNAV)	42
1.0	INTRODUCTION.....	42
1.1	Objet.....	42
2.0	CONTEXTE.....	42
2.1	Approches utilisant l'équipement de VNAV barométrique	43
2.2	Conception de procédure – LNAV par rapport à LNAV/VNAV	43
3.0	EXIGENCES EN MATIÈRE D'ADMISSIBILITÉ DE L'AÉRONEF	45
3.1	Documentation	45
3.2	Système de RNAV barométrique	45
3.3	Précision du système	46
3.4	Fonctions de navigation latérale – définition de trajectoire.....	48
3.5	Contraintes dans le plan vertical	48
3.6	Construction de la trajectoire	48
3.7	Capacité de charger les procédures à partir de la base de données de navigation	48
3.8	Guidage et contrôle.....	48
3.9	Interface utilisateur – Affichages et contrôle	49
3.10	Écart par rapport à la trajectoire et suivi	49
3.11	Altitude barométrique	49
4.0	PROCÉDURES D'EXPLOITATION	50
4.1	Procédures à suivre en général	50
4.2	Calage altimétrique	50
4.3	Effet de la température sur le profil vertical	50
5.0	CONNAISSANCES ET FORMATION DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE	51

1.0 INTRODUCTION

- 1) La présente circulaire d'information (CI) vise à fournir des renseignements et des conseils. Elle décrit un moyen acceptable, parmi d'autres, de démontrer la conformité à la réglementation et aux normes en vigueur. Elle ne peut en elle-même ni modifier, ni créer une exigence réglementaire, ni peut-elle autoriser de changements ou de dérogations aux exigences réglementaires, ni établir de normes minimales.

1.1 Objet

- 1) La présente CI se fonde sur l'orientation que fournit le document 9613, *Performance Based Navigation (PBN) Manual* de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Le respect du contenu de la présente CI assurera la conformité à la spécification de l'OACI concernant les approches RNP jusqu'aux minimums de navigation latérale (LNAV), de navigation latérale / verticale (LNAV/VNAV), de performance d'alignement de piste avec guidage vertical (LPV) et de performance d'alignement de piste sans guidage vertical (LP). L'autorisation que constitue la délivrance de la spécification d'exploitation 620 aux exploitants aériens ou aux exploitants privés canadiens constituera l'approbation opérationnelle pour effectuer des approches aux instruments qualifiées de RNP APCH, sous réserve des exigences applicables du pays dans lequel est effectuée l'approche.

Remarque. *Les exploitants aériens et les exploitants privés qui veulent effectuer des approches RNP qui contiennent une transition par arc jusqu'au repère, doivent également respecter les critères de la spécification d'exploitation 623, qui porte sur les segments de transition par arc jusqu'au repère, et recevoir l'autorisation de cette spécification.*

- 2) La présente CI ne traite ni de l'exigence de navigation requise – approche – autorisation requise (RNP AR APCH), ni des exigences qu'il faut respecter pour obtenir l'autorisation connexe, soit la spécification d'exploitation 621, qui porte sur l'approche en *exigence de navigation requise – autorisation requise (RNP AR ARCH)*.
- 3) Cette autorisation constituera également la base sur laquelle une autorité nationale de l'aviation civile (ANAC) étrangère pourra autoriser, dans son territoire, un exploitant aérien ou privé canadien à effectuer des approches aux instruments qualifiées de RNP APCH.
- 4) Les aéronefs sont certifiés par l'État de leur constructeur. Les exploitants sont approuvés en conformité avec le *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*. La spécification de navigation indique les critères techniques et opérationnels, mais elle ne signifie pas la nécessité d'une nouvelle certification de l'aéronef ou de son équipement.

1.2 Applicabilité

- 1) La présente CI s'applique aux exploitants aériens canadiens titulaires d'un certificat d'exploitation aérienne délivré en vertu de la partie VII du RAC ou aux exploitants privés titulaires d'un certificat d'exploitation privée délivré en vertu de la sous-partie 604 du RAC qui veulent effectuer des approches aux instruments nécessitant une exigence de navigation RNP APCH. Tout au long de la présente CI, de telles personnes seront généralement appelées « l'exploitant ».
- 2) Le présent document s'applique également à tous les employés de Transports Canada, Aviation civile (TCAC) ainsi qu'aux particuliers et aux organismes qui font usage des avantages qui leur sont accordés en vertu d'une Délégation de pouvoirs ministériels externe. Le contenu du présent document est également accessible, à titre d'information, à toute personne de l'industrie aéronautique.

1.3 Description des changements

- 1) Sans objet.

1.4 Processus d'approbation

- 1) Les étapes suivantes doivent être accomplies avant l'exécution d'opérations RNP APCH :
 - a) l'admissibilité de l'équipement de bord doit être déterminée et documentée, et il doit être acceptable par TCAC;
 - b) les procédures propres aux systèmes de navigation à utiliser et le processus de la base de données de navigation de l'exploitant doivent être documentés dans le manuel d'exploitation de la compagnie (MEC);
 - c) le programme de formation de l'exploitant doit être modifié pour y ajouter les exigences de formation de la présente CI;
 - d) l'approbation opérationnelle doit être obtenue conformément au RAC.
- 2) Les exploitants peuvent être restreints dans le type d'approche RNP qu'ils peuvent effectuer. Dans un tel cas, la spécification d'exploitation 620 indiquerait la restriction comme « restriction aux minimums LNAV seulement », « restriction aux minimums LNAV et LNAV/VNAV seulement » ou « restriction aux minimums LP et LPV seulement ». La restriction se fonderait sur les capacités de l'équipement de l'exploitant.

2.0 RÉFÉRENCES ET EXIGENCES

2.1 Documents de référence

- 1) Les documents de référence suivants sont destinés à être utilisés conjointement avec le présent document :
 - a) Partie V du *Règlement de l'aviation canadien (RAC) – Navigabilité*;
 - b) Partie VI, sous-partie IV du RAC – *Transport de passagers par un exploitant privé*;
 - c) Partie VII, sous-partie II du RAC – *Opérations de travail aérien*;
 - d) Partie VII, sous-partie III du RAC – *Exploitation d'un taxi aérien*;
 - e) Partie VII, sous-partie IV du RAC – *Exploitation d'un service aérien de navette*;
 - f) Partie VII, sous-partie V du RAC – *Exploitation d'une entreprise de transport aérien*;
 - g) Norme 722 des *Normes de service aérien commercial (NSAC) – Travaux aériens*;
 - h) Norme 723 des NSAC – *Exploitation d'un taxi aérien*;
 - i) Norme 724 des NSAC – *Exploitation d'un service aérien de navette*;
 - j) Norme 725 des NSAC – *Exploitation d'une entreprise de transport aérien*;
 - k) Spécification d'exploitation 623 – *Radius to Fix (RF) Path Terminator* (fin de trajectoire sous forme d'arc jusqu'au repère);
 - l) Spécification d'exploitation 620 – *Exigence de navigation requise – approche (RNP APCH)*;
 - m) Circulaire d'information 700-027 – *Fin de trajectoire sous forme d'arc jusqu'au repère*;
 - n) Publication de Transports Canada (TP) 14371 – *Manuel d'information aéronautique*;
 - o) TP 308 – *Critères de construction des procédures aux instruments*;
 - p) Circulaire d'information de la Federal Aviation Administration (CI de la FAA) 90-105 – *Approval Guidance for RNP Operations and Barometric Vertical Navigation in the U.S. National Airspace System*;

- q) CI de la FAA 90-107 – Guidance for Localizer Performance With Vertical Guidance and Localizer Performance Without Vertical Guidance Approach Operations in the U.S. National Airspace System;
- r) Doc. 9613 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) – *Performance Based Navigation (PBN) Manual*, Volume II Part C Implementing RNP APCH;
- s) Doc. 7030 de l'OACI – *Procédures complémentaires régionales*.

2.2 Documents annulés

- 1) Sans objet.
- 2) Par défaut, il est entendu que la publication d'une nouvelle édition d'un document annule automatiquement toutes éditions antérieures de ce même document.

2.3 Définitions et abréviations

- 1) Les **définitions** suivantes s'appliquent aux fins du présent document :
 - a) **Aide barométrique** : Méthode permettant d'améliorer le calcul de l'intégrité du GPS dans le RAIM en utilisant une source de données d'altitude-pression. L'aide barométrique nécessite quatre satellites et un altimètre barométrique pour détecter une anomalie d'intégrité (le calage altimétrique en vigueur peut devoir être saisi dans le récepteur comme décrit dans le manuel d'utilisation). L'aide barométrique satisfait à l'exigence RAIM au lieu d'un cinquième satellite.
 - b) **Altitude de décision** : Dans une approche avec guidage vertical approuvé, l'altitude de décision (DA) est une altitude précise exprimée en pieds au-dessus du niveau moyen de la mer (MSL) où il faut effectuer une approche interrompue si les références visuelles requises pour poursuivre l'approche n'ont pas été établies.
 - c) **Approche avec guidage vertical** : Procédure d'approche aux instruments qui utilise les guidages latéral et vertical, mais qui ne répond pas aux spécifications établies pour les approches de précision.
 - d) **Circulaire d'information** : Document illustrant un moyen parmi d'autres permettant de montrer que la réglementation et les normes sont bien respectées.
 - e) **Contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur** : Forme d'ABAS où le processeur d'un récepteur GNSS établit l'intégrité des signaux de navigation GNSS uniquement à l'aide des signaux GPS ou des signaux GPS renforcés par l'altitude (aide barométrique). Cette opération est réalisée grâce à une vérification de l'uniformité parmi les mesures de pseudo-distances redondantes. Pour que le récepteur puisse assurer la fonction RAIM, il faut la présence d'au moins un satellite additionnel positionné correctement par rapport au nombre requis pour qu'il puisse y avoir estimation de la position.
 - f) **Détection et exclusion des défaillances** : Algorithme du RAIM qui peut automatiquement détecter un satellite défectueux et l'exclure du calcul de position lorsque les mesures de six satellites ou plus sont accessibles. Les systèmes de renforcement à couverture étendue (WAAS) utilisent la détection et l'exclusion des défaillances pour assurer l'intégrité lorsqu'un signal WAAS n'est pas accessible et ainsi permettre un fonctionnement continu en route et durant l'approche.
 - g) **Erreur totale du système** : Différence entre la position réelle et la position souhaitée. Cette erreur est égale à la somme des vecteurs de l'erreur de définition de trajectoire (PDE), de l'erreur technique de vol (FTE) et de l'erreur du système de navigation (NSE).
 - i) Erreur technique de vol (FTE) : Précision avec laquelle la trajectoire d'un aéronef est maîtrisée, telle qu'elle est mesurée en fonction de la position indiquée de

l'aéronef par rapport à la commande indiquée ou la position souhaitée. Elle ne comprend pas les erreurs « de manipulation ».

- ii) Erreur du système de navigation (NSE) : Différence entre la position réelle et la position estimée.
 - iii) Erreur de définition de trajectoire (PDE) : Différence entre la trajectoire définie et la trajectoire souhaitée à un endroit et à un moment donnés.
- h) **Exigence de navigation requise – approche** : RNP APCH est une navigation de spécification fondée sur la navigation de surface qui prévoit l'obligation de surveillance et d'alerte à bord en ce qui concerne les performances afin d'aviser le pilote lorsque la RNP de la phase d'approche du vol n'est pas respectée. RNP APCH ne comprend pas les approches classifiées comme RNP – autorisation requise (RNP AR).
- i) **Fin de trajectoire sous forme d'arc jusqu'au repère** : Trajectoire incurvée à rayon fixe prévue dans une procédure terminale et d'approche devant être suivie lorsqu'une trajectoire au sol précise qui soit reproductible et prévisible est nécessaire.
- j) **Fournisseur de services de navigation aérienne**. Entité indépendante créée pour exploiter et gérer des services de navigation aérienne, qui est habilitée à gérer et à utiliser les recettes qu'elle produit pour couvrir ses coûts. Au Canada, cette fonction est normalement assurée par NAV CANADA.
- k) **Guidage vertical approuvé** : Guidage produit par un moyen certifié en cas d'écart par rapport à la trajectoire verticale pour les procédures d'approches publiées. Le guidage contient une trajectoire de descente (p. ex., des approches jusqu'aux minimums LNAV/VNAV, LPV ou ILS).
- l) **Guidage vertical consultatif** : Guidage produit par n'importe quel moyen en cas d'écart par rapport à la trajectoire verticale. Il s'agit seulement d'une aide offerte par certains constructeurs pour aider les pilotes à respecter les restrictions d'altitude. Le guidage vertical consultatif est une capacité optionnelle mise en place à la discrétion du constructeur, pas une exigence de l'équipement de navigation et de positionnement.
- Remarque : Il incombe au membre d'équipage de conduite d'utiliser l'altimètre barométrique pour s'assurer de respecter les restrictions d'altitude, notamment durant l'approche. Le guidage vertical consultatif n'est pas un guidage vertical approuvé comme celui qu'on trouve dans les approches jusqu'aux minimums de navigation latérale LNAV/VNAV, de LPV ou de système d'atterrissage aux instruments (ILS).*
- m) **Intégrité** : Mesure de la confiance qui peut être accordée à l'exactitude des renseignements fournis par le système total. L'intégrité comprend la capacité d'un système de fournir des avertissements pertinents au moment opportun à l'utilisateur (alertes).
- n) **Navigation de surface** : Système de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture d'aides à la navigation basées sur terre ou dans l'espace, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou grâce à une combinaison de ces deux moyens. La navigation de surface englobe la navigation fondée sur les performances ainsi que d'autres opérations qui ne répondent pas à la définition de la navigation fondée sur les performances.
- i) **Système d'exigence de navigation requise** : Système de navigation de surface qui prévoit la surveillance et l'alerte à bord en ce qui concerne les performances et qui est désigné par le préfixe RNP (p. ex., RNP 4, RNP APCH).
 - ii) **Système de navigation de surface** : Système de navigation de surface qui ne prévoit pas d'obligation de surveillance et d'alerte en ce qui concerne les performances et qui est désigné par le préfixe RNAV (p. ex., RNAV 5, RNAV 1).

- o) **Navigation fondée sur les performances** : Navigation fondée sur des exigences de performances applicables à des aéronefs suivant une route d'un service de la circulation aérienne (ATS), effectuant une procédure d'approche aux instruments ou évoluant dans un espace aérien désigné.
- Remarque* : Les exigences de performances sont exprimées dans des spécifications de navigation (spécification RNAV, spécification RNP) sous forme de conditions de précision, d'intégrité, de continuité, de disponibilité et de fonctionnalité à respecter pour le vol envisagé dans le cadre d'un concept particulier d'espace aérien.
- p) **Navigation latérale** : Fonction RNAV qui calcule, affiche et assure une navigation d'approche horizontale sans guidage vertical approuvé.
- q) **Navigation latérale/navigation verticale** : APV utilisant un bloc de données de segment d'approche finale (FAS) qui calcule, affiche et assure une navigation d'approche horizontale et approuvée. Le guidage vertical WAAS et la VNAV barométrique soutiennent tous les deux les approches jusqu'aux minimums LNAV/VNAV.
- r) **Navigation verticale barométrique (VNAV barométrique)** : Caractéristique de certains systèmes RNAV qui présente au pilote un guidage vertical calculé par référence à un angle de trajectoire verticale spécifié. Le guidage vertical est déterminé par ordinateur en fonction de l'altitude barométrique et il est spécifié sous forme de trajectoire entre deux points de cheminement ou sous forme d'angle fondé sur un seul point de cheminement. Selon le type d'approche, ce genre de navigation peut générer un guidage vertical consultatif ou approuvé.
- s) **Performance d'alignement de piste avec guidage vertical (LPV)** : APV nécessitant le WAAS et utilisant un bloc de données de FAS qui calcule, affiche et assure une navigation d'approche horizontale et approuvée à des minimums aussi bas qu'un plafond de 200 pieds et une visibilité d'un demi-mille.
- t) **Performance d'alignement de piste sans guidage vertical (LP)** : Approche de non-précision nécessitant le WAAS et utilisant un bloc de données de FAS qui calcule, affiche et assure une navigation d'approche horizontale en utilisant la précision et l'intégrité horizontale de la LPV sans le guidage vertical approuvé. Les minimums LP sont fournis aux endroits où des questions empêchent l'utilisation du guidage vertical LPV et créent un plus grand risque d'atteindre le minimum le plus bas de ces endroits.
- u) **Services de la navigation aérienne** : Ce terme comprend la gestion du trafic aérien (ATM), les systèmes de communications, de navigation et de surveillance (CNS), les services météorologiques (MET) pour la navigation aérienne, les services de recherche et de sauvetage (SAR) et les services d'information aéronautique (AIS). Ces services sont assurés au trafic aérien pendant toutes les phases de l'exploitation (approche, contrôle terminal et en route).
- v) **Spécification de navigation** : Ensemble d'exigences nécessaires à la mise en œuvre et à l'appui d'un processus de navigation fondée sur les performances à l'intérieur d'un espace aérien défini.
- w) **Système de positionnement mondial** : Le système de positionnement mondial (GNSS) des États-Unis est un système de radionavigation par satellite qui fait appel à des mesures de distance précises pour déterminer la position, la vitesse et l'heure n'importe où dans le monde. Le GPS est constitué de trois éléments distincts, à savoir l'élément spatial, l'élément de contrôle et l'élément utilisateur. L'élément spatial du GPS se compose essentiellement d'au moins 24 satellites situés dans 6 plans orbitaux. L'élément de contrôle est constitué de 5 stations de surveillance, de 3 antennes au sol et d'une station principale de contrôle. Quant à l'élément utilisateur, il est formé d'antennes et de

récepteurs qui permettent à l'utilisateur de connaître sa position et sa vitesse ainsi que l'heure précise.

- x) **Système de renforcement embarqué** : Système qui renforce l'information provenant des autres éléments du système mondial de navigation par satellite (GNSS) par les données disponibles à bord de l'aéronef et/ou qui l'intègre à ces données. La forme la plus courante du système de renforcement embarqué (ABAS) est le contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur (RAIM).
 - y) **Système de renforcement satellitaire** : Système de renforcement à couverture étendue dans lequel l'utilisateur reçoit l'information de renforcement directement d'un émetteur basé sur un satellite géostationnaire. Le SBAS complète la constellation de satellites GPS principale en améliorant la précision, l'intégrité, la continuité et l'accessibilité dans une région de service. Le SBAS des États-Unis qui fonctionne avec le GPS est le WAAS.
 - z) **Système mondial de navigation par satellite** : Expression générale dont se sert l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) pour désigner tout système mondial permettant de déterminer la position, la vitesse et l'heure; on y trouve une ou plusieurs grandes constellations de satellites comme le GPS et le système mondial de satellites de navigation (GLONASS), les récepteurs d'aéronef et plusieurs systèmes de surveillance de l'intégrité, y compris les systèmes de renforcement embarqués (ABAS), les systèmes de renforcement satellitaires (SBAS), comme les WAAS, et les systèmes de renforcement au sol (GBAS), comme les systèmes de renforcement à couverture locale (LAAS).
 - aa) **Technical Standard Order** : Norme de rendement minimal applicable à des matériaux, des pièces et des appareillages utilisés à bord d'aéronefs civils.
 - ab) **World Geodetic System 1984 (WGS 84)** : Définition du plus récent système de référence géodésique mondial élaboré le département de la Défense des États-Unis (World Geodetic System).
- 2) Les **abréviations** suivantes sont utilisées dans le présent document :
- a) **ABAS** : système de renforcement embarqué;
 - b) **APV** : approche avec guidage vertical;
 - c) **CI** : circulaire d'information;
 - d) **CRC** : contrôle de redondance cyclique;
 - e) **DA** : altitude de décision;
 - f) **FAS** : Segment d'approche finale;
 - g) **FDE** : détection et exclusion des défaillances;
 - h) **FSNA** : fournisseur de services de navigation aérienne;
 - i) **FTE** : erreur technique de vol;
 - j) **GNSS** : système mondial de navigation par satellite;
 - k) **GPS** : système de positionnement mondial;
 - l) **LNAV** : navigation latérale;
 - m) **LNAV/VNAV** : navigation latérale/navigation verticale;
 - n) **LP** : performance d'alignement de piste sans guidage vertical;
 - o) **LPV** : performance d'alignement de piste avec guidage vertical;

- p) **NPA** : approche de non-précision;
- q) **NSE** : erreur du système de navigation;
- r) **OCS** : surface de franchissement d'obstacles;
- s) **PBN** : navigation fondée sur les performances;
- t) **PDE** : erreur de définition de trajectoire;
- u) **RAIM** : contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur;
- v) **RF** : arc jusqu'au repère;
- w) **RNAV** : navigation de surface;
- x) **RNP APCH** : exigence de navigation requise – approche;
- y) **RNP** : exigence de navigation requise;
- z) **ROC** : marge de franchissement d'obstacles requise;
- aa) **SBAS** : système de renforcement satellitaire;
- ab) **TCAC** : Transports Canada, Aviation civile;
- ac) **TSE** : erreur totale du système;
- ad) **TSO** : Technical Standard Order;
- ae) **VPA** : angle de trajectoire verticale;
- af) **WAAS** : système de renforcement à couverture étendue;
- ag) **WGS 48** : World Geodetic System 1984.

3.0 CONTEXTE

- 1) Le contenu de la présente Circulaire d'information (CI) a été élaboré à partir du document 9613 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), *Performance Based Navigation (PBN) Manual*, Volume II Part C Implementing RNP APCH ainsi que le TP 308 – *Critères de construction des procédures aux instruments*. Des renseignements additionnels se trouvent dans le TP 14371 – *Manuel d'information aéronautique*.
- 2) La présente CI ne fixe pas toutes les exigences qui peuvent être prévues pour une RNP APCH. Certaines de ces exigences sont établies dans d'autres documents, comme la Publication de Transports Canada (TP) 308 – *Critères de construction des procédures aux instruments*. Bien que l'approbation opérationnelle soit normalement liée aux exigences liées au matériel, aux procédures et à la formation, les exploitants doivent examiner d'autres exigences réglementaires avant de suivre des procédures en exigence de navigation requise – approche (RNP APCH).

3.1 Approches en exigence de navigation requise – Généralités

- 1) Les opérations RNP APCH :
 - a) reposent sur le système mondial de navigation par satellite (GNSS);
 - b) comprennent les procédures d'approche en navigation de surface RNAV (GNSS) et RNAV système de positionnement mondial (GPS) existantes;
 - c) se fient à un respect en bonne et due forme des exigences en matière de profils de descente et d'altitudes;
 - d) utilisent les coordonnées du World Geodetic System 1984 (WGS 84) pour élaborer des procédures;

- e) respectent les exigences de l'Annexe 15 de la Convention relative à l'aviation civile internationale en ce qui concerne les données de navigation publiées pour les routes et les procédures;
- f) indiqueront clairement la norme de navigation requise (p. ex., RNP APCH) sur toutes les cartes appropriées;
- g) peuvent contenir un segment d'approche interrompue fondé sur une NAVAID conventionnelle (p. ex., radiophare omnidirectionnel (VOR), Équipement de mesure de distance (DME), Radiophare non directionnel (NDB));
- h) peuvent contenir un tronçon de fin de trajectoire sous forme d'arc jusqu'au repère (étape RF). Une autorisation additionnelle, soit la spécification d'exploitation 623, est exigée pour effectuer les tronçons RF figurant dans les opérations RNP APCH.

3.2 Système de renforcement à couverture étendue

- 1) Le système de renforcement à couverture étendue (WAAS) satisfait essentiellement aux mêmes exigences requises de navigation (précision, intégrité et continuité) que le système d'atterrissage aux instruments (ILS), et il offre un guidage similaire. Le matériel avionique du WAAS calcule sans cesse les niveaux d'intégrité pendant une approche et il avertit l'équipage si les seuils d'alerte sont dépassés. Bien que la surveillance de l'intégrité du WAAS soit très fiable, une bonne discipline aéronautique dicte néanmoins aux pilotes de vérifier l'altitude de passage au point de cheminement d'approche finale (FAWP) indiquée sur les cartes d'approche par rapport aux minimums de navigation latérale/navigation verticale (LNAV/VNAV) et la performance d'alignement de piste avec guidage vertical (LPV), de la même façon qu'un pilote vérifie l'altitude de passage au radiophare pendant une approche ILS. Les écarts d'altitude importants pourraient être le signe d'une erreur de la base de données ou encore d'un signal erroné impossible à détecter.

3.3 Spécification d'exploitation 100 – Approches aux règles de vol aux instruments – Système de positionnement mondial

- 1) La spécification d'exploitation 100 autorise un exploitant à effectuer des procédures d'approche RNAV (GNSS).
- 2) La spécification d'exploitation 100 n'autorise pas un exploitant à effectuer des procédures RNP APCH à cause des fonctionnalités additionnelles de l'équipement et de la formation plus poussée du personnel qui sont exigées dans le cas des opérations RNP.
- 3) Dès maintenant, la spécification d'exploitation 100 ne sera plus accordée qu'aux exploitants d'aéronefs incapables de répondre aux exigences applicables à l'équipement contenues dans la présente CI. Le but visé consiste à permettre à ces exploitants de tirer profit de l'utilisation des approches RNAV (GNSS) qui existent actuellement. Les exploitants d'aéronefs aptes à la RNP qui ne possèdent pas déjà la spécification d'exploitation 100 devront posséder la spécification d'exploitation 620 pour les mêmes activités.

4.0 MINIMUMS D'APPROCHE EN EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE

4.1 Minimums de navigation latérale

- 1) Les minimums LNAV donnent une altitude minimale de descente (MDA).
- 2) Les approches GNSS jusqu'aux minimums LNAV sont des approches de non-précision qui ne définissent pas de trajectoire verticale dans l'espace. C'est pourquoi chaque segment de telles approches a une altitude minimale de descente par palier au-dessous de laquelle le pilote ne peut descendre.

- 3) L'équipement des aéronefs doit, au minimum, respecter les critères de l'annexe A. L'avionique peut offrir un guidage vertical consultatif durant une approche LNAV, mais les renseignements de l'altimètre barométrique demeurent la principale référence pour respecter les restrictions d'altitude.
- 4) Pour pouvoir effectuer des opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV, les exploitants doivent être titulaires d'une spécification d'exploitation 620 avec ou sans restrictions.

4.2 Minimums de navigation latérale/verticale

- 1) Les minimums LNAV/VNAV donnent une altitude de décision (DA).
- 2) Les approches RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV sont une forme d'approche avec guidage vertical (APV) où des trajectoires latérale et verticale sont définies dans l'espace.
- 3) L'équipement des aéronefs doit respecter les critères des annexes A et C, ou ceux de l'annexe B.
- 4) Pour pouvoir effectuer des opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV/VNAV, les exploitants doivent être autorisés en obtenant une spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV ou LNAV/VNAV seulement ou une spécification d'exploitation 620 sans restriction.

4.3 Minimums de performance d'alignement de piste avec guidage vertical

- 1) Les minimums LPV donnent une DA.
- 2) Les approches RNP jusqu'aux minimums LPV sont une forme d'APV où des trajectoires latérale et verticale sont définies dans l'espace.

Remarque. Au moment de la rédaction du présent document, l'OACI entrevoyait la possibilité d'inclure ce type d'approche dans la catégorie Approche de précision, plutôt que APV.

- 3) L'équipement des aéronefs doit respecter les critères de l'annexe B.
- 4) Pour pouvoir effectuer des opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LPV, les exploitants doivent être autorisés en obtenant une spécification d'exploitation 620 sans restriction.

4.4 Minimums de performance d'alignement de piste sans guidage vertical

- 1) Les minimums LP donnent une MDA, contrairement aux minimums LPV.
- 2) Les approches RNP jusqu'aux minimums LP sont des approches de non-précision qui ne définissent pas de trajectoire verticale dans l'espace. C'est pourquoi chaque segment de telles approches a une altitude minimale de descente par palier au-dessous de laquelle le pilote ne peut descendre.
- 3) Les minimums LP ne seront pas publiés dans les procédures d'approche ayant des minimums de guidage vertical (LNAV/VNAV ou LPV) approuvés. Les minimums LP seront publiés seulement si le relief, des obstacles ou d'autres raisons empêchent la publication d'une procédure avec guidage vertical. Il est possible que les minimums LP et LNAV soient publiés sur la même carte d'approche, mais un minimum LP sera publié seulement s'il est inférieur au minimum LNAV connexe. La navigation LP n'est pas une solution de rechange à la navigation LPV.
- 4) L'équipement des aéronefs doit respecter les critères de l'annexe B. L'avionique peut offrir un guidage vertical consultatif durant une approche LP, mais les renseignements de l'altimètre barométrique demeurent la principale référence pour respecter les restrictions d'altitude.
- 5) Pour pouvoir effectuer des opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LP, les exploitants doivent être autorisés en obtenant une spécification d'exploitation 620.

4.5 Navigation requise pour les types de minimums d'approche en exigence de navigation requise

Tableau 1 – Minimums d'approche GNSS

Minimums d'approche	Navigation latérale	Navigation verticale	Guidage vertical
LNAV	GPS ou WAAS	Techniques NPA basées sur l'altitude*, baro-VNAV ou WAAS	Consultatif
LNAV/VNAV	GPS ou WAAS	Baro-VNAV ou WAAS	Approuvé
LPV	WAAS	WAAS	Approuvé
LP	WAAS	Techniques NPA basées sur l'altitude*, baro-VNAV ou WAAS	Consultatif

* L'expression « techniques NPA basées sur l'altitude » renvoie à la technique de la descente par paliers successifs et à celle de la descente constante calculée par le pilote ou l'approche stabilisée avec un angle de descente constant (SCDA).

5.0 EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE FAISANT APPEL À LA NAVIGATION VERTICALE

- 1) Avant l'apparition du GNSS, l'OACI ne définissait que deux types d'approche et d'atterrissage : l'approche de précision (PA), et l'approche de non-précision (NPA). L'OACI a maintenant ajouté une définition pour les APV, dans le but de couvrir les approches qui font appel au guidage latéral et vertical sans toutefois répondre aux exigences établies pour les approches de précision. Le guidage vertical d'une APV est appelé « guidage vertical approuvé ».
- 2) Les approches RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV et LPV sont considérés comme des approches de type APV. Les minimums LNAV/VNAV et LPV donnent une DA, ce qui oblige le pilote à amorcer une approche interrompue à cette altitude s'il n'a pas les références visuelles obligatoires lui permettant de poursuivre l'approche. Puisque les approches LNAV/VNAV et LPV utilisent une surface de franchissement d'obstacles inclinée dans le plan vertical, la DA associée à des approches LNAV/VNAV ou LPV sera dans la plupart des cas inférieure à la MDA d'une approche LNAV,
- 3) L'angle nominal de la trajectoire de vol verticale de la trajectoire d'approche finale des approches LNAV/VNAV et LPV est de 3°, ce qui permet d'éviter les altitudes minimales de descente par palier associées aux approches de non-précision classiques.
- 4) En APV, le profil vertical peut être suivi en VNAV barométrique (minimums LNAV/VNAV) ou en WAAS (minimums LPV). Voir l'annexe C pour en savoir plus sur la VNAV barométrique.

5.1 Guidage vertical consultatif et approuvé

- 1) *Guidage vertical consultatif.* Les procédures d'approche RNP avec MDA (à savoir, les minimums LNAV et LP) ont fait l'objet d'une évaluation des obstacles reposant sur une surface de franchissement d'obstacles (OCS) plane. Bien que ce guidage soit conçu pour une technique de navigation verticale du type à paliers multiples, les membres d'équipage de conduite peuvent utiliser la technique de la descente stabilisée en guise d'option plus sûre. Pour faciliter la descente stabilisée, certains dispositifs d'avionique, comme les systèmes de VNAV barométrique et WAAS, génèrent un profil vertical calculé et offrent un guidage permettant de suivre ce profil. Le guidage vertical généré par le système de navigation pendant une approche jusqu'à la MDA est seulement consultatif. Les membres d'équipage de conduite doivent utiliser l'altimètre barométrique comme principale référence de leur altitude afin de veiller au respect de toutes les

restrictions d'altitude pendant les approches aux instruments. Quant à l'équipement LPV, il exige des considérations spéciales pendant un guidage vertical consultatif, et les exploitants devraient se référer aux guides d'utilisation du fabricant ou à la section des limites du manuel de vol de l'aéronef (AFM), du manuel de vol du giravion (RFM) ou du Supplément au manuel de vol de l'aéronef (AFMS).

- 2) *Guidage vertical approuvé.* Les procédures d'approche RNP jusqu'à une DA (à savoir, les minimums LNAV/VNAV et LPV) ont fait l'objet d'une évaluation des obstacles reposant sur une OCS en pente. Ces approches ont été conçues pour la technique de navigation verticale du type à descente constante stabilisée et elles exigent que l'aéronef soit équipé d'un moyen certifié permettant à l'équipage de conduite de disposer d'un moyen de guidage vertical. Le système de navigation de l'aéronef doit être en mesure de générer le guidage vertical pour suivre le profil vertical approuvé stocké dans la base de données de navigation.
- 3) Dans une approche RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV, le guidage vertical approuvé doit être produit par un système de navigation VNAV barométrique ou WAAS.
- 4) Dans une approche RNP jusqu'aux minimums LPV, le guidage vertical approuvé doit être produit par un système de navigation WAAS.

6.0 EXIGENCES EN MATIÈRE D'ADMISSIBILITÉ DE L'AÉRONEF

- 1) Les documents pertinents, acceptables pour Transports Canada, Aviation civile (TCAC), doivent être disponibles pour établir que l'aéronef est équipé d'un système RNAV avec fonctionnalité RNP APCH démontrée. Pour éviter une activité réglementaire inutile, la détermination de l'admissibilité pour les systèmes existants devrait prendre en compte l'acceptation des documents de conformité du constructeur.

6.1 Exigences relatives à l'aéronef

- 1) Les systèmes d'aéronef doivent respecter les exigences définies dans la présente CI en ce qui a trait aux opérations RNP APCH.
- 2) Pour obtenir des précisions sur les exigences relatives aux aéronefs en ce qui a trait à :
 - a) la spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV seulement, consulter l'annexe A de la présente CI;
 - b) la spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV et LNAV/VNAV seulement, consulter les annexes A et C la présente CI;
 - c) la spécification d'exploitation 620 sans restriction, consulter l'annexe B la présente CI.

6.2 Maintien de la navigabilité

- 1) Les exploitants d'aéronefs autorisés à effectuer des opérations RNP APCH doivent s'assurer que le système de navigation est entretenu conformément aux instructions relatives au maintien de la navigabilité (ICA) du titulaire de l'approbation de conception, ce qui comprend toutes les mises à jour des logiciels.
- 2) L'exploitant qui demande une approbation opérationnelle de la RNP APCH est tenu d'incorporer les exigences en matière d'inspection de l'équipement de la RNP APCH prévues par le titulaire de l'approbation de conception et de modifier, le cas échéant, le calendrier d'entretien de l'aéronef. Cette exigence vise à assurer que les systèmes de navigation continuent de respecter les critères d'approbation de la RNP APCH.

Remarque. Si l'aéronef a été livré par son constructeur avec une capacité RNP APCH, il se peut que les exigences d'entretien existent déjà dans le calendrier d'entretien.

- 3) L'entretien de tout aéronef concerné doit inclure les opérations d'entretien énumérées dans les manuels d'entretien du constructeur de l'aéronef et de ses composants, et il faut donc tenir compte des points suivants :
 - a) l'équipement servant aux opérations RNP APCH doit être entretenu conformément aux ICA du titulaire de l'approbation de conception des composants;
 - b) toute modification ou tout changement apporté au système de navigation ayant la moindre incidence sur l'approbation initiale de la RNP APCH doit être soumis à l'inspecteur principal de la maintenance (IPM) à des fins d'examen d'acceptation ou d'approbation avant la mise en œuvre de tels changements;
 - c) toute réparation ne figurant pas dans les documents d'entretien approuvés ou acceptés qui est susceptible d'avoir une incidence sur l'intégrité des performances de navigation doit être envoyée à l'IPM ou au bureau régional de la navigabilité afin d'y être acceptée ou approuvée.

7.0 BASE DE DONNÉES DE NAVIGATION

- 1) L'exploitant doit obtenir la base de données de navigation auprès d'un fournisseur qui se conforme au document « Radio Technical Commission for Aeronautics » (RTCA) DO-200A/EUROCAE ED-76, *Standards for Processing Aeronautical Data*. Une LoA (lettre d'acceptation) de type 2 émise par l'autorité de réglementation compétente est un moyen de conformité acceptable. Une LoA de type 2 est délivrée par l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA) conformément au document EASA OPINION Nr. 01/2005 sur « The Acceptance of Navigation Database Suppliers », en date du 14 janvier 2005. La Federal Aviation Administration (FAA) délivre une LoA de type 2 conformément à la CI 20-153(), et TCAC délivre une lettre d'acceptation d'un processus lié à des données aéronautiques à l'aide de la même base.
- 2) L'exploitant doit disposer d'un système où une anomalie pouvant invalider une procédure est signalée au fournisseur de base de données et où la procédure touchée est interdite par un avis de l'exploitant à l'intention de l'équipage de conduite jusqu'à ce que l'anomalie soit corrigée.
- 3) L'exploitant devrait tenir compte de la nécessité d'effectuer des vérifications régulières des bases de données de navigation en fonctionnement afin de confirmer que les exigences d'exigence existantes s'appliquant au système sont respectées.
- 4) Les conditions suivantes s'appliquent aux aéronefs qui sont incapables d'effectuer des tronçons comprenant un arc jusqu'au repère :
 - a) Le système de navigation ne devrait pas permettre à l'équipage de conduite de sélectionner, que ce soit manuellement ou automatiquement, une procédure qui n'est pas prise en charge par l'équipement (p. ex. une procédure n'est pas prise en charge si elle comporte un tronçon RF et que l'équipement n'a pas la capacité de traiter un tel tronçon).
 - b) Le système de navigation devrait également empêcher l'équipage de conduite d'avoir accès à des procédures nécessitant une capacité de traitement des tronçons RF si le système peut sélectionner ce genre de procédure mais que l'aéronef n'est pas équipé en conséquence (p. ex. l'aéronef ne possède pas le directeur de vol ou le pilote automatique à commande de roulis qui est exigé).
 - c) Voici des exemples de moyens permettant de respecter ces exigences :
 - i) examiner la base de données de navigation de bord afin d'en supprimer toutes les routes ou les procédures que l'aéronef n'est pas autorisé à suivre;

- ii) entraîner l'équipage de conduite à identifier les procédures contenant des tronçons RF et à en interdire l'utilisation.

8.0 PROCÉDURES EN MATIÈRE D'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE

- 1) L'approbation opérationnelle permettra de confirmer si les procédures normales et d'urgence de l'exploitant sont convenables pour une installation d'équipement donnée. Si des renseignements indiquent un risque de répétition d'erreurs, le programme de formation de l'exploitant peut devoir être modifié. Des renseignements qui attribuent plusieurs erreurs à un membre d'équipage de conduite en particulier peuvent indiquer un besoin de formation de rattrapage.
- 2) Pour obtenir des précisions sur les exigences relatives aux aéronefs en ce qui a trait à :
 - a) la spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV seulement, consulter l'annexe A de la présente CI;
 - b) la spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV et LNAV/VNAV seulement, consulter les annexes A et C de la présente CI;
 - c) la spécification d'exploitation 620 sans restriction, consulter l'annexe B la présente CI.

8.1 Planification des vols

- 1) Avec le GPS et le WAAS, le fait d'être au courant de l'interruption de service d'un satellite grâce à un système d'avis aux navigants (NOTAM) n'a pas une relation directe avec la connaissance de la disponibilité du service. Les procédures permettant de déterminer la disponibilité du service sont différentes pour l'équipement d'avionique du GPS (« Technical Standard Order » TSO C129/C129a) et pour celui du WAAS (TSO C145a/C146a). D'autres exigences en matière de planification des vols sont détaillées dans les annexes pertinentes.

8.2 Avis aux navigants du système de positionnement mondial

- 1) Cette rubrique ne s'adresse qu'aux exploitants qui utilisent l'avionique répondant à la norme TSO C129/C129a. Des recherches ont montré l'existence de légères différences dans la façon dont les divers équipements d'avionique calculent la disponibilité de la fonction RAIM, ce qui rend impossible la mise au point d'un NOTAM sur la fonction RAIM du GPS capable de donner des résultats fiables pour tous les récepteurs. Compte tenu de cela, et comme l'approbation d'un GPS à usage aux règles de vol aux instruments (IFR) exige que l'aéronef soit équipé d'une avionique traditionnelle à utiliser en cas de non-disponibilité de la fonction RAIM, aucun renseignement sur la disponibilité de la fonction RAIM du GPS n'est fourni par NOTAM au Canada.
- 2) Les centres d'information de vol (FIC) canadiens peuvent fournir des NOTAM sur les interruptions de service des satellites GPS; il suffit de demander le NOTAM international ayant l'indicatif KNMH. (Cette information est également disponible à l'adresse <<https://www.notams.jcs.mil>>.) La disponibilité de la fonction RAIM peut ensuite être calculée à partir des renseignements sur la disponibilité des satellites en entrant les interruptions de service prévues soit dans un logiciel de bureau servant à prédire la fonction RAIM fourni par certains fabricants, soit directement dans les calculateurs de Système moderne de gestion de vol (FMS) qui offrent cette fonction.
- 3) L'avionique GNSS contient aussi un tel modèle, ce qui permet aux pilotes de déterminer si la fonction RAIM au niveau exigé à l'approche sera garantie (disponible) à l'arrivée à destination ou à l'aérodrome de décollage. En général, ce calcul fait appel aux renseignements actuels, transmis par les satellites, qui identifient quels satellites sont en service à ce moment-là. Par contre, contrairement au logiciel qui est basé sur les données de NOTAM, cette prédiction ne prend pas en compte les interruptions de service prévues des satellites.

- 4) Les exploitants qui utilisent l'avionique répondant à la norme TSO C129/C129a. et qui souhaitent tirer profit d'une approche RNP au moment de spécifier un aéroport de décollage, doivent consulter le NOTAM « KNMH » afin de vérifier l'état de la constellation.

8.3 Avis aux navigants du système de renforcement à couverture étendue


- 1) NAV CANADA a mis en place un système de NOTAM destiné aux utilisateurs de l'avionique WAAS (TSO C145a/C146a). Ce système fait appel à un modèle de volume de service (SVM) qui tient compte de l'état et de la géométrie, du moment et prévu, de la constellation GPS ainsi que de la disponibilité des satellites géostationnaires du WAAS, et il calcule des estimations de la disponibilité du service lorsque des procédures d'approche GNSS sont publiées.
- 2) Le SVM est utilisé deux fois par jour, à 0000Z et à 1200Z. Il calcule la disponibilité prévue de la LPV ainsi que de la LNAV/VNAV au WAAS et de la LNAV pour une période de dix-huit heures, et ce pour tous les aérodromes de sa base de données. S'il est prévu qu'un service ne sera pas disponible pendant plus de quinze minutes, alors un NOTAM d'aérodrome sera publié. S'il y a prévision de deux interruptions de service de moins de quinze minutes chacune séparée par une période de moins de quinze minutes pendant laquelle le service sera disponible, un NOTAM couvrant toute la période sera publié, comme s'il n'y avait eu qu'une seule interruption de service.
- 3) Le SVM est également utilisé à la suite d'une modification imprévue de l'état de la constellation GPS. En général, une telle situation survient en cas de panne de satellite.
- 4) Les pilotes devraient planifier leurs vols en prenant comme hypothèse que les services mentionnés dans le NOTAM ne seront pas disponibles. Cependant, une fois arrivés à l'aérodrome, ils constateront peut-être qu'un service est en réalité disponible, ce qui s'explique par la nature conservatrice de la prédiction, et, s'ils le souhaitent, ils pourront alors utiliser cette approche en toute sécurité. Si la LPV et la LNAV/VNAV au WAAS ne sont pas disponibles, les pilotes peuvent suivre la procédure LNAV jusqu'à la MDA publiée. Comme les procédures LNAV seront utilisées lorsque la LPV et la LNAV/VNAV ne seront pas disponibles, il serait bon que les membres d'équipage de conduite veillent à entretenir leurs aptitudes à effectuer ce genre d'approche.

Remarque. Les exploitants et les membres d'équipage de conduite doivent connaître la capacité d'approche de l'aéronef en cas de perte de service du système de renforcement satellitaire (SBAS) (WAAS). Ce ne sont pas tous les aéronefs équipés d'un SBAS qui sont capables d'effectuer des opérations LNAV ou LNAV/VNAV sans service SBAS.

- 5) Compte tenu de la forte disponibilité des services aidant aux opérations en route et en région terminale, aucun NOTAM n'est publié pour ces phases de vol.

Remarque. Les renseignements des NOTAM relatifs au WAAS ne s'appliquent pas aux utilisateurs de l'avionique répondant à la norme TSO C129a.

8.4 Notation W négative

- 1) En règle générale, les approches au WAAS ne seront conçues et publiées que dans les cas où la disponibilité nominale du service requis est supérieure à 99 %. Cette façon de faire évite d'avoir à publier un grand nombre de NOTAM aux endroits où la disponibilité est faible. Toutefois, on peut trouver des aérodromes pour lesquels une approche LNAV/VNAV est publiée à cause d'une demande locale faite par des exploitants utilisant des aéronefs équipés pour la VNAV barométrique. Ces procédures vont apparaître dans la base de données des récepteurs WAAS, et ces derniers pourront donc les utiliser. Dans l'éventualité où un tel aérodrome se trouverait dans une région où la disponibilité du WAAS est faible, aucun NOTAM ne sera publié s'il est prévu que la LNAV/VNAV au WAAS ne sera pas disponible. Les pilotes seront avisés de cette situation au moyen d'un « W » négatif (blanc sur fond noir)  figurant sur la carte d'approche. La planification des vols devrait avoir lieu comme si la LNAV/VNAV au WAAS n'était pas

disponible à ces aérodromes. Toutefois, si le service est disponible à l'arrivée, il peut être utilisé en toute sécurité.

9.0 EXIGENCES EN MATIÈRE DE CONNAISSANCES ET DE FORMATION

Remarque. Si l'exploitant n'est pas autorisé à effectuer des tronçons RF (spécification d'exploitation 623), il doit empêcher ses membres d'équipage de conduite d'essayer par inadvertance d'effectuer les tronçons RF figurant dans les procédures RNP APCH. Pour de plus amples renseignements, consulter la circulaire d'information 700-027.

- 1) Les membres d'équipage de conduite doivent suivre une formation conformément à la réglementation ou à la norme applicable :
 - a) article 604.24 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC);
 - b) paragraphe 722.76(15) des *Normes de service aérien commercial* (NSAC);
 - c) paragraphe 723.98(21) des NSAC;
 - d) paragraphe 724.115(22) des NSAC;
 - e) paragraphe 725.124(27) des NSAC;
- 2) Pour connaître les exigences relatives aux aéronefs en ce qui a trait à :
 - a) la spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV seulement, consulter l'annexe A de la présente CI;
 - b) la spécification d'exploitation 620 avec restriction aux minimums LNAV et LNAV/VNAV seulement, consulter les annexes A et C de la présente CI;
 - c) la spécification d'exploitation 620 sans restriction, consulter l'annexe B de la présente CI.
- 3) Le personnel de l'entretien participant aux vérifications ordinaires ou détaillées de l'avionique servant à la RNP APCH devrait bien connaître le concept de la navigation fondée sur les performances.
- 4) La formation des régulateurs de vol doit traiter des points permettant de déterminer :
 - a) la disponibilité de la RNP APCH (en fonction des capacités de l'équipement des aéronefs);
 - b) les exigences de la MEL;
 - c) la disponibilité des signaux de navigation (comme la fonction RAIM du GPS/l'outil de prédiction de la capacité RNP, les NOTAM WAAS, les NOTAM GPS) aux aéroports de destination et de dégagement.
- 5) Les exploitants souhaitant obtenir un crédit pour des éléments de formation sur la RNP déjà traités dans le cadre d'un programme de formation existant (p. ex. des éléments figurant dans le contenu d'un cours de formation déjà en place pour répondre à des exigences d'approbation d'un État étranger) doivent recevoir l'approbation de leur inspecteur principal de l'exploitation ou de son équivalent. Dans un tel cas, l'exploitant doit inclure la formation des différences entre les procédures de la RNP APCH et la ou les opérations associées aux éléments communs de la formation.

10.0 APPROBATION OPÉRATIONNELLE

- 1) Les exigences propres à l'autorisation d'emprunter des procédures d'approche RNP sont les suivantes :
 - a) l'équipement doit satisfaire aux exigences de certification et d'installation de la partie V du RAC ainsi qu'aux critères de la présente CI;
 - b) l'exploitant doit s'assurer de la qualité de la base de données de navigation, conformément à la présente CI;
 - c) l'exploitant doit indiquer dans son MEC, ou dans un document équivalent s'il s'agit d'un exploitant privé, des procédures pour guider son personnel appelé à mener des opérations RNP APCH;
 - d) si le ministre a approuvé la MEL d'un exploitant, ce dernier doit établir des lignes directives, des restrictions et des procédures (au besoin) dans la MEL qui seront utilisées en cas d'indisponibilité de l'équipement d'approche RNP;
 - e) l'exploitant doit modifier son programme d'entretien en fonction des exigences d'entretien figurant dans la présente CI;
 - f) l'exploitant doit modifier son programme de formation afin de fournir de la formation au personnel du contrôle d'exploitation, à chaque membre d'équipage de conduite et, le cas échéant, au personnel d'entretien concerné par les opérations RNP APCH. Selon le cas, le programme de formation de l'exploitant devrait être mis à jour conformément aux exigences de la présente CI et de l'article 604.05 du RAC ou aux lignes directrices des articles 722.76, 723.98, 724.115, 725.124 des NSAC, selon le cas.
- 2) L'exploitant doit avoir reçu la spécification d'exploitation 620 – Exigence de navigation requise – Approche (RNP APCH) avant de pouvoir suivre les procédures RNP APCH.

11.0 CONCLUSION

- 1) Les exploitants qui ont l'intention de faire une demande pour l'obtention de la spécification d'exploitation 620 devraient examiner les documents cités en référence puis communiquer avec leur inspecteur principal de l'exploitation (IPE), ou l'équivalent dans le cas des exploitants privés, afin d'en savoir plus. Afin de minimiser la charge de travail des exploitants (p. ex., au niveau de la préparation du programme de formation, de l'admissibilité des aéronefs), il est recommandé aux exploitants qui souhaitent effectuer des tronçons RF de faire une demande pour l'obtention de la spécification d'exploitation 623 portant sur les segments de transition par arc jusqu'au repère, de le faire en même temps qu'ils présentent leur demande pour l'obtention de la spécification d'exploitation 620.
- 2) En résumé, voici quels sont les avantages associés à la spécification d'exploitation 620 :
 - a) Restreint aux minimums LNAV seulement:
 - i) approches RNAV et RNP possibles jusqu'aux minimums LNAV,
 - ii) approches RNAV et RNP **impossibles** jusqu'aux minimums LNAV/VNAV, LP ou LPV;
 - b) Restreint aux minimums LNAV et LNAV/VNAV seulement:
 - i) approches RNAV et RNP possibles jusqu'aux minimums LNAV et LNAV/VNAV,
 - ii) approches RNAV et RNP **impossibles** jusqu'aux minimums LP ou LPV;

- c) Sans restriction :
 - i) approches RNAV et RNP possibles jusqu'aux minimums LNAV, LNAV/VNAV, LP et LPV.

Remarque. Une spécification d'exploitation 620 sans restriction exige que l'aéronef soit équipé d'un SBAS. L'opérateur doit indiquer clairement la solution de rechange du système de navigation en cas de perte de la couverture ou de la capacité SBAS. Certains systèmes SBAS n'ont pas la capacité de VNAV barométrique, ce qui va rendre impossibles les opérations LNAV/VNAV en cas de perte du SBAS. Une telle limite doit être clairement envisagée dans la documentation du Manuel d'exploitation de la compagnie (MEC) ainsi que dans la formation des membres d'équipage de conduite. Cela ne se traduira pas par une spécification d'exploitation 620 avec restriction, puisque l'aéronef est capable d'effectuer tous les types de procédures RNP APCH lorsque la capacité et la couverture SBAS sont opérationnelles.

- 3) L'IPE, avec l'aide de l'IPM ou du bureau régional de la Navigabilité, devrait confirmer que toutes exigences mentionnées ci-dessus sont respectées. Une fois que toutes les conditions pertinentes de la présente CI auront été satisfaites, l'exploitant pourra se voir délivrer la spécification d'exploitation 620, avec restriction au besoin.

12.0 GESTION DE L'INFORMATION

- 1) Sans objet.

13.0 HISTORIQUE DU DOCUMENT

- 1) Sans objet.

14.0 BUREAU RESPONSABLE

Pour obtenir davantage de renseignements, veuillez communiquer avec la :

Division des Normes de l'aviation commerciale (AARTF)

Téléphone : 613-993-6975
Télécopieur : 613-954-1602
Courriel : AARTInfoDoc@tc.gc.ca

Toute proposition de modification au présent document est bienvenue et devrait être soumise à l'adresse de courriel :

AARTInfoDoc@tc.gc.ca

Original signé par Arlo Speer le 25 septembre 2013

Le directeur des Normes,
Aviation civile
Transports Canada

Aaron McCrorie

Les documents et les pages de l'intranet de Transports Canada mentionnés dans le présent document peuvent être obtenus sur demande.

ANNEXE A — CRITÈRES PROPRES À LA SPÉCIFICATION D'EXPLOITATION 620 PORTANT SUR L'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE (RNP APCH) – AVEC RESTRICTION AUX MINIMUMS LNAV SEULEMENT ET À LA SPÉCIFICATION D'EXPLOITATION 620 PORTANT SUR L'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE (RNP APCH) – AVEC RESTRICTION AUX MINIMUMS LNAV ET LNAV/VNAV SEULEMENT

1.0 EXIGENCES RELATIVES AUX AÉRONEFS

- 1) Les exploitants peuvent démontrer la qualification de leurs systèmes de navigation d'aéronef en respectant l'un ou l'autre des critères suivants :
 - a) Le titulaire de l'approbation de conception démontrera qu'il y a conformité, et l'approbation sera documentée dans la documentation du constructeur. Une telle documentation indique que l'aéronef et l'équipement respectent les exigences techniques de la présente circulaire d'information (CI), et aucune autre évaluation de l'admissibilité de l'aéronef n'est nécessaire. La documentation acceptable à cette fin est la suivante :
 - i) Le constructeur de l'aéronef a ajouté dans le manuel de vol de l'aéronef (AFM) un énoncé indiquant que l'avion est autorisé à effectuer des opérations sur l'exigence de navigation requise – approche (RNP APCH) et que cette autorisation se fonde sur la navigation du système mondial de navigation par satellite (GNSS) et le système de positionnement mondial (GPS).
 - ii) Le constructeur de l'aéronef a inséré dans le AFM un énoncé signalant que l'avion respecte les exigences de la Circulaire d'information (CI) 20-138A de la Federal Aviation Administration (FAA), de la CI 20-130A de la FAA, ou de la Technical Standard Order (TSO) TSO C115b et de la méthode acceptable de conformité (MAC) 20-27 de l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AESA) (ou toutes versions subséquentes de ces documents), et que cette autorisation se fonde sur la navigation GNSS (GPS)..
 - b) Si l'approbation permettant à l'aéronef d'effectuer des opérations RNP APCH au moyen de la navigation GNSS (GPS) n'a pas été documentée, l'exploitant peut démontrer l'admissibilité de l'aéronef en respectant les critères décrits ci-après dans le présent article.

1.1 Surveillance et alerte à bord en matière de performances

- 1) *Précision* : Pendant les opérations sur les segments initial et intermédiaire, ainsi que pour l'approche interrompue de la navigation de surface (RNAV), d'une RNP APCH, l'erreur du système total dans le sens latéral ne doit pas dépasser ± 1 mille marin (nm) pendant au moins 95 % du temps de vol total. L'erreur longitudinale ne doit pas, elle non plus, dépasser ± 1 nm pendant au moins 95 % du temps de vol total. Pendant les opérations sur le segment d'approche finale d'une RNP APCH jusqu'aux minimums de la navigation latérale (LNAV) ou la navigation latérale/navigation verticale (LNAV/VNAV), l'erreur du système total dans le sens latéral ne doit pas dépasser $\pm 0,3$ nm pendant au moins 95 % du temps de vol total. L'erreur longitudinale ne doit pas, elle non plus, dépasser $\pm 0,3$ nm pendant au moins 95 % du temps de vol total. Pour satisfaire à l'exigence de précision, l'erreur technique de vol (FTE) 95 % ne devrait pas dépasser 0,5 nm sur les segments initial et intermédiaire, ainsi que pour l'approche interrompue RNAV, d'une RNP APCH. La FTE 95 % ne devrait pas dépasser 0,25 nm sur le segment d'approche finale d'une RNP APCH.

Remarque. L'utilisation d'un indicateur d'écart avec déviation maximale de 1 nm sur les segments initial et intermédiaire et pour l'approche interrompue RNAV, et déviation maximale de 0,3 nm sur le segment d'approche finale, a été trouvée acceptable comme moyen de conformité.

L'utilisation d'un pilote automatique ou d'un directeur de vol a été trouvée acceptable comme moyen de conformité (les systèmes de stabilisation du roulis ne se qualifient pas).

- 2) *Intégrité* : Un dysfonctionnement de l'équipement de navigation de bord est classé comme situation de défaillance majeure selon les règlements de navigabilité (c.-à-d. 1×10^{-5} par heure).
- 3) *Continuité* : Une perte de fonction est classée comme situation de défaillance mineure si l'exploitant peut se replier sur un système de navigation différent et rejoindre un aéroport approprié.
- 4) *Surveillance et alerte à bord en ce qui concerne les performances* : Pendant les opérations sur les segments initial et intermédiaire et pour l'approche interrompue RNAV d'une RNP APCH, le système RNP émettra une alarme s'il n'est pas satisfait à l'exigence de précision, ou si la probabilité que l'erreur total du système (TSE) dans le plan latéral dépasse 2 nm est supérieure à 1×10^{-5} . Pendant les opérations sur le segment d'approche finale d'une RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV ou LNAV/VNAV, le système RNP émettra une alarme s'il n'est pas satisfait à l'exigence de précision, ou si la probabilité que la TSE dans le plan latéral dépasse 0,6 nm est supérieure à 1×10^{-5} .
- 5) *Signaux électromagnétiques* : Pendant les opérations sur les segments initial et intermédiaire et pour l'approche interrompue RNAV d'une RNP APCH, l'équipement de navigation de bord émettra une alarme si la probabilité que des erreurs de signaux électromagnétiques causent une erreur de position dans le plan latéral supérieure à 2 nm dépasse 1×10^{-7} par heure. Pendant les opérations sur le segment d'approche finale d'une RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV ou LNAV/VNAV, l'équipement de navigation de bord émettra une alarme si la probabilité que des erreurs de signaux électromagnétiques causent une erreur de position dans le plan latéral supérieure à 0,6 nm dépasse 1×10^{-7} par heure.

Remarque. *Il n'y a pas d'exigences RNP APCH pour l'approche interrompue si elle est basée sur des moyens conventionnels (Radiophare omnidirectionnel (VOR), Équipement de mesure de distance (DME), Radiophare non directionnel (NDB)) ou sur la navigation à l'estime.*

Le respect de l'obligation de surveillance et alerte en ce qui concerne les performances n'implique pas un suivi automatique des erreurs techniques de vol. La fonction de surveillance et alerte à bord devrait comprendre au moins un algorithme de surveillance et alerte pour erreur du système de navigation (NSE) et un affichage d'écart latéral permettant à l'équipage de suivre l'erreur technique de vol (FTE). L'erreur de définition de trajectoire (PDE) est considérée comme négligeable du fait du processus d'assurance qualité et des procédures appliquées par l'équipage.

1.2 Admissibilité de l'équipement

- 1) Les systèmes suivants respectent les exigences en matière de précision, d'intégrité et de continuité, mais il faut également montrer qu'ils répondent aux exigences fonctionnelles du présent article :
 - (a) Systèmes GNSS autonomes : le matériel devrait être approuvé conformément aux normes TSO-C129a/ETSO-C129a, classe A; à la norme E/TSO-C146(), classe Gamma et classe d'exploitation 1, 2 ou 3; ou à la norme TSO C-196(). Le matériel doit être installé et certifié conformément à la partie V du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC).
 - (b) Systèmes GNSS multicapteurs (p. ex., FMS) : le matériel devrait être approuvé conformément aux normes TSO-C129()/ETSO-C129(), classe B1, C1, B3, C3; à la norme E/TSO C145(), classe 1, 2 ou 3; ou à la norme TSO C-196(). Dans le cas des récepteurs GNSS approuvés conformément à la norme E/TSO-C129(), la capacité de détection et d'exclusion des défaillances (FDE) des satellites est recommandée pour renforcer le fonctionnement continu. Ces systèmes devraient être approuvés conformément à la CI de la FAA 20-130A ou à la norme TSO-C115b et leur capacité de

RNP APCH doit avoir été démontrée. Le matériel doit être installé et certifié conformément à la partie V du RAC.

1.3 Critères propres à des systèmes de navigation spécifiques

- 1) La navigation RNP APCH se fonde sur le positionnement GNSS renforcé. Les données de position provenant d'autres types de capteurs de navigation peuvent être intégrées aux données GNSS, à condition que cela ne mène pas à des erreurs de position dépassant l'allocation au TSE, ou qu'il existe un moyen de désactiver les autres types de capteurs de navigation.

1.4 Besoins fonctionnels – écrans de navigation

- 1) Les données de navigation, incluant une indication « to/from », et une indication de défaillance, doivent être affichées sur un affichage d'écart latéral [Indicateur d'écart de route (CDI), Indicateur de situation horizontale électronique EHSI] et/ou un visuel cartographique de navigation. Ceux-ci doivent être utilisés comme instruments de vol primaires pour la navigation de l'avion, l'anticipation de manœuvre et les indications de défaillance/état/intégrité :
 - a) les affichages doivent être visibles pour le pilote et situés dans son champ primaire de vision (± 15 degrés de sa ligne de vision normale) lorsqu'il regarde vers l'avant le long de la trajectoire de vol;
 - b) l'échelle d'écart latéral devrait concorder avec toutes limites d'alarme et d'annonce;
 - c) l'affichage d'écart latéral doit aussi avoir une déviation maximale appropriée pour la phase de vol en cours et être basé sur l'exigence en matière d'erreur du TSE. L'échelle est ± 1 nm pour les segments initial et intermédiaire et $\pm 0,3$ nm pour le segment final;
 - d) l'échelle d'affichage peut être réglée automatiquement par une logique par défaut ou être fixée sur une valeur obtenue de la base de données de navigation. La valeur de la déviation maximale doit être connue ou être disponible pour être affichée pour le pilote, en tenant compte des valeurs d'approche;
 - e) comme autre moyen, un visuel cartographique de navigation peut donner une fonctionnalité équivalente à un affichage d'écart latéral avec des échelles de carte appropriées (l'échelle peut être réglée manuellement par le pilote). Pour que le visuel cartographique de navigation soit approuvé, il faut montrer qu'il répond aux exigences en matière de TSE;
 - f) il est fortement recommandé que le sélecteur de route de l'affichage d'écart soit automatiquement asservi à la trajectoire calculée RNAV;
Remarque. Ceci ne s'applique pas aux installations où un visuel cartographique électronique contient un affichage graphique de la trajectoire de vol et de l'écart par rapport à la trajectoire.
 - g) un directeur de vol et/ou un pilote automatique ne sont pas exigés pour ce type d'opération; cependant, si la TSE latérale ne peut pas être démontrée sans un tel système, il devient obligatoire. En ce cas, le couplage avec le directeur de vol et/ou le pilote automatique depuis le système RNP doit être indiqué clairement au niveau du poste de pilotage;
 - h) un affichage de navigation renforcé (p. ex. affichage de carte électronique ou EHSI renforcé) pour améliorer la conscience de la situation dans le plan latéral, le suivi de la navigation et la vérification d'approche (vérification de plan de vol) est obligatoire si l'installation RNAV n'assure pas l'affichage des renseignements nécessaires pour l'accomplissement de ces tâches de l'équipage (selon le type d'équipement installé).

1.5 Besoins fonctionnels – capacités

- 1) Les fonctions suivantes du système sont requises comme minimum :
 - a) Possibilité d'afficher constamment pour le pilote aux commandes, sur les instruments de vol primaires pour la navigation de l'aéronef (affichage de navigation primaire), la trajectoire désirée RNAV qui a été calculée et la position de l'aéronef par rapport à la trajectoire. Pour les avions où l'équipage de conduite minimum est de deux pilotes, les moyens pour le pilote qui n'est pas aux commandes de vérifier la trajectoire désirée et la position de l'avion par rapport à la trajectoire doivent aussi être fournis.
 - b) Une base de données de navigation, contenant les données de navigation en vigueur officiellement promulguées pour l'aviation civile, pouvant être mise à jour en accord avec le cycle AIRAC (régularisation et contrôle de la diffusion des renseignements aéronautiques) et à partir de laquelle les procédures d'approche peuvent être extraites et chargées dans le système RNP. La résolution des données stockées doit être suffisante pour réaliser la précision requise de tenue de route. La base de données doit être protégée contre la modification par le pilote des données stockées.
 - c) Moyen d'afficher pour le pilote la période de validité des données de navigation.
 - d) Moyen d'extraire et d'afficher les données stockées dans la base de données de navigation se rapportant à chacun des points de cheminement et chacune des aides de navigation, pour permettre au pilote de vérifier la procédure à suivre.
 - e) Possibilité de charger dans le système RNP à partir de la base de données toute l'approche à parcourir. L'approche doit être chargée par son nom de la base de données dans le système RNP.
 - f) Moyen d'afficher les éléments suivants, soit dans le champ primaire de vision du pilote, soit sur une page d'affichage aisément accessible :
 - i) identification du point de cheminement actif (To);
 - ii) distance et cap jusqu'au point de cheminement actif (To);
 - iii) vitesse sol ou temps jusqu'au point de cheminement actif (To).
 - g) Moyen d'afficher les éléments suivants sur une page d'affichage aisément accessible :
 - i) affichage de la distance entre points de cheminement du plan de vol;
 - ii) affichage de la distance restant à parcourir;
 - iii) affichage des distances longitudinales;
 - iv) type de capteur de navigation actif, s'il existe un autre capteur en plus du capteur du GNSS.
 - h) Possibilité d'exécuter une fonction *direct to*.
 - i) Possibilité de mise en séquence automatique des divers tronçons, avec affichage du séquençage au pilote.
 - j) Possibilité d'exécuter des procédures extraites de la base de données embarquée, y compris la possibilité d'exécuter des virages *flyover* et *fly-by*.
 - k) Possibilité d'exécuter automatiquement des transitions entre les divers tronçons et de maintenir des routes conformes aux codes parcours-extrémité ARINC 424 ci-après, ou leur équivalent :
 - i) codes parcours-extrémité ARINC 424;
 - ii) repère initial (IF);

- iii) route jusqu'à un repère (TF);
- iv) direct jusqu'à un repère (DF).

Remarque. Les codes parcours-extrémité sont définis dans la spécification ARINC 424, et leur application est décrite plus en détail dans les documents DO 236B/ED-75B et DO-201A/ED-77 de la Radio Technical Commission for Aeronautics (RTCA)/ European Organisation for Civil Aviation Equipment (EUROCAE).

- l) Possibilité d'afficher une indication de la défaillance du système RNP y compris les capteurs associés, dans le champ primaire de vision du pilote.
- m) Possibilité d'indiquer à l'équipage quand la limite d'alerte NSE est dépassée (alerte donnée par la fonction « surveillance et alerte à bord en ce qui concerne les performances »).
- n) Possibilité de charger automatiquement les valeurs numériques pour les directions et les routes à partir de la base de données du système RNP.

2.0 PROCÉDURES À SUIVRE

- 1) La certification de navigabilité à elle seule n'autorise pas à exécuter une opération RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV ou LNAV/VNAV. Une approbation opérationnelle est requise également pour confirmer que les procédures normales et les procédures d'urgence de l'exploitant sont adéquates pour l'installation dont il s'agit.

2.1 Planification prévol

- 1) Les exploitants et les pilotes qui se proposent de mener des opérations selon une procédure RNP APCH doivent déposer les suffixes de plan de vol appropriés et les données de navigation de bord doivent être à jour et inclure les procédures appropriées.

Remarque. Les bases de données de navigation sont censées être à jour pendant la durée du vol. Si le cycle AIRAC doit changer pendant le vol, exploitants et pilotes devraient établir des procédures pour s'assurer de la précision des données de navigation, et s'assurer notamment que les installations de navigation utilisées pour définir les routes et les procédures pour le vol sont appropriées.

- 2) En plus des vérifications normales de planification prévol, il faut inclure ce qui suit :
 - a) le membre d'équipage de conduite doit s'assurer que la sélection des approches utilisables pour le vol envisagé (y compris les aérodromes de dégagement) est faite à partir d'une base de données de navigation valide (cycle AIRAC en vigueur), que ces approches ont été vérifiées par le processus approprié (processus d'intégrité de base de données de navigation) et qu'elles ne sont pas interdites par une instruction de la compagnie ou un avis aux aviateurs (NOTAM);
 - b) les membres d'équipage de conduite devraient s'assurer pendant la phase prévol que des moyens suffisants sont disponibles pour naviguer et atterrir à la destination ou à un aérodrome de dégagement en cas de perte de fonctionnalité RNP APCH de bord;
 - c) exploitants et membres d'équipage de conduite doivent tenir compte de tout NOTAM ou élément de briefing de l'exploitant qui pourrait affecter le fonctionnement du système de bord, ou la disponibilité ou le caractère approprié des procédures à l'aérodrome d'atterrissage ou à un aérodrome de dégagement;
 - d) pour les procédures d'approche interrompue basées sur des moyens conventionnels (VOR, NDB), les exploitants et les membres d'équipage de conduite doivent s'assurer que l'équipement de bord approprié requis pour cette procédure est installé à bord et

opérationnel, et que les aides de navigation (NAVAID) au sol qui lui sont associées sont opérationnelles.

- 3) La disponibilité de l'infrastructure des NAVAID requise pour les routes prévues, y compris toutes urgences non RNAV, doit être confirmée pour la période d'opérations prévues en utilisant tous les renseignements disponibles. L'intégrité du GNSS (contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur (RAIM) ou du système de renforcement satellitaire (SBAS)) étant requise, sa disponibilité devrait également être déterminée au besoin. Pour les avions qui naviguent avec des récepteurs SBAS [tous TSO-C145()/C146()] les exploitants devraient vérifier que la disponibilité du RAIM pour le GPS est appropriée dans les régions où le signal SBAS n'est pas disponible.

2.2 Disponibilité du système de renforcement embarqué (ABAS) (RAIM)

- 1) Les niveaux de RAIM requis pour la RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV ou LNAV/VNAV peuvent être vérifiés sur la base des NOTAM (si disponibles) ou de services de prédiction. Les exploitants devraient savoir quels renseignements basés sur des prédictions sont disponibles pour la route prévue.
- 2) La prédiction de disponibilité du RAIM devrait prendre en compte les derniers NOTAM concernant la constellation du GPS et le modèle d'avionique (si disponible). Le service peut être assuré par la direction des Services de la navigation aérienne (DSNA), le fabricant de l'avionique, d'autres entités ou encore par un moyen de prédiction RAIM du récepteur de bord.
- 3) S'il est prévu une perte continue du niveau approprié de détection de défaillance de plus de cinq minutes pour toute partie des opérations RNP APCH, il convient de revoir la planification du vol (p. ex. en retardant le départ ou en planifiant une procédure de départ différente).
- 4) Le logiciel de prédiction de disponibilité du RAIM ne garantit pas le service; il s'agit plutôt d'outils pour évaluer la capacité prévue de respecter les performances de navigation requises. Les membres d'équipage de conduite devraient avoir conscience du fait que le RAIM ou la navigation GPS dans son ensemble peuvent être perdus pendant le vol du fait d'une défaillance imprévue de certains éléments du GNSS, ce qui peut exiger le repli sur un autre moyen de navigation. Les pilotes devraient donc évaluer leurs possibilités de naviguer, peut-être jusqu'à une destination de déroutement, en cas de défaillance de la navigation GPS.

2.3 Disponibilité du SBAS et d'autres GNSS renforcés

- 1) Si l'aéronef utilise d'autres renforcements de GNSS, ou des améliorations de la capacité de base d'un GNSS (c.-à-d. utiliser plusieurs constellations, une double fréquence), l'opération RNP APCH doit être appuyée par une capacité de prédiction fondée sur les caractéristiques de ces autres renforcements.

2.4 Avant de commencer la procédure

- 1) En plus de la procédure normale avant de commencer l'approche (avant le repère d'approche initiale (IAF) et de façon compatible avec la charge de travail de l'équipage de conduite), le membre d'équipage de conduite doit vérifier que la procédure correcte a été chargée, par comparaison avec les cartes d'approche. Cette vérification doit comprendre :
 - a) la séquence de points de cheminement;
 - b) la vraisemblance des trajectoires et des distances des tronçons d'approche, ainsi que la précision de la trajectoire en rapprochement et la longueur du segment d'approche finale.

Remarque. *Au minimum, cette vérification pourrait être une simple inspection d'un visuel cartographique approprié qui réponde aux objectifs de ce paragraphe.*

- 2) Les membres d'équipage de conduite doit aussi vérifier quels points de cheminement sont respectivement *fly-by* et *flyover* en utilisant les cartes publiées, le visuel cartographique ou le module de commande et d'affichage (CDU).

- 3) Pour les systèmes multicapteurs, le membre d'équipage de conduite doit vérifier que le capteur GNSS est utilisé pour le calcul de position pendant l'approche.
- 4) Pour un système RNP avec ABAS exigeant une altitude barométrique corrigée, le calage de l'altimètre barométrique d'aéroport devrait être introduit au moment et à l'emplacement appropriés, en accord avec les performances de vol.
- 5) Lorsque l'opération est fondée sur la disponibilité de l'ABAS, le membre d'équipage de conduite devrait procéder à une nouvelle vérification de disponibilité du RAIM s'il y a plus de 15 minutes de différence entre l'heure d'arrivée prévue (ETA) et l'ETA utilisée lors de la planification prévol. Cette vérification est aussi effectuée automatiquement 2 nm avant le repère d'approche final (FAF) pour un récepteur E/TSO-C129a Class A1.
- 6) Les interventions tactiques de contrôle de la circulation aérienne (ATC) dans la région terminale peuvent inclure des caps radar, des autorisations *direct to* évitant les tronçons initiaux d'une approche, l'interception d'un segment initial ou intermédiaire d'une approche, ou l'insertion de points de cheminement chargés à partir de la base de données. En se conformant aux instructions de l'ATC, le membre d'équipage de conduite devrait avoir conscience des implications pour le système RNP :
 - a) l'introduction manuelle de coordonnées dans le système RNP par le membre d'équipage de conduite pour une opération en région terminale n'est pas permise;
 - b) des autorisations *direct to* peuvent être acceptées jusqu'au repère intermédiaire (IF) pourvu que la modification de route en résultant à cet IF ne dépasse pas 45 degrés.

Remarque. Une autorisation *direct to* jusqu'au FAF n'est pas acceptable.

- 7) La définition latérale de la trajectoire de vol entre le FAF et le point d'approche interrompue (MAPt) ne doit en aucun cas être révisée par le pilote.

2.5 Pendant la procédure

- 1) Pour assurer la marge de franchissement du relief et des obstacles, l'avion doit être établi sur l'axe d'approche finale au plus tard au FAF avant de commencer la descente.
- 2) Les membres d'équipage de conduite doivent vérifier que l'avertisseur de mode d'approche, ou l'équivalent, indique correctement l'intégrité du mode approche à partir d'une distance de 2 nm avant le FAF.

Remarque. Ceci ne s'appliquera pas pour certains systèmes RNP (p. ex. aéronefs déjà approuvés avec possibilité RNP démontrée) pour lesquels d'autres moyens sont disponibles indiquant clairement à l'équipage que le mode approche est activé.

- 3) Les affichages appropriés doivent être sélectionnés afin que les renseignements suivants puissent être suivis en continu :
 - a) le cheminement désiré calculé par le système RNAV (DTK);
 - b) la position de l'aéronef par rapport à la route (écart latéral) pour le suivi de la FTE.
- 4) La procédure doit être interrompue :
 - a) si un drapeau indique que l'affichage de navigation n'est pas valide; ou
 - b) en cas de perte de la fonction d'alarme d'intégrité; ou
 - c) s'il est annoncé que la fonction d'alarme d'intégrité n'est pas disponible avant le dépassement du FAF; ou
 - d) si la FTE est excessive.

- 5) L'approche interrompue doit être exécutée en conformité avec la procédure publiée. L'emploi du système RNP pendant l'approche interrompue est acceptable, pourvu que :
- le système RNP soit opérationnel (p. ex. pas de perte de fonction, pas d'alerte NSE, pas d'indication de défaillance);
 - la procédure complète, incluant l'approche interrompue, soit chargée à partir de la base de données de navigation.
- 6) Pendant la procédure RNP APCH, les membres d'équipage de conduite doivent utiliser un indicateur d'écart latéral, un directeur de vol et/ou un pilote automatique en mode de navigation latérale. Dans les aéronefs avec indicateur d'écart latéral (p. ex. CDI), les membres d'équipage de conduite doivent s'assurer que leur échelle (déviations maximale) est appropriée pour la précision de navigation associée aux différents segments de la procédure (c.-à-d. $\pm 1,0$ nm pour les segments initial et intermédiaire, $\pm 0,3$ nm pour le segment d'approche finale jusqu'aux minimums LNAV ou LNAV/VNAV et $\pm 1,0$ nm pour le segment d'approche interrompue). Tous les membres d'équipage de conduite sont censés tenir les axes de la procédure, comme indiqué par les indicateurs d'écart latéral de bord et/ou le guidage du vol pendant toute la procédure d'approche, à moins d'être autorisés par l'ATC à s'en écarter ou en situation d'urgence. Pour les opérations normales, l'erreur/écart latéral (différence entre la route calculée par le système RNP et la position de l'aéronef par rapport à la route) devrait être limité à $\pm 1/2$ nm la précision de navigation associée à la procédure (c.-à-d. 0,5 nm pour les segments initial et intermédiaire, 0,15 nm pour le segment d'approche finale et 0,5 nm pour le segment d'approche interrompue). De brefs écarts par rapport à cette norme (p. ex. *overshoots* ou *undershoots*) pendant et immédiatement après les virages, jusqu'à un maximum d'une fois la précision de navigation (c.-à-d. 1,0 nm pour les segments initial et intermédiaire), sont admissibles.
- Remarque.** Certains avions n'affichent ou ne calculent pas la trajectoire pendant les virages, mais sont néanmoins tenus de respecter la norme pendant les interceptions qui suivent des virages et sur les segments rectilignes.
- 7) Lorsque la VNAV barométrique est utilisée pour le guidage de trajectoire dans le plan vertical pendant le segment d'approche finale, les écarts au-dessus et en dessous de la trajectoire VNAV barométrique ne doivent pas dépasser +22 m/-22 m (+75 pi/-75 pi), respectivement.
- 8) Les membres d'équipage de conduite exécuteront une approche interrompue si des écarts latéraux ou verticaux dépassant les critères ci-dessus sont prévus, à moins que le pilote n'ait en vue les références visuelles requises pour poursuivre l'approche.

2.6 Procédures d'exploitation générales

- Exploitants et membres d'équipage de conduite ne doivent pas demander une procédure RNP APCH, ou accepter une autorisation en ce sens, à moins qu'ils ne satisfassent aux critères.
- Le pilote doit se conformer à toutes instructions ou procédures identifiées par le constructeur comme nécessaires pour se conformer aux exigences de performances du de la présente spécification de navigation.
- Si la procédure d'approche interrompue est basée sur des moyens conventionnels (p. ex. NDB, VOR, DME), l'équipement de navigation correspondant doit être installé et en bon état de fonctionnement.
- Les membres d'équipage de conduite sont encouragés à utiliser le directeur de vol et/ou le pilote automatique en mode de navigation latérale, si disponible.

2.7 Procédures d'urgence

- Les membres d'équipage de conduite doivent aviser l'ATC de toute perte de fonctionnalité RNP APCH, en indiquant ce qu'il se propose de faire. S'ils ne peuvent pas se conformer aux exigences d'une procédure RNP APCH, ils doivent en aviser le service de la circulation aérienne

(ATS) dès que possible. La perte de fonctionnalité RNP APCH inclut toute défaillance ou tout événement dont il résulte que l'avion ne répond plus aux exigences de la procédure. L'exploitant devrait élaborer des procédures d'urgence pour réagir sans que la sécurité soit compromise à la suite d'une perte de la fonctionnalité RNP APCH pendant l'approche.

3.0 CONNAISSANCES ET FORMATION DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE

- 1) Le programme de formation doit assurer une formation suffisante (p. ex. simulateur, dispositif d'entraînement ou aéronef) portant sur le système RNP de bord pour que les pilotes ne soient pas simplement axés sur les tâches à accomplir, ceci comprenant :
 - a) les informations figurant dans la présente CI;
 - b) la signification et l'usage approprié des systèmes RNP;
 - c) les caractéristiques des procédures, déterminées à partir des représentations sur cartes et des descriptions textuelles;
 - d) l'indication des types de points de cheminement (*flyover* et *fly-by*), codes de parcours-extrémité (IF, TF, Radiogoniomètre (DF)) et tous autres types utilisés par l'exploitant, ainsi que les trajectoires de vol correspondantes;
 - e) l'équipement de navigation requis pour les opérations RNP APCH (au moins un système basé sur GNSS);
 - f) les informations spécifiques au système RNP :
 - i) niveaux d'automatisation, mode d'annonce, changements, alarmes, interactions, replis et dégradation;
 - ii) intégration fonctionnelle avec d'autres systèmes de bord;
 - iii) signification et pertinence des discontinuités de route et procédures du pilote s'y rapportant;
 - iv) procédures de contrôle pour chaque phase de vol;
 - v) types de capteurs de navigation utilisés par le système RNP et priorisation/pondération/logique du système y associées;
 - vi) anticipation de virage avec prise en considération des effets de vitesse et d'altitude;
 - vii) interprétation des affichages électroniques et symboles;
 - g) les procédures propres à l'équipement RNAV, telles qu'applicables, notamment comment :
 - i) vérifier que les données de navigation de l'avion sont à jour;
 - ii) vérifier que les autotests du système RNP ont été effectués avec succès;
 - iii) initialiser la position du système RNP;
 - iv) extraire et exécuter en vol une RNP APCH;
 - v) respecter les contraintes de vitesse et/ou d'altitude associées à une procédure d'approche;
 - vi) exécuter en vol l'interception d'un segment initial ou intermédiaire d'une approche à la suite d'une notification ATC;
 - vii) vérifier les points de cheminement et la mise en séquence du plan de vol;

- viii) voler directement jusqu'à un point de cheminement;
- ix) déterminer l'erreur/écart latéral;
- x) insérer et supprimer une discontinuité;
- xi) effectuer une vérification d'erreurs grossières de navigation en utilisant les aides de navigation;
- xii) modifier l'aéroport d'arrivée et l'aéroport de déroutement;
- h) la connaissance des niveaux d'automatisation recommandés par l'exploitant pour la phase de vol et la charge de travail, y compris les méthodes permettant de réduire l'erreur latérale pour maintenir l'axe de la procédure;
- i) la connaissance de la phraséologie radiotéléphonique pour applications RNP;
- j) la capacité d'appliquer les procédures d'urgence à la suite de défaillances du système RNP;
- k) la compréhension des restrictions liées à la spécification d'exploitation 620.

ANNEXE B – CRITÈRES PROPRES À LA SPÉCIFICATION D'EXPLOITATION 620 PORTANT SUR L'EXIGENCE DE NAVIGATION REQUISE – APPROCHE (RNP APCH) (SANS RESTRICTION)**1.0 EXIGENCES RELATIVES AUX AÉRONEFS**

- 1) Les exploitants peuvent démontrer la qualification de leurs systèmes de navigation d'aéronef en respectant l'un ou l'autre des critères suivants :
 - a) Le titulaire de l'approbation de conception démontrera qu'il y a conformité, et l'approbation sera documentée dans la documentation du constructeur. Une telle documentation indique que l'aéronef et l'équipement respectent les exigences techniques de la présente circulaire d'information (CI), et aucune autre évaluation de l'admissibilité de l'aéronef n'est nécessaire. La documentation acceptable à cette fin est la suivante :
 - i) Le constructeur de l'aéronef a ajouté dans le manuel de vol un énoncé indiquant que l'avion est autorisé à effectuer des opérations sur l'exigence de navigation requise – approche (RNP APCH) et que cette autorisation se fonde sur la navigation du système mondial de navigation par satellites GNSS et du système de positionnement mondial (GPS) renforcée du système de renforcement étendu (WAAS).
 - ii) Le constructeur de l'aéronef a ajouté dans le manuel de vol un énoncé signalant que l'avion respecte les exigences de la Circulaire d'information (CI) 20-138A de la Federal Aviation Administration (FAA), de la CI 20-130A de la FAA, ou de la Technical Standard Order (TSO) C115b et de la méthode acceptable de conformité (MAC) 20-28 de l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AESA), (ou toutes versions subséquentes de ces documents) et que cette autorisation se fonde sur la navigation GNSS (GPS) renforcée (WAAS).
 - b) Si l'approbation permettant à l'aéronef d'effectuer des opérations RNP APCH au moyen de la navigation GNSS (GPS) renforcée (WAAS) n'a pas été documentée, l'exploitant peut démontrer l'admissibilité de l'aéronef en respectant les critères décrits ci-dessous dans le présent article.

1.1 Surveillance et alerte à bord en matière de performances

- 1) Précision : Le long du segment d'approche finale et de la continuation directe de l'approche finale dans l'approche interrompue, l'erreur totale latérale et verticale du système dépend de l'erreur du système de navigation (NSE), de l'erreur de définition de trajectoire (PDE) et de l'erreur technique de vol (FTE).
 - a) NSE : la précision elle-même (probabilité d'erreur de 95 %) est modifiée à cause de différentes géométries des satellites. La NSE est l'erreur se situant entre la position réelle de l'aéronef et la position estimée par le système de navigation à bord.
 - b) FTE : une FTE est acceptable si la déviation maximale latérale et verticale affichée est conforme aux exigences en matière de déviation latérale et verticale non numérique du document Radio Technical Commission for Aeronautics (RTCA) DO 229 C (ou version subséquente) et si l'équipage maintient l'aéronef à l'intérieur du tiers de la déviation maximale latérale et à l'intérieur de la moitié de la déviation maximale verticale.
 - c) PDE : une PDE est jugée négligeable en se fondant sur le processus de spécification de la trajectoire à la spécification de données et l'assurance de la qualité connexe comprise dans le processus de production de blocs de données du segment d'approche finale (FAS), qui est un processus normalisé. Le fournisseur de services de navigation aérienne est chargé de la production de blocs de données FAS.

Remarque. Une FTE est jugée acceptable si le mode d'approche du système de guidage est utilisé durant l'approche.

- 2) Intégrité : La présentation simultanée de guidage latéral et vertical trompeur ainsi que des données de distance trompeuses durant une opération RNP APCH jusqu'aux minimums de performance d'alignement de piste avec guidage verticale (LPV) est considérée comme une situation de défaillance dangereuse (très peu probable). La présentation simultanée de guidage latéral trompeur ainsi que des données de distance trompeuses durant une opération RNP APCH jusqu'aux minimums de performance d'alignement de piste avec guidage vertical (LP) est considérée comme une situation de défaillance dangereuse (très peu probable).
- 3) Continuité : Une perte de capacité d'approche est considérée comme une situation de défaillance mineure si l'exploitant peut se replier sur un système de navigation différent et rejoindre un aéroport approprié. Dans le cas d'une opération RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV, au moins un système est requis.
- 4) Surveillance et alerte à bord en ce qui concerne les performances : Durant le segment d'approche finale d'une opération RNP APCH jusqu'aux minimums LP et LPV, la fonction de surveillance et d'alerte à bord en ce qui concerne les performances est assurée par les éléments suivants :
 - a) surveillance et alerte NSE (voir la rubrique sur les signaux électromagnétiques);
 - b) surveillance et alerte FTE : le guidage d'approche LPV doit être affiché sur un affichage d'écarts latéral et vertical (Indicateur de situation horizontale (HSI), Indicateur de situation horizontale électronique (EHSI), Indicateur d'écart de route (CDI) / VDI) incluant un indicateur de défaillance. L'affichage d'écart doit avoir un écart maximal approprié basé sur la précision de tenue de route requise. Les écarts maximaux latéral et vertical sont angulaires et sont liés aux définitions latérales et verticales du segment d'approche finale dans le bloc de données FAS.
- 5) Base de données de navigation : Lorsque le bloc de données FAS est déchiffré, l'équipement utilisera le contrôle de redondance cyclique (CRC) sur le bloc de données pour déterminer si les données sont valides. Si le bloc de données FAS ne réussit pas le contrôle CRC, l'équipement ne permettra pas l'activation de l'approche LP ou LPV.
- 6) Exigences relatives aux aéronefs – signaux électromagnétiques
 - a) Lorsque l'appareil se situe entre 2 mille(s) marin (nm) du point d'approche finale (FAP) et le FAP, l'équipement de navigation de bord émettra une alerte dans les 10 secondes si la probabilité que des erreurs de signaux électromagnétiques causent une erreur de position latérale supérieure à 0,6 nm dépasse 10^{-7} par heure.
 - b) Après la mise en séquence du FAP et pendant les opérations sur le segment d'approche finale d'une RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV :
 - i) l'équipement de navigation de bord émettra une alarme dans les 6 secondes si la probabilité que des erreurs de signaux électromagnétiques causent une erreur de position dans le plan latéral supérieure à 40 m dépasse 10^{-7} dans toute approche (Normes et pratiques recommandées de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Annexe 10, Volume I, Tableau 3.7.2.4-1);
 - ii) l'équipement de navigation de bord émettra une alarme dans les 6 secondes si la probabilité que des erreurs de signaux électromagnétiques causent une erreur de position dans le plan vertical supérieure à 50 m (ou 35 m dans le cas de minimums LPV de 200 pi) dépasse 10^{-7} dans toute approche (Normes et pratiques recommandées de l'OACI, Annexe 10, Volume I, Tableau 3.7.2.4-1).

Remarques

- 1) *Il n'y a pas d'exigences RNP APCH pour l'approche interrompue si elle est basée sur des moyens conventionnels (Radiophare omnidirectionnel (VOR), Équipement de mesure de distance (DME), Radiophare non directionnel (NDB)) ou sur la navigation à l'estime. Les exigences de la continuation directe d'approche finale, dans l'approche interrompue, sont conformes à la norme RTCA DO 229C (ou version subséquente).*
- 2) *Le respect de l'obligation de surveillance et alerte en ce qui concerne les performances n'implique pas un suivi automatique des erreurs techniques de vol (FTE). La fonction de surveillance et alerte à bord devrait comprendre au moins un algorithme de suivi et alerte en ce qui concerne la NSE (erreur du système de navigation) et un affichage d'écart latéral et vertical permettant à l'équipage de suivre la FTE. Dans la mesure où des procédures opérationnelles sont appliquées pour le suivi de la FTE, les procédures appliquées par l'équipage, les caractéristiques de l'équipement et l'installation sont évaluées en ce qui concerne leur efficacité et leur équivalence, de la façon décrite dans les besoins fonctionnels et les procédures à suivre. L'erreur de définition de trajectoire (PDE) est considérée comme négligeable.*

1.2 Admissibilité de l'équipement

- 1) Les systèmes suivants répondent aux exigences de précision, d'intégrité et de continuité, mais il faut également montrer qu'ils répondent aux exigences fonctionnelles du présent article:
 - a) l'équipement autonome du système de renforcement satellitaire (SBAS) de GNSS approuvé conformément à la norme E/TSO C146a (ou version subséquente). L'application de cette norme permet de garantir que l'équipement est au moins conforme à la norme RTCA DO 229C. L'équipement devrait être de classe Gamma et de classe opérationnelle 3;
 - b) dans le cas d'un système de navigation intégré (p. ex., système moderne de gestion de vol (FMS)) incorporant un capteur SBAS de GNSS, la norme E/TSO C115b et la CI 20-130A (ou toutes versions subséquentes de ces documents) fournissent un moyen de conformité acceptable pour l'approbation du système de navigation lorsqu'elles sont appuyées par les lignes directrices suivantes :
 - i) respect des exigences en matière de performance de la norme E/TSO-C146a (ou version subséquente) qui s'appliquent au classe fonctionnel gamma, la classe opérationnelle 3 ou delta 4 est montré;
 - ii) le capteur SBAS de GNSS est approuvé conformément à la norme E/TSO C145a, classe Beta, classe opérationnelle 3;
 - c) un système d'approche incorporant de l'équipement SBAS de GNSS de classe Delta approuvé conformément à la norme E/TSO C146a (ou version subséquente). Cette norme garantit que l'équipement est au moins conforme à la norme RTCA DO 229C. L'équipement devrait être de classe Delta 4;
 - d) on prévoit que les futurs systèmes GNSS renforcés respecteront ces exigences.

1.3 Critères pour systèmes de navigation particuliers

- 1) La RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV est basée sur un positionnement par GNSS renforcé. Les données de positionnement provenant d'autres types de capteurs de navigation pourront être intégrées avec les données du GNSS pourvu que les autres données de positionnement ne causent pas d'erreurs de position dépassant le bilan d'erreur totale du

système (TSE), ou si des moyens sont fournis pour désélectionner les autres types de capteurs de navigation.

1.4 Exigences fonctionnelles - affichages de navigation

- 1) Le guidage d'approche doit être affiché sur un affichage d'écart latéral et vertical (Indicateur de situation horizontale HSI, Indicateur de situation horizontale électronique (EHSI), Indicateur d'écart de route (CDI)/indicateur de déviation verticale (VDI)) incluant un indicateur de défaillance. Il doit respecter les exigences suivantes :
 - a) l'affichage doit être utilisé comme instrument de vol primaire pour l'approche;
 - b) l'affichage doit être visible pour le pilote et situé dans son champ primaire de vision (± 15 degrés de sa ligne de vision normale) lorsqu'il regarde vers l'avant le long de la trajectoire de vol;
 - c) l'affichage d'écart latéral doit aussi avoir une déviation maximale appropriée basée sur la précision de tenue de route requise.
- 2) Les écarts maximaux latéral et vertical sont angulaires et sont liés aux définitions latérales et verticales du segment d'approche finale dans le bloc de données FAS.

Remarque. Lorsque l'équipage de conduite minimum est de deux pilotes, le pilote qui n'est pas aux commandes devrait pouvoir vérifier la trajectoire désirée et la position de l'avion par rapport à la trajectoire. Pour plus de détails sur l'affichage des écarts latéraux et verticaux à l'échelle, voir les exigences d'affichage d'écart latéral et vertical du document DO 229C (ou version subséquente).

1.5 Besoins fonctionnels - capacités

- 1) La capacité d'afficher constamment le mode d'approche GNSS (p. ex., LP, LPV, Navigation latérale / Navigation verticale (LNAV/VNAV), Navigation verticale (LNAV)) dans le champ primaire de vision du pilote. Cet affichage indique à l'équipage le mode d'approche actif afin d'établir un lien avec les minimums de la carte d'approche. La capacité permet également de détecter un niveau de dégradation du service (p. ex., une rétrogradation de LPV à LNAV). Le système embarqué devrait automatiquement utiliser le « niveau de service » le plus élevé disponible pour afficher le mode d'approche GNSS lorsque l'approche est sélectionnée.
- 2) La capacité d'afficher constamment la distance jusqu'au point de seuil de piste/point de seuil fictif (LTP/FTP).
- 3) La base de données de navigation doit contenir les données/renseignements nécessaires pour effectuer la procédure d'approche publiée (segment d'approche finale). Même si les données peuvent être stockées ou transmises de différentes manières, elles doivent être organisées en blocs de données afin de calculer le CRC. Ce format assure une protection de l'intégrité des données que le bloc contient. Ainsi, chaque segment d'approche finale est défini par un « bloc de données FAS » spécifique contenant les paramètres latéraux et verticaux nécessaires de l'approche voulue. Lorsque le bloc de données FAS est déchiffré, l'équipement utilisera le contrôle CRC sur le bloc de données pour déterminer si les données sont valides. Si le bloc de données FAS ne réussit pas le contrôle CRC, l'équipement ne permettra pas l'activation de l'approche.
- 4) La capacité de sélectionner dans la base de données du système installé la procédure d'approche entière à suivre (numéro de canal SBAS et/ou nom d'approche).
- 5) L'indication de perte de moyen de navigation (p. ex., panne du système) dans le champ primaire de vision du pilote au moyen d'un drapeau d'avertissement de navigation ou d'un indicateur équivalent sur l'affichage de navigation vertical et/ou latéral.

- 6) L'indication de la fonction d'alarme d'intégrité (LOI) dans le champ normal de vision du pilote (p. ex., au moyen d'un avertisseur situé convenablement).
- 7) La capacité de fournir immédiatement des indications d'écart par rapport à la route relativement au segment d'approche finale prolongé, afin de faciliter l'interception du segment d'approche finale prolongé à partir d'un vecteur radar (p. ex., la fonction de vecteur radar pour l'approche finale [VTF]).

Remarque. Ces exigences se limitent au segment d'approche finale, à la continuation directe de l'approche finale dans l'approche interrompue et à l'interception du segment d'approche finale prolongé. Si le système installé peut également effectuer les segments initial, intermédiaire et d'approche interrompue de l'approche, les exigences correspondantes s'appliquent.

2.0 PROCÉDURES À SUIVRE

- 1) La certification de navigabilité à elle seule n'autorise pas l'exploitant à effectuer des opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV. Il faut aussi que l'approbation opérationnelle confirme que les procédures normales de l'exploitant et ses procédures d'urgence sont adéquates pour l'installation dont il s'agit.

2.1 Planification prévol

- 1) Les exploitants et les pilotes qui se proposent de mener des opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV doivent déposer les suffixes de plan de vol au contrôle de la circulation aérienne (ATC) appropriés et les données de navigation de bord doivent être à jour et inclure les procédures appropriées.

Remarque. Les bases de données de navigation devraient être à jour pendant la durée du vol. Si le cycle de régularisation et contrôle de la diffusion des renseignements aéronautiques (AIRAC) doit changer pendant le vol, exploitants et pilotes devraient établir des procédures pour s'assurer de la précision des données de navigation, et de l'utilisation d'installations de navigation appropriées pour définir les routes pour le vol.

- 2) En plus des vérifications normales de planification prévol, il faut inclure ce qui suit :
 - a) le pilote doit s'assurer que la sélection des approches utilisables pour le vol envisagé (y compris les aérodromes de décollage) est faite à partir d'une base de données de navigation valide (cycle AIRAC en vigueur), que ces approches ont été vérifiées par le processus approprié et qu'elles ne sont pas interdites par une instruction de la compagnie ou un Avis aux aviateurs (NOTAM);
 - b) le pilote devrait s'assurer pendant la phase prévol que des moyens suffisants sont disponibles pour naviguer et atterrir à la destination ou à un aérodrome de décollage en cas de perte de fonctionnalité LP ou LPV de bord;
 - c) exploitants et équipages de conduite doivent tenir compte de tout NOTAM (y compris NOTAM sur le SBAS) ou élément de briefing de l'exploitant qui pourrait avoir un effet sur le fonctionnement du système de bord, ou la disponibilité ou le caractère approprié des procédures à l'aérodrome d'atterrissage ou à un aérodrome de décollage;
 - d) si la procédure d'approche interrompue est basée sur des moyens conventionnels (p. ex., VOR, NDB), l'équipement de bord approprié requis pour cette procédure doit être installé à bord et être opérationnel. Les aides de navigation au sol qui lui sont associées doivent également être opérationnelles. Si la procédure d'approche interrompue est basée sur la RNAV (aucune approche interrompue conventionnelle ou à l'estime disponible), l'équipement de bord approprié requis pour cette procédure doit être installé à bord et être opérationnel.

- 3) La disponibilité de l'infrastructure d'aides à la navigation requise pour les routes prévues, y compris l'intégrité du GNSS et toutes situations d'urgence non RNAV, doit être confirmée pour la période d'opérations prévues, sur la base de tout renseignement disponible.

2.2 Disponibilité du GNSS renforcé

- 1) Les niveaux de service requis pour les opérations RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV peuvent être vérifiés soit au moyen des NOTAM (si disponibles), soit par des services de prédiction. Les exploitants devraient avoir connaissance des informations de prédiction disponibles pour la route prévue.
- 2) La prédiction de disponibilité du service LP ou LPV devrait tenir compte des NOTAM concernant la plus récente constellation GPS, l'état du système SBAS et le modèle d'avionique (si disponible). Le service peut aussi être fourni par la direction des Services de la navigation aérienne (DSNA), le fabricant de l'avionique, d'autres entités, ou la fonctionnalité de prédiction LP ou LPV du récepteur embarqué.
- 3) Si une perte continue du niveau approprié de détection de dérangements de plus de cinq minutes est prévue pour toute partie du vol RNP APCH, le plan de vol devrait être revu (p. ex. en retardant le départ ou en planifiant une procédure de départ différente).
- 4) Le logiciel de prédiction de disponibilité de service ne garantit pas le service, il s'agit plutôt d'outils d'évaluation de la possibilité escomptée de respecter les performances de navigation requises. Une défaillance non planifiée de certains éléments du GNSS ou SBAS pouvant survenir, les membres d'équipage de conduite doivent avoir conscience que la navigation GPS ou SBAS peut se perdre en vol, ce qui peut exiger le repli sur un autre moyen de navigation. Les membres d'équipage de conduite devraient donc évaluer leurs possibilités de naviguer, éventuellement jusqu'à une destination de déchargement, en cas de défaillance de la navigation GPS et SBAS.
- 5) On prévoit que ces services de prédiction de disponibilité seront mis au point pour les futurs systèmes GNSS et que les performances seront équivalentes au SBAS.

2.3 Avant de commencer la procédure

- 1) En plus de la procédure normale avant de commencer l'approche (avant le repère d'approche initiale (IAF) et de façon compatible avec la charge de travail de l'équipage), les membres d'équipage de conduite doivent vérifier que la bonne procédure a été chargée, par comparaison avec les cartes d'approche. Cette vérification doit comprendre :
 - a) la séquence de points de cheminement;
 - b) la vraisemblance des trajectoires et des distances des tronçons d'approche, ainsi que la précision du parcours de rapprochement et la longueur du segment d'approche finale;
Remarque. Au minimum, cette vérification pourrait être une simple inspection d'un visuel cartographique approprié.
 - c) l'angle de trajectoire vertical.
- 2) Les interventions tactiques de l'ATC dans la région terminale peuvent inclure des caps radar, des autorisations *direct to* évitant les tronçons initiaux d'une approche, l'interception d'un segment initial ou intermédiaire d'une approche, ou l'insertion de points de cheminement chargés à partir de la base de données. En se conformant aux instructions de l'ATC, l'équipage de conduite devrait avoir conscience des implications pour le système de navigation :
 - a) l'introduction manuelle de coordonnées dans le système de navigation par le membre d'équipage de conduite pour une opération en région terminale n'est pas permise;
 - b) une autorisation *direct to* peut être acceptée jusqu'au repère intermédiaire (IF) pourvu que la modification de route en résultant à cet IF ne dépasse pas 45 degrés.

Remarque: Une autorisation direct to jusqu'au FAF n'est pas acceptable.

- 3) Le système d'approche permet au membre d'équipage de conduite d'intercepter l'approche finale bien avant le FAP (fonction de vecteur radar pour l'approche finale [VTF] ou fonction équivalente). Cette fonction devrait être utilisée pour respecter les autorisations ATC.

2.4 Pendant la procédure

- 1) Le mode d'approche sera activé automatiquement par le système RNP. Lorsqu'une transition directe à la procédure d'approche est effectuée (p. ex., lorsque l'aéronef est guidé par l'ATC jusqu'au segment d'approche finale prolongé et que le membre d'équipage de conduite sélectionne la fonction VTF ou une fonction équivalente), le mode d'approche LP ou LPV est également immédiatement activé.
- 2) Le système fournit le guidage latéral et/ou vertical relativement au segment d'approche finale LP ou LPV ou au segment d'approche finale prolongé (pour la transition directe).
- 3) Les membres d'équipage de conduite doivent vérifier que le mode d'approche GNSS indique LP ou LPV (ou une indication équivalente) à partir d'une distance de 2 nm avant le FAP.
- 4) Pour assurer la marge de franchissement du relief et des obstacles, le segment d'approche finale doit être intercepté au plus tard au FAP pour que l'avion soit bien établi sur l'axe d'approche finale avant de commencer la descente.
- 5) Les affichages appropriés doivent être sélectionnés afin que les renseignements suivants puissent être suivis en continu :
 - a) la position de l'aéronef par rapport à la trajectoire latérale;
 - b) la position de l'aéronef par rapport à la trajectoire verticale;
 - c) absence d'alarme de perte d'intégrité LOI (loss of integrity).
- 6) Les membres d'équipage de conduite doivent respecter toutes les limites publiées d'altitude et de vitesse.
- 7) Avant la mise en séquence du FAP, les membres d'équipage de conduite devraient interrompre la procédure d'approche dans les cas suivants :
 - a) la perte de moyen de navigation indiquée par un drapeau d'avertissement (p. ex., panne du circuit électrique, défaillance d'équipement);
 - b) la perte de la surveillance de l'intégrité, indiquée localement, ou une perte équivalente;
 - c) une alerte de basse altitude (le cas échéant).
- 8) Après la mise en séquence du FAP, à moins que les membres d'équipage de conduite ne disposent des références visuelles nécessaires pour continuer l'approche à vue, la procédure doit être interrompue dans les cas suivants :
 - a) la perte de moyen de navigation est indiquée par un drapeau d'avertissement (p. ex., drapeau latéral, drapeau vertical ou les deux drapeaux);

Remarque. la perte de la surveillance de l'intégrité (LOI) après la mise en séquence du FAP entraîne la perte d'un moyen de navigation (drapeau d'avertissement).
 - b) la perte de guidage vertical est indiquée (même si le guidage latéral est déjà affiché);
 - c) une FTE trop importante qui ne peut pas être corrigée en temps opportun.

- 9) Les membres d'équipage de conduite exécuteront une approche interrompue si des écarts latéraux ou verticaux dépassant sont rencontrés et ne peuvent pas être corrigés en temps opportun, à moins qu'ils n'aient en vue les références visuelles requise pour poursuivre l'approche. L'approche interrompue doit être exécutée en conformité avec la procédure publiée (p. ex., conventionnelle ou RNAV).

2.5 Procédures d'exploitation générales

- 1) Exploitants et membres d'équipage de conduite ne doivent pas demander ni accepter une procédure RNP APCH jusqu'aux minimums LP ou LPV à moins qu'ils ne satisfassent aux critères.
- 2) Les membres d'équipage de conduite doivent se conformer à toutes instructions ou procédures identifiées par le constructeur comme nécessaires pour se conformer aux exigences de performances du présent chapitre.
- 3) Si la procédure d'approche interrompue se fonde sur des moyens conventionnels (p. ex., NDB, VOR, DME), l'équipement de navigation connexe doit être installé et être fonctionnel.
- 4) Les membres d'équipage de conduite sont encouragés à utiliser le directeur de vol et/ou le pilote automatique en mode de navigation latérale, si disponible.

2.6 Procédures d'urgence

- 1) L'exploitant devrait élaborer des procédures d'urgence pour réagir sans que la sécurité soit compromise à la suite d'une perte de la fonctionnalité d'approche pendant l'approche.
- 2) Les exploitants et les membres d'équipage de conduite doivent bien comprendre la capacité d'approche de l'aéronef en cas de perte de service ou de capacité WAAS. Un aéronef équipé d'un système de navigation WAAS sans capacité de VNAV barométrique ne pourra pas suivre les procédures RNP APCH jusqu'aux minimums LNAV/VNAV si l'aéronef vient à perdre sa capacité WAAS (par exemple, un mauvais niveau de service WAAS).
- 3) Les membres d'équipage de conduite doivent aviser l'ATC de toute perte de fonctionnalité RNP APCH, en indiquant ce qu'il se propose de faire. S'ils ne peuvent pas se conformer aux exigences d'une procédure RNP APCH, ils doivent en aviser le service de la circulation aérienne (ATS) dès que possible. La perte de fonctionnalité RNP APCH inclut toute défaillance ou tout événement dont il résulte que l'avion ne répond plus aux exigences de la procédure.

3.0 CONNAISSANCES ET FORMATION DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE.

- 1) Le programme de formation des pilotes devrait être structuré afin d'offrir une formation théorique et pratique à l'aide d'un simulateur, d'un dispositif d'entraînement ou d'une formation en ligne dans un aéronef. Le programme devrait porter sur le système d'approche de l'aéronef afin de s'assurer que les membres d'équipage de conduite ne sont pas uniquement axés sur les tâches. Le programme suivant devrait être considéré comme une modification minimale du programme de formation pour appuyer ces opérations :
 - a) le contenu de la présente CI;
 - b) concept d'approche RNP contenant les minimums LP ou LPV :
 - i) théorie des opérations d'approche;
 - ii) représentation cartographique des approches;
 - iii) utilisation du système d'approche, notamment :
 - A) la sélection de la procédure d'approche LP ou LPV;

- B) le principe de ressemblance du Système d'atterrissage aux instruments (ILS);
 - iv) utilisation du ou des modes de navigation latérale et des techniques de commande latérale qui y sont associés;
 - v) utilisation du ou des modes de navigation verticale et des techniques de commande verticale qui y sont associés;
 - vi) la phraséologie radiotéléphonie (RT) pour les opérations d'approche LP ou LPV;
 - vii) les implications pour les opérations d'approche LP ou LPV des défaillances des systèmes qui ne sont pas liés au système d'approche (p. ex., le circuit hydraulique).
- c) approche RNP contenant les minimums LP ou LPV :
- i) définition des opérations d'approche LP ou LPV et leur lien direct avec les procédures RNAV(GNSS);
 - ii) exigences réglementaires s'appliquant aux opérations d'approche LP ou LPV;
 - iii) équipement de navigation requis pour les opérations d'approche LP ou LPV :
 - A) concepts et caractéristiques des GPS;
 - B) caractéristiques des GNSS renforcés;
 - C) liste d'équipement minimal (MEL);
 - iv) caractéristiques des procédures :
 - A) représentation sur cartes;
 - B) représentation sur affichage d'aéronef;
 - C) minimums;
 - v) extraction d'une procédure d'approche LP ou LPV dans la base de données (p. ex., utiliser son nom ou le numéro de canal SBAS);
 - vi) modification de l'aéroport d'arrivée et de l'aéroport de dégagement;
 - vii) exécution de la procédure :
 - A) utilisation du pilote automatique, de l'automanette et du directeur de vol;
 - B) comportement de mode de guidage en vol (FG);
 - C) gestion de trajectoire latérale et verticale;
 - D) respect des limites de vitesse et/ou d'altitude;
 - E) exécution en vol de l'interception du segment initial ou intermédiaire d'une approche à la suite d'une notification ATC;
 - F) exécution en vol de l'interception du segment d'approche finale prolongé (p. ex., à l'aide de la fonction VTF);
 - G) prise en compte de l'indication du mode d'approche GNSS (p. ex., LP, LPV, LNAV/VNAV, LNAV);
 - H) utilisation d'autre équipement de bord pour le suivi de route et l'évitement du relief et des obstacles par l'équipage de conduite;

- viii) procédures ATC;
- ix) procédures anormales;
- x) procédures d'urgence;
- xi) l'exploitant et les membres d'équipage de conduite doivent bien comprendre la capacité d'approche de l'aéronef en cas de perte de service WAAS. Ce ne sont pas tous les aéronefs équipés d'un SBAS qui sont capables d'effectuer des approches LNAV ou LNAV/VNAV comme solution de rechange.

ANNEXE C –VNAV BAROMÉTRIQUE (BARO-VNAV)

1.0 INTRODUCTION

1.1 Objet

- 1) La présente annexe vise à fournir aux exploitants aériens et aux exploitants privés les exigences qui doivent être respectées pour obtenir l'autorisation d'effectuer des opérations VNAV barométriques (baro-VNAV) dans des procédures d'approche aux instruments sur l'exigence de navigation requise – approche (RNP APCH) jusqu'aux minimums de navigation latérale / navigation verticale (LNAV/VNAV). L'autorisation finale sera accordée par le biais de l'annotation de la spécification d'exploitation 620, qui porte sur l'*exigence de navigation requise - approche (RNP APCH)*, d'une restriction aux minimums LNAV et LNAV/VNAV.
- 2) La présente annexe est fondée sur le contenu du Supplément A du Volume II de la partie C du document 9613 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), *Performance Based Navigation (PBN) Manual* et le contenu du TP 14371, *Manuel d'information aéronautique*. Tant qu'une norme sur la baro-VNAV n'est pas publiée dans les *Normes de service aérien commercial (NSAC)*, la présente annexe constituera les conditions à satisfaire pour obtenir l'autorisation de baro-VNAV.

2.0 CONTEXTE

- 1) Le présent document concerne les systèmes qui se basent sur l'utilisation de l'altitude barométrique et de renseignements RNAV dans la définition de trajectoires de vol dans le plan vertical, et la poursuite verticale d'une trajectoire. Le segment d'approche finale de procédures de vol aux instruments VNAV est exécuté en utilisant le guidage vertical vers un alignement de descente généré par le système RNAV de bord. L'alignement de descente est contenu dans le codage de la procédure aux instruments dans la base de données de navigation du système RNAV. Pour les autres phases du vol, la baro-VNAV fournit des renseignements sur la trajectoire verticale qui peut être définie par des angles verticaux ou des altitudes à des repères dans la procédure.
- 2) Le guidage vertical des systèmes de baro-VNAV est tiré de données d'altitudes barométriques. Les renseignements fournis par de tels systèmes pendant une approche de non-précision (NPA) sont de nature purement consultative. Les membres d'équipage de conduite sont tenus de respecter toutes les altitudes minimales, y compris celles des descentes par paliers, puisque les NPA ne sont pas spécialement conçues pour tirer profit de la technique de la descente à angle constant rendue plus facile par la capacité de baro-VNAV.
- 3) Les NPA se basent habituellement sur des critères de franchissement des obstacles relativement à la descente et à la mise en palier. L'altitude minimale de descente se base sur une marge de franchissement établie de l'obstacle le plus élevé. Il en résulte une marge de sécurité très élevée, puisque l'altitude minimale est appliquée à tout le segment de l'approche, et des altitudes minimales de descente (MDA) élevées.
- 4) Une autorisation est nécessaire pour effectuer des opérations de baro-VNAV dans des approches RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV et des connaissances et de la formation de l'équipage de conduite additionnelles sont nécessaires en raison du profil vertical d'une procédure d'approche avec guidage vertical (APV) qui utilise une surface inclinée. Il en est ainsi parce que la marge de franchissement d'obstacles requise (ROC) est basée sur un ratio plutôt que sur une marge de franchissement fixe. Il en résulte un profil vertical très semblable à celui d'une approche avec le système d'atterrissage aux instruments (ILS), ce qui permet la publication de minimums d'approche moins élevé.

- 5) En conséquence, l'équipage de conduite doit connaître les différences de conception de procédure d'approche entre une approche RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV et une approche RNP jusqu'aux minimums LNAV.

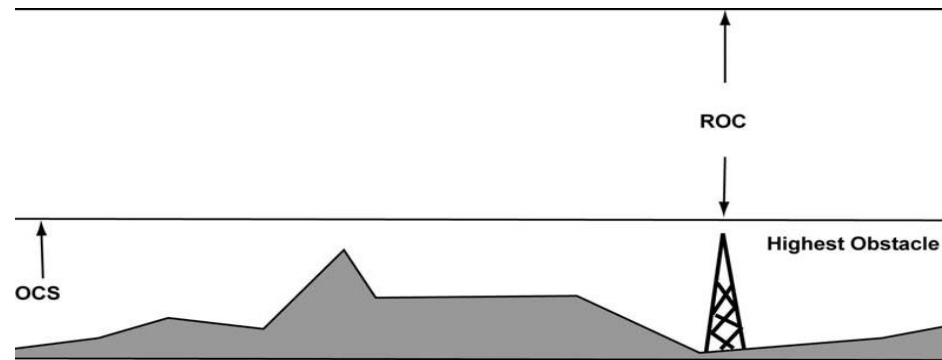
2.1 Approches utilisant l'équipement de VNAV barométrique

- 1) L'équipement de baro-VNAV peut être appliqué à deux différentes opérations d'approche et d'atterrissage :
- a) *Approches et atterrissages avec guidage vertical.* Dans ce cas, l'utilisation d'un système VNAV comme un système de baro-VNAV est nécessaire. Lorsque la baro-VNAV est utilisée pour effectuer une approche RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV, le guidage de navigation latéral est basé sur les spécifications de RNP APCH, et une autorisation est exigée.
 - b) *Approches et atterrissages de non-précision.* Dans ce cas, l'utilisation d'un système de baro-VNAV n'est pas nécessaire, mais il peut servir à faciliter une technique de descente constante. Autrement dit, le guidage VNAV consultatif est superposé sur une NPA. Le guidage de navigation latérale est fondé sur le système de navigation désigné sur la carte. L'autorisation de l'utilisation de la baro-VNAV n'est pas nécessaire.
- 2) Les opérations d'approche et d'atterrissage avec guidage vertical approuvé présentent d'importants avantages par rapport à celles avec guidage VNAV consultatif superposé sur une NPA parce qu'elles se basent sur des critères de conception de procédure précis. L'exigence de vérification croisée des contraintes liées à la procédure NPA, comme les repères de descente par paliers, ne s'y applique pas. De plus, ces critères traitent des éléments suivants :
- a) perte d'altitude après l'amorce d'une approche interrompue permettant l'utilisation d'une altitude de décision (DA) plutôt que d'une MDA, normalisant ainsi les techniques de vol pour les approches avec guidage vertical;
 - b) franchissement d'obstacle dans la phase d'approche et d'atterrissage qui tient compte des contraintes de températures jusqu'à la DA, ce qui entraîne une meilleure protection contre les obstacles par rapport à une procédure NPA.

2.2 Conception de procédure – LNAV par rapport à LNAV/VNAV

- 1) *LNAV.* Le concept de surface de franchissement d'obstacles (OCS) en palier s'applique aux segments de « vol en palier ». Ces segments sont des vols en palier prévus pour des approches finales de non-précision, ainsi que pour d'autres types d'opérations. Une seule valeur de marge de franchissement d'obstacles requise (ROC) est appliquée tout le long du segment.

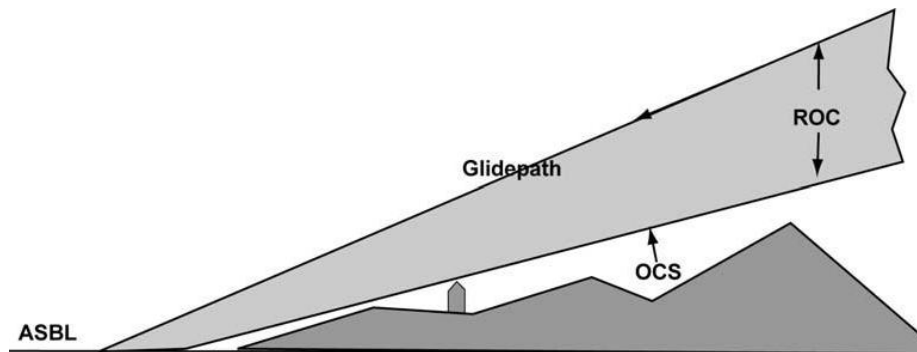
Figure 1 – Critères de franchissement des obstacles relativement à une approche RNP aux minimums LNAV



ROC	ROC
OCS	OCS
Highest Obstacle	Obstacle le plus élevé

- 2) *LNAV/VNAV*. La méthode utilisée pour appliquer la ROC aux segments de descente le long de l'alignement de descente nécessite un concept de franchissement d'obstacle différent du concept d'OCS en palier parce que la valeur de ROC doit varier le long du segment. La valeur de ROC près de la piste est relativement petite, alors que la valeur à l'autre extrémité du segment est suffisante pour respecter une OCS en palier.

Figure 2 – Critères de franchissement des obstacles relativement à une approche RNP aux minimums LNAV/VNAV



ASBL	Base de surface d'approche
Glidepath	Alignement de descente
ROC	ROC
OCS	OCS

- 3) *Descente le long d'une trajectoire de descente de précision*. La méthode d'évaluation d'un obstacle dans le cas d'une descente le long d'une trajectoire de descente consiste à appliquer un OCS en descente sous la trajectoire de descente. L'espacement vertical entre la trajectoire de descente et l'OCS est la ROC. La ROC diminue à mesure que la distance du repère d'approche finale (FAF) augmente puisque l'OCS et la trajectoire de descente convergent vers la hauteur de la base de surface d'approche (ASBL).

- 4) La conception de la procédure ne comporte pas d'exigences particulières en matière d'infrastructure. Ces critères sont basés sur l'utilisation de l'altimétrie barométrique par un système RNAV de bord dont les possibilités de performances correspondent à l'opération requise.

3.0 EXIGENCES EN MATIÈRE D'ADMISSIBILITÉ DE L'AÉRONEF

3.1 Documentation

- 1) Les documents pertinents, acceptables pour Transports Canada, doivent être disponibles pour établir que l'aéronef est équipé d'un système RNAV avec fonctionnalité VNAV démontrée. L'admissibilité doit être établie en deux étapes, l'une reconnaissant les qualités et les qualifications de l'avion et de l'équipement, et la seconde déterminant l'admissibilité des opérations. La détermination d'admissibilité pour les systèmes existants devrait prendre en compte l'acceptation des documents de conformité du constructeur.

Remarque : *Les systèmes RNP ayant fait l'objet d'une démonstration et d'une qualification en matière d'opérations RNP AR (autorisation requise), VNAV comprise, sont réputés être qualifiés, étant entendu que l'on s'attend à ce que les approches RNP soient exécutées de façon cohérente avec l'approbation RNP AR de l'exploitant. Aucun autre examen des capacités de l'aéronef, de la formation de l'exploitant, de l'entretien, des procédures d'exploitation, des bases de données, etc., n'est nécessaire.*

3.2 Système de RNAV barométrique

- 1) Pour les opérations fondées sur l'utilisation de moyens VNAV barométriques, au moins un système RNAV est requis.
- 2) Les opérations d'approche baro-VNAV sont basées sur l'utilisation d'équipement RNAV qui détermine automatiquement la position de l'aéronef dans le plan vertical en utilisant les données d'un équipement qui peut comprendre :
- calculateur de données aérodynamiques, TSO-C106 de la FAA;
 - système de données aérodynamiques, ARINC 706, « Mark 5 Air Data System »;
 - altimètre barométrique, DO-88 « Altimetry », ED-26 « MPS for Airborne Altitude Measurements and Coding Systems », ARP-942 « Pressure Altimeter Systems », ARP-920 « Design and Installation of Pitot Static Systems for Transport Aircraft »;
 - systèmes intégrés avec certification de type, offrant une fonctionnalité comparable à un système de données, ARINC 706, « Mark 5 Air Data System ».
- 3) Des données de positionnement provenant d'autres sources peuvent être intégrées avec les renseignements sur l'altitude barométrique pourvu que cela ne cause pas d'erreurs de position dépassant les exigences de précision pour la tenue de route.
- 4) La performance du système altimétrique est démontrée séparément par la certification des circuits de pression statique, où la performance doit être de 30 pieds (pi) par 100 KIAS. Les systèmes altimétriques répondant à une telle exigence satisferont aux conditions d'erreur du système altimétrique (ASE) pour la baro-VNAV.
- 5) L'erreur du système altimétrique de bord à 99,7 % pour chaque aéronef (en supposant la température et les gradients adiabatiques de l'atmosphère standard internationale) doit être inférieure ou égale à l'expression suivante lorsque l'avion est en configuration d'approche :
- $$ASE = -8,8 \cdot 10^{-8} \cdot H^2 + 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot H + 50 \text{ (pi)}$$
- où H est l'altitude vraie de l'avion.

Remarque. L'altimétrie barométrique et l'équipement connexe, tel que les systèmes de données aérodynamiques, sont un moyen de base qui est requis et déjà soumis à des exigences d'équipement minimum pour les opérations aériennes.

3.3 Précision du système

- 1) Pour les opérations d'approche aux instruments, il devrait avoir été démontré que l'erreur de l'équipement VNAV de bord, à l'exclusion de l'altimétrie, est inférieure à celle indiquée ci-dessous, avec une probabilité de 99,7 %.

Tableau 2 – Erreur de l'équipement VNAV de bord, à l'exclusion de l'altimétrie.

	Segments de vol en palier et région d'altitude d'interception de montée/descente des altitudes spécifiées	Montée/descente le long d'un profil vertical (angle) spécifié
À 1500 m (5000 pi) ou en dessous	15 m (50 pi)	30 m (100 pi)
1500 m à 3000 m (5000 pi à 10 000 pi)	15 m (50 pi)	45 m (150 pi)
Au-dessus de 3000 m (10 000 pi)	15 m (50 pi)	67 m (220 pi)

Remarque. Les altitudes d'exploitation maximales seront fondées sur la conformité à la tolérance de précision totale.

- 2) Le guidage VNAV peut être utilisé en vol en palier en route comme dans le cas des lois de contrôle de tenue d'altitude, qui sont intégrées avec les lois de contrôle de la vitesse pour produire un échange d'énergie. La composante d'erreur incrémentale qu'apporte l'équivalent de VNAV doit être compensée par une réduction correspondante dans d'autres composantes d'erreur, telle l'erreur technique de vol, pour que le bilan d'erreur total ne soit pas dépassé.
- 3) L'erreur altimétrique inclut toutes les erreurs attribuables à l'installation altimétrique de bord, y compris les effets de position résultant d'assiettes en vol normales. Dans un avion à hautes performances, une correction altimétrique est censée être assurée. Une telle correction devrait être effectuée automatiquement. Dans un avion à moindres performances, il peut être nécessaire de renforcer le système altimétrique.
- 4) L'erreur d'équipement VNAV inclut toutes les erreurs résultant de l'équipement de guidage vertical. Elle n'inclut pas les erreurs du système altimétrique, mais inclut toutes autres erreurs résultant de l'addition de l'équipement VNAV. Cette composante d'erreur peut être nulle en vol en palier en route si l'opération est limitée à un guidage au moyen de l'altimètre seulement. Elle ne devrait pas être négligée dans les opérations de région terminale et d'approche où le pilote est censé suivre les indications VNAV.
- 5) La composante d'erreur verticale d'une erreur de positionnement longitudinal est limitée par les conditions de qualification de l'équipement ci-après pour la VNAV barométrique, et se traduit directement dans le décalage utilisé, pour la tolérance longitudinale, dans les critères de conception de la procédure VNAV barométrique :
- systèmes de navigation GNSS certifiés pour l'approche ou systèmes multicapteurs utilisant une centrale inertielle de référence (IRU) en combinaison avec le GNSS; ou
 - systèmes RNP approuvés pour RNP 0,3 ou moins;
 - équipement VNAV en bon état de fonctionnement;

- d) système VNAV certifié pour opérations d'approche VNAV barométrique;
 - e) système LNAV/VNAV intégré, avec une source précise d'altitude barométrique;
 - f) altitudes VNAV et renseignements sur la procédure provenant d'une base de données de navigation dont l'intégrité est assurée par une assurance qualité.
- 6) Erreurs techniques de vol (pilotage). Avec des affichages satisfaisants de l'information de guidage vertical, il devrait avoir été démontré que les erreurs techniques de vol sont inférieures aux valeurs qui apparaissent ci-dessous sur la base d'une règle des trois sigmas.

Tableau 3 – Erreurs techniques de vol (pilotage)

	Segments de vol en palier et région d'altitude d'interception de montée/descente des altitudes spécifiées	Montée/descente le long d'un profil vertical (angle) spécifié
À 1500 m (5000 pi) ou en dessous	45 m (150 pi)	60 m (200 pi)
1500 m à 3000 m (5000 pi à 10 000 pi)	73 m (240 pi)	91 m (300 pi)
Au-dessus de 3000 m (10 000 pi)	73 m (240 pi)	91 m (300 pi)

- 7) Des essais en vol de l'installation suffisants devraient avoir été exécutés pour vérifier la possibilité de maintenir ces valeurs. Des valeurs moindres pour les erreurs techniques de vol peuvent être réalisées spécialement dans les cas où le système VNAV sera utilisé seulement en étant couplé à un pilote automatique ou à un directeur de vol. Il convient pourtant de maintenir au moins la précision verticale du système total indiquée ci-dessous.
- 8) Si une installation a pour résultat de plus grandes erreurs techniques de vol, l'erreur verticale totale du système (à l'exclusion de l'altimétrie) peut être déterminée en combinant l'erreur de l'équipement et l'erreur technique de vol par la méthode de la racine carrée de la somme des carrés (RSS). Le résultat devrait être inférieur aux valeurs ci-dessous.

Tableau 4 – Erreur verticale totale

	Segments de vol en palier et région d'altitude d'interception de montée/descente des altitudes spécifiées	Montée/descente le long d'un profil vertical (angle) spécifié
À 1500 m (5000 pi) ou en dessous	48 m (158 pi)	68 m (224 pi)
1500 m à 3000 m (5000 pi à 10 000 pi)	74 m (245 pi)	102 m (335 pi)
Au-dessus de 3000 m (10 000 pi)	74 m (245 pi)	113 m (372 pi)

- 9) Un moyen acceptable de conformité à ces conditions de précision est d'avoir un système RNAV approuvé pour approches VNAV en conformité avec les critères de CI 20-129() de la FAA et un système altimétrique approuvé en accord avec Federal Aviation Regulations FAR/CS 25.1325 ou l'équivalent.

3.4 Fonctions de navigation latérale – définition de trajectoire

- 1) Les exigences pour la définition de la trajectoire dans le plan vertical sont régies par les deux exigences générales pour les opérations :
 - a) admission des performances de l'aéronef;
 - b) reproductibilité et prévisibilité dans la définition de la trajectoire.
- 2) Cette relation opérationnelle conduit aux spécifications des sections qui suivent, qui sont basées sur les phases du vol et les opérations aériennes spécifiques.
- 3) Le système de navigation doit être capable de définir une trajectoire verticale par un angle de trajectoire de vol vers un repère. Il doit aussi être capable de spécifier une trajectoire dans le plan vertical entre des contraintes d'altitude à deux repères figurant dans le plan de vol. Les contraintes d'altitude aux repères doivent être définies comme une des options suivantes :
 - a) une contrainte d'altitude « AT » ou « ABOVE » (p. ex. 2400A, pouvant convenir pour des situations où il n'est pas nécessaire de délimiter la trajectoire dans le plan vertical);
 - b) une contrainte d'altitude « AT » ou « BELOW » (p. ex. 4800B, pouvant convenir pour des situations où il n'est pas nécessaire de délimiter la trajectoire dans le plan vertical);
 - c) une contrainte d'altitude « AT » (p. ex. 5200); ou
 - d) une contrainte « WINDOW » (p. ex. 2400A3400B).

3.5 Contraintes dans le plan vertical

- 1) Les restrictions d'altitude et/ou de vitesse associées aux procédures publiées doivent être extraites automatiquement de la base de données de navigation lors de la sélection de la procédure d'approche.

3.6 Construction de la trajectoire

- 1) Le système doit être capable de construire une trajectoire pour assurer le guidage depuis la position actuelle jusqu'à un repère avec contraintes dans le plan vertical.

3.7 Capacité de charger les procédures à partir de la base de données de navigation

- 1) Le système de navigation doit être capable de charger dans le système RNAV et de modifier la ou les procédures entières à exécuter, sur la base des instructions de l'ATC, à partir de la base de données de navigation de bord. Cela inclut l'approche (y compris l'angle vertical), l'approche interrompue et les transitions d'approche pour l'aéroport et la piste choisis. Le système de navigation devrait empêcher la modification des données de la procédure contenues dans la base de données de navigation.

3.8 Guidage et contrôle

- 1) Pour les exigences de performances dans le plan vertical, le bilan d'erreur de tenue de trajectoire doit prendre en compte la référence d'altitude ainsi que d'autres facteurs, tels que la compensation de roulis et la protection de vitesse, selon le cas.

3.9 Interface utilisateur – Affichages et contrôle

- 1) La résolution de l'affichage (*readout*) et la résolution des entrées pour les informations de navigation verticale devraient être comme suit :

Tableau 5 Résolution de l'affichage et résolution des entrées

Paramètre	Résolution de l'affichage (readout)	Résolution des entrées
Altitude	Niveau de vol ou (1 pi)	Niveau de vol ou (1 pi)
Écart par rapport à la trajectoire verticale	10 pi	Pas applicable
Angle de trajectoire de vol	0,1°	0,1°
Température	1°	1°

3.10 Écart par rapport à la trajectoire et suivi

- 1) Comme l'OCS est en pente, il est essentiel que les membres d'équipage de conduite soient en mesure de surveiller avec précision la position de leur aéronef par rapport à la trajectoire verticale ainsi définie afin de pouvoir, en cas de besoin, effectuer sans attendre une approche interrompue.
- 2) Le système de navigation doit donner la possibilité d'afficher constamment pour le pilote aux commandes, sur les instruments de vol primaires pour la navigation de l'aéronef, la position de l'aéronef par rapport à la trajectoire définie dans le plan vertical. L'affichage doit permettre au pilote de distinguer aussitôt si l'écart vertical dépasse +22 m/-22 m (+75 pi/-75 pi). L'écart devrait être surveillé, et des mesures devraient être prises pour réduire les erreurs au minimum.
- 3) Il est recommandé qu'un affichage d'écart non numérique à une échelle appropriée (c.-à-d. un indicateur d'écart vertical) soit situé dans le champ de vision primaire du pilote. Un indicateur d'écart à échelle fixe est acceptable pourvu qu'il démontre une échelle et une sensibilité suffisantes pour permettre le respect des exigences mentionnées ci-dessus. Toutes les limites d'alarme et d'annonce doivent aussi correspondre aux valeurs de l'échelle.
- 4) Au lieu d'indicateurs d'écart vertical à une échelle appropriée dans le champ primaire de vision optimal du pilote, un affichage numérique de l'écart peut être acceptable en fonction de la charge de travail de l'équipage de conduite et des caractéristiques de cet affichage numérique. Un affichage numérique peut exiger une formation initiale et une formation périodique supplémentaire de l'équipage de conduite.
- 5) Vu les larges variations de sensibilité et d'échelle d'écart vertical, les aéronefs admissibles doivent aussi être équipés d'un directeur de vol ou d'un pilote automatique capable de suivre la trajectoire dans le plan vertical, et doivent l'utiliser.

3.11 Altitude barométrique

- 1) L'aéronef doit afficher l'altitude barométrique provenant de deux sources d'altimétrie indépendantes, une dans le champ primaire de vision optimal de chaque pilote. Les procédures de l'exploitant devraient assurer les calages altimétriques en vigueur pour la procédure aux instruments et la piste sélectionnées.

4.0 PROCÉDURES D'EXPLOITATION

- 1) La certification de navigabilité à elle seule n'autorise pas les exploitants à utiliser la fonctionnalité baro-VNAV pendant la conduite d'approches RNP jusqu'aux minimums LNAV/VNAV. Une approbation opérationnelle permettant de suivre les procédures de baro-VNAV dans le cadre d'opérations RNP APCH est requise pour confirmer que les procédures et le programme de formation de l'exploitant sont convenables.

4.1 Procédures à suivre en général

- 1) Les membres d'équipage de conduite devraient se conformer à toutes instructions ou procédures identifiées par le fabricant comme étant nécessaires pour respecter les exigences en matière de performances.
- 2) Les membres d'équipage de conduite exécuteront une approche interrompue si des écarts verticaux dépassent 22 m (75 pi) au-dessous de la trajectoire verticale définie, à moins que le pilote n'ait en vue les références visuelles requises pour poursuivre l'approche.

4.2 Calage altimétrique

- 1) La trajectoire verticale définie en VNAV barométrique est influencée par les erreurs de calage altimétrique. C'est pourquoi la VNAV barométrique n'est pas autorisée à moins qu'un calage altimétrique ne soit disponible sur place.
- 2) Les membres d'équipage de conduite devraient modifier les calages altimétriques aux moments ou aux endroits appropriés et utiliser un calage altimétrique en vigueur, en particulier à des moments où une baisse rapide de pression est signalée ou prévue.

4.3 Effet de la température sur le profil vertical

- 1) Pour les avions utilisant la baro-VNAV sans compensation de température pour exécuter l'approche, les limites des températures basses ainsi que les éventuelles limites des températures élevées figurent sur la procédure indiquée sur la carte. Les aéronefs qui utilisent la baro-VNAV avec compensation de température peuvent omettre de tenir compte des restrictions de température.
- 2) En présence de températures hivernales froides, le pilote devrait vérifier la carte de la procédure d'approche aux instruments afin de déterminer la température limitant l'utilisation de la baro-VNAV. Si le système de bord contient un moyen de compensation de température, les instructions du fabricant devraient être suivies pour l'utilisation de la fonction baro-VNAV.
- 3) Les conditions atmosphériques s'éloignant de l'atmosphère type, notamment les températures, peuvent aussi donner lieu à des erreurs dans la trajectoire verticale en baro-VNAV. Par exemple, une trajectoire de descente nominale de 3° risque d'être plus proche de 2,5° par temps très froid. De la même façon, à des températures supérieures à celles de l'atmosphère type internationale (ISA), une trajectoire verticale en VNAV barométrique est plus accentuée qu'à l'accoutumée. Pour compenser ces effets de la température, il est possible, sur certains équipements d'avionique, d'entrer la température à l'aéroport, et ceux-ci corrigent la température par la suite pour que la trajectoire verticale en VNAV barométrique ne soit pas modifiée par la température. Malheureusement, les systèmes ne sont pas tous capables de compenser les effets de la température. À titre d'exemple, le tableau des écarts de l'angle de la trajectoire verticale (VPA) présenté ci-dessous (Tableau 6) montre les effets de la température sur le VPA non corrigé en VNAV barométrique, dans le cas d'un aérodrome situé au niveau de la mer.

Tableau 6 – Effet des basses températures sur le VPA

Écarts VPA	
Température à l'aérodrome	VPA non corrigé
+30 °C	3,2°
+15 °C	3,0°
0 °C	2,8°
-15 °C	2,7°
-31 °C	2,5°

- 4) Si les variations de température ne sont pas ou ne peuvent pas être compensées par l'intermédiaire du FMS, les pilotes doivent se référer à une température seuil, désignée T_{Lim} , indiquée sur la carte de l'approche en question. Au-dessous de cette température, la trajectoire verticale non compensées générée par le FMS n'assurera pas la marge de franchissement d'obstacles requise. Par conséquent, lorsque la température est inférieure à la T_{Lim} publiée, un aéronef équipé d'un système baro-VNAV sans compensation de la température ne pourra effectuer une approche RNAV aux minimums LNAV/VNAV. Cette T_{Lim} dépend de la marge de franchissement d'obstacles réduite rendue nécessaire par un VPA non compensé et varie d'une approche à l'autre. Dans le cas des systèmes avioniques pouvant compenser correctement le VPA en fonction des variations de température, la T_{Lim} publiée ne s'applique pas si les pilotes activent la compensation en fonction de la température.
- 5) Que le FMS effectue ou non la compensation de la trajectoire verticale en fonction de la température, toutes les altitudes en approche, y compris la DA, devraient être corrigées en fonction de la température.

5.0 CONNAISSANCES ET FORMATION DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE CONDUITE

- 1) Le programme de formation devrait assurer un entraînement suffisant (p. ex. simulateur, dispositif d'entraînement ou avion) sur les moyens VNAV de l'avion, dans la mesure où les pilotes ne sont pas simplement orientés tâche, ceci comprenant :
- a) les renseignements figurant dans la présente circulaire d'information;
 - b) l'effet des températures non standard sur la trajectoire baro-VNAV;
 - c) les caractéristiques de la procédure, telles qu'elles sont déterminées à partir de la représentation cartographique et de la description textuelle :
 - i) description des types de points de cheminement (*flyover* et *fly-by*, codes parcours-extrémité et tous autres types utilisés par l'exploitant), ainsi que des trajectoires de vol associées;
 - ii) renseignements spécifiques au système RNP;
 - iii) niveaux d'automatisation, annonces de mode, changements, alarmes, interactions, replis et dégradation;
 - iv) intégration fonctionnelle avec d'autres systèmes de bord;
 - v) signification et pertinence des discontinuités de trajectoire dans le plan vertical et procédures s'y rapportant à suivre par l'équipage de conduite;
 - vi) procédures de suivi pour chaque phase de vol (p. ex. suivi de page « PROGRESS » ou « LEGS »);
 - vii) anticipation de virage tenant compte des effets de vitesse et d'altitude;
 - viii) interprétation des affichages et symboles électroniques.

- d) procédures d'utilisation de l'équipement baro-VNAV, selon le cas, y compris l'exécution des actions suivantes :
- i) respecter les contraintes de vitesse et/ou d'altitude associées à une procédure d'approche;
 - ii) vérifier les points de cheminement et la programmation du plan de vol;
 - iii) voler directement jusqu'à un point de cheminement;
 - iv) déterminer l'erreur/écart de trajectoire dans le plan vertical;
 - v) insérer et éliminer une discontinuité de route;
 - vi) modifier l'aéroport d'arrivée et l'aéroport de dégagement;
 - vii) procédures d'urgence en cas de défaillances de la baro-VNAV;
 - viii) comprendre clairement ce dont l'équipage a besoin en matière de comparaisons avec les renseignements de l'altimètre primaire, vérifications croisées d'altitude (p. ex. comparaisons d'altimétrie de 30 m [100 pi]), limitations de température pour procédures aux instruments utilisant la VNAV, et procédures de calage altimétrique pour l'approche;
 - ix) interruption d'une procédure sur la base d'une perte de systèmes ou de performance et de conditions de vol, par exemple impossibilité de maintenir la trajectoire requise, perte du guidage nécessaire.