



Circulaire d'Information

Sujet : **Harmonisation de l'Indicateur de trajectoire d'approche de précision avec le Système d'atterrissage aux instruments**

Bureau émetteur :	Normes		
AAP Sous-activités :	Cadre réglementaire de la sécurité aérienne	DAC n° :	CI 302-009
Dossier de classification no :	A 5408-1 U	Édition n° :	01
SGDDI n° :	6065536-v6	Date d'entrée en vigueur :	2010-10-29

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION.....	2
1.1	Objet.....	2
1.2	Applicabilité	2
1.3	Description des changements.....	2
2.0	RÉFÉRENCES ET EXIGENCES.....	2
2.1	Documents de référence.....	2
2.2	Documents annulés	2
2.3	Définitions et abréviations	2
3.0	CONTEXTE.....	3
4.0	DISCUSSION.....	3
4.1	Unités lumineuses de l'Indicateur de trajectoire d'approche de précision	3
4.2	Dispositif de l'Indicateur de trajectoire d'approche de précision.....	3
5.0	RÉSUMÉ.....	8
6.0	BUREAU RESPONSIBLE.....	8
	ANNEXE A.....	9

1.0 INTRODUCTION

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

1.1 Objet

Le présent document vise à communiquer des informations sur l'installation des dispositifs lumineux de l'Indicateur de trajectoire d'approche de précision (PAPI) afin d'en harmoniser les signaux avec ceux du Système d'atterrissage aux instruments (ILS).

1.2 Applicabilité

Le présent document s'applique à tous les constructeurs et fournisseurs d'équipements de cette nature destinés à être installés dans des aéroports canadiens.

1.3 Description des changements

Sans objet.

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) Publication de Transports Canada, TP 312, 4^e édition, mars 1993, *Aéroports — Normes et pratiques recommandées* (révision 03/2005);
 - b) Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale de l'OACI, 4^e édition, juillet 2004, *Aéroports*;
 - c) Manuel de conception des aéroports de l'OACI, partie 4, *Aides visuelles*, 4^e édition, 2004, appendice 6.

2.2 Documents annulés

Sans objet.

2.3 Définitions et abréviations

- 1) Les définitions et abréviations suivantes sont utilisées dans le présent document :
 - a) **APAPI** : Indicateur de trajectoire d'approche simplifié;
 - b) **EAH** : Distance verticale œil-antenne – Alignement de descente de l'ILS;
 - c) **EWH** : Distance verticale œil-roues de l'avion;
 - d) **IAD** : Interception de l'alignement de descente;
 - e) **ILS** : Système d'atterrissage aux instruments;
 - f) **MCA** : Manuel de conception des aéroports;
 - g) **MEHT** : Hauteur minimale des yeux du pilote au-dessus du seuil;
 - h) **OACI** : Organisation de l'aviation civile internationale;
 - i) **PAPI** : Indicateur de trajectoire d'approche de précision;

- j) **TCH** : Hauteur de franchissement du seuil (en ce qui a trait à l'ILS);
- k) **WTH** : Marge de franchissement du seuil (distance verticale roues-seuil).

3.0 CONTEXTE

- 1) Le PAPI d'un aérodrome présente au pilote une trajectoire visuelle de vol (verticale) et ainsi facilite l'établissement d'une descente stabilisée en approche à l'atterrissage.
- 2) Le ILS d'un aérodrome émet des signaux électroniques de guidage qui affichent sur le tableau de bord de l'aéronef une trajectoire de guidage en approche que le pilote peut suivre.
- 3) TP312 stipule :
 - 5.3.6.19 Norme.** Lorsque la piste est équipée d'un ILS, l'emplacement et le calage en site des ensembles lumineux seront déterminés de telle manière que la pente d'approche visuelle soit aussi proche que possible de l'alignement de descente de l'ILS.
- 4) La présente CI traite du calage en site du PAPI que nécessite l'harmonisation des deux systèmes.

4.0 DISCUSSION

4.1 Unités lumineuses de l'Indicateur de trajectoire d'approche de précision

Une unité lumineuse du PAPI, illustrée à la figure 1, émet un faisceau lumineux à code de couleur dont la moitié supérieure est blanche et la moitié inférieure rouge. Entre les parties supérieure et inférieure, il y a une bande de transition d'un angle de quelque 3 minutes d'arc qui est une zone de changement progressif du blanc au rouge que l'on appelle parfois la « zone rose ».

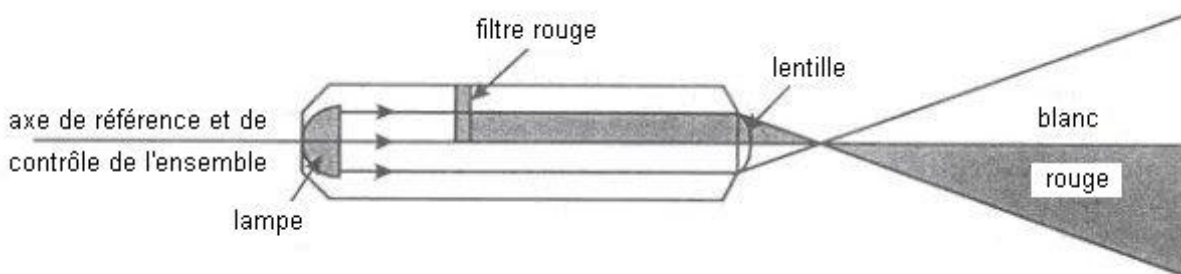


Figure 1. Unités lumineuses et signaux d'un dispositif PAPI

4.2 Dispositif de l'Indicateur de trajectoire d'approche de précision

- 1) Le faisceau lumineux qu'émet le dispositif PAPI étant à code de couleur, il est possible d'installer un certain nombre d'unités lumineuses et ainsi d'obtenir un signal, illustré à la figure 2, qui permet au pilote de connaître la position de l'aéronef [en fait les yeux du pilote]. Un dispositif standard est constitué de quatre (4) unités lumineuses, chacune avec un angle vertical unique, tel qu'illustré à la figure 3.



Figure 2. Dispositif d'un PAPI

- 2) Il est important de noter que lorsque le dispositif indique que l'aéronef en approche est « sur le plan nominal de descente », cela ne veut pas dire qu'il est précisément sur l'alignement de descente (p. ex. 3 degrés), mais plutôt qu'il est dans le « couloir d'approche » défini par C et B, illustré à la figure 3. Lorsque l'aéronef est sur le plan nominal de descente, le regard du pilote peut être n'importe où à l'intérieur du couloir d'approche qui, dans les installations normales, a une largeur de 20 minutes d'arc.

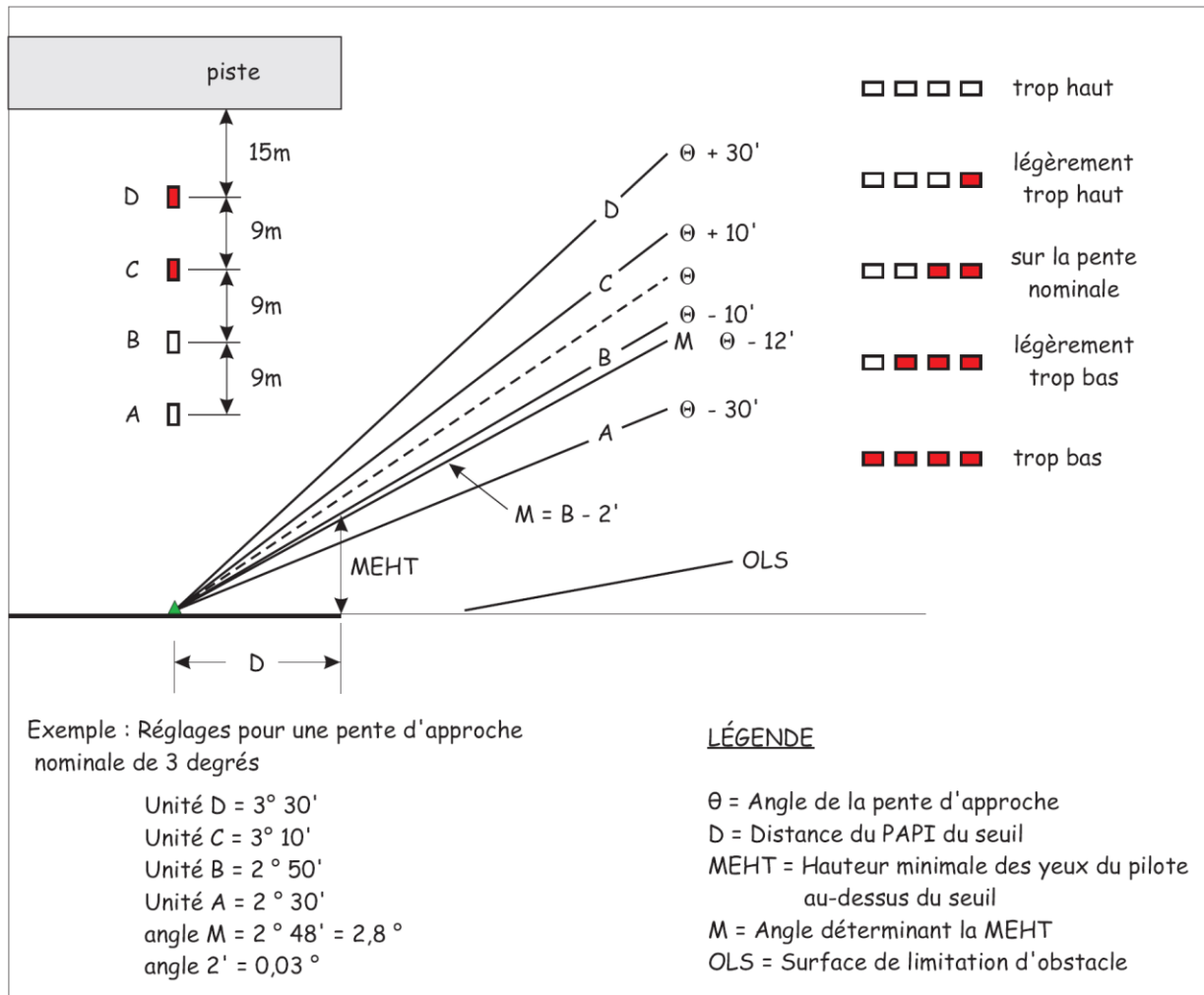


Figure 3. Profile d'un PAPI

- 3) La MEHT est formée à partir de deux valeurs : l'EWH [distance verticale œil-roues de l'avion] plus la WTH [distance verticale roues-seuil]. Il est important de noter que ces deux valeurs concernent l'aéronef en configuration d'approche et ne sont pas des mesures prises d'un avion en repos au sol. La MEHT est basée sur la supposition que les yeux du pilote suivent la limite inférieure du couloir d'approche défini par l'angle $M = B$ moins 2 minutes d'arc.

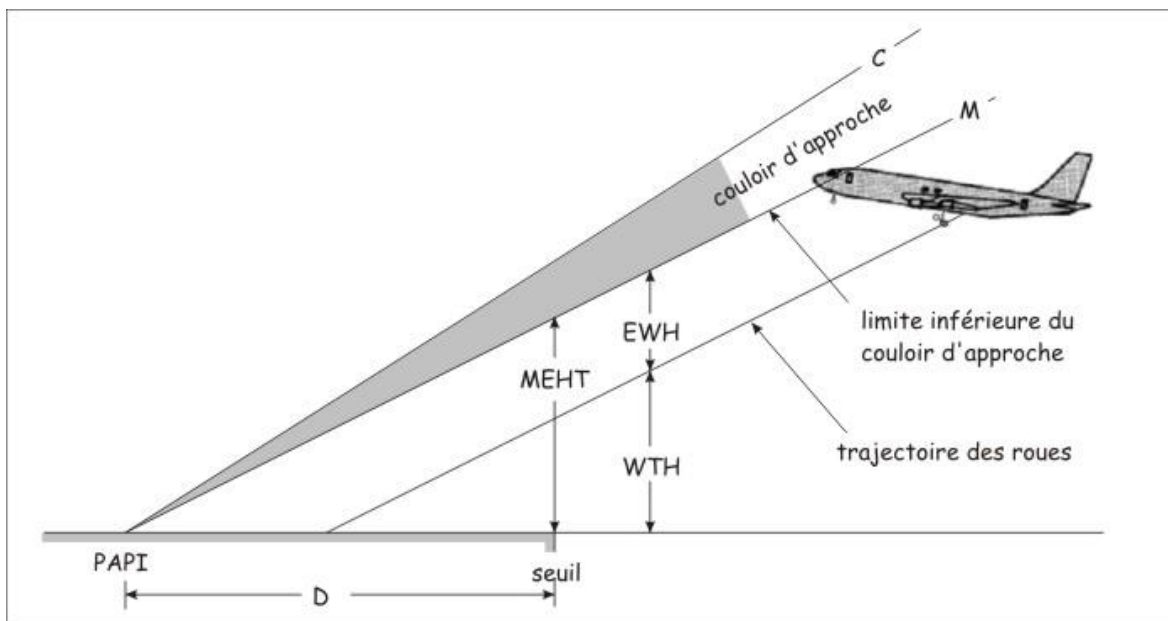


Figure 4. Approche à vue

- 4) Les valeurs EWH et WTH (souhaitée et minimale) selon les catégories d'aéronefs sont indiquées au tableau 5-5 du TP312, comme le montre le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 (Tableau 5-5 de TP312). Marge de franchissement du seuil pour le PAPI et l'APAPI

Distance verticale œil-roues de l'avion en configuration d'approche	Catégorie	WTH souhaitée	WTH minimale
jusqu'à 3 m exclusivement	AP et P1	6 m	3 m
de 3 m à 7,5 m exclusivement	P2	9 m	4,5 m
de 7,5 m à 14 m exclusivement	P3	9 m	6 m

- 5) Le tableau 2 ci-dessous est le tableau 5-5 de TP312 modifié par l'ajout de la colonne MEHT. Rappelons que cette valeur est la somme des valeurs EWH et WTH. Dans ce tableau, on tient compte de la WTH minimale plutôt que souhaitée.

Tableau 2 (Tableau 5-5 de TP312 modifié). Marge de franchissement du seuil pour le PAPI et l'APAPI

EWH de l'avion en configuration d'approche	Catégorie	WTH minimale	MEHT
jusqu'à 3 m exclusivement	AP et P1	3 m	6 m
de 3 m à 7,5 m exclusivement	P2	4,5 m	12 m
de 7,5 m à 14 m exclusivement	P3	6 m	20 m

- 6) D'après le tableau 2 (Tableau 5-5), la distance D du seuil pour chacune des catégories de PAPI peut être calculée au moyen de la formule suivante:

$$D = \text{MEHT} / \tan (M)$$

Remarque :

La discussion dans la présente circulaire d'information est basée sur la prémisse que la piste est plane, sans pente longitudinale ni transversale, et que l'axe central des unités lumineuses du PAPI est à moins de 0,3 m du bombé de la piste adjacente et donc de l'élévation du bombé du seuil. Si une installation ne répond pas à ces critères, la différence entre l'axe central des unités lumineuses du PAPI et le seuil devra être prise en considération pour le calcul de la distance D. Par exemple, si l'axe central des unités lumineuses du PAPI est plus bas que le seuil, il faudra installer les unités plus loin en amont du seuil pour obtenir la MEHT requise.

- 7) Pour les aéronefs de catégorie P1, P2 et P3, l'angle M est égal à B moins 2 minutes d'arc. La soustraction de 2 minutes d'arc vise à donner au pilote le temps de discerner clairement la transition au rouge intégral juste en dessous de la zone de transition.

$$\text{Dans le cas d'un PAPI de 3 degrés, } M = 2^{\circ} 50' - 2' = 2^{\circ} 48' = 2,8^{\circ}$$

- 8) Une MEHT de 20 m nécessite que le PAPI soit installé à une distance de :

$$D = (\text{EWH} + \text{WTH})/\tan (M) = (14 + 6)/\tan 2,8 = 20 \text{ m}/\tan 2,8 = 408,9\text{m}$$

- 9) Dans le cas d'un APAPI, l'angle M est égal à A moins 2 minutes d'arc. Donc, pour un APAPI de 3 degrés :

$$M = 2^{\circ} 45' - 2' = 2^{\circ} 43' = 2,72^{\circ}$$

- 10) Les distances « D » indiquées au tableau 3 sont obtenues à partir de la formule (1).

Tableau 3. Distance du PAPI par rapport au seuil

Catégorie	EWH	WTH	MEHT	D
AP	3 m	3	6	126,3
P1	3 m	3	6	122,7
P2	7,5 m	4,5	12	245,4
P3	14 m	6	20	408,9

- 11) En général, le but de l'harmonisation des signaux PAPI avec ceux de l'ILS est de faire en sorte que le pilote aux commandes d'un aéronef qui suit le signal ILS perçoive un signal du PAPI [deux blancs et deux rouges] lui indiquant aussi qu'il est sur la pente nominale de descente; c'est-à-dire que le pilote obtiendrait les mêmes indications des instruments de l'ILS et des signaux du PAPI.
- 12) Il n'est toutefois pas possible d'obtenir une harmonisation parfaite puisque les yeux du pilote sont plus hauts que l'antenne de l'aéronef qui capte les signaux de l'ILS et que l'angle « B » du bord inférieur du couloir d'approche défini par le système PAPI est plus petit que l'angle du signal ILS.
- 13) La géométrie de l'ensemble est telle qu'il se peut que, alors que l'aéronef suit l'ILS, à un certain point et avant le seuil, le regard du pilote s'écarte du couloir d'approche. La figure 5 illustre un cas où le regard du pilote ne suit plus la limite inférieure du couloir d'approche.
- 14) De même, pour certain emplacement de PAPI et une distance verticale œil-antenne (EAH) donnée, il peut arriver que le regard du pilote dépasse la limite supérieure du corridor. Cette situation devrait être évitée lors de la conception de l'installation, sinon le signal perçu par le pilote serait celui d'une instruction de descente.

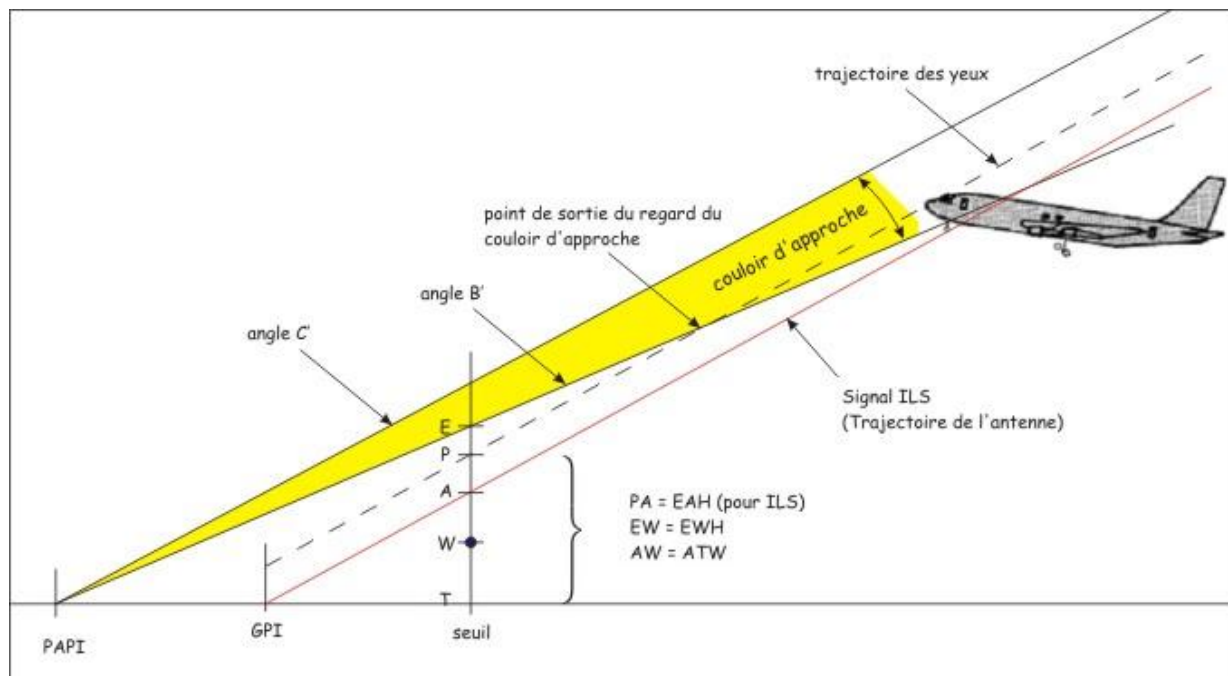


Figure 5. Signaux PAPI et ILS du couloir d'approche

- 15) La figure 5 montre la hauteur de franchissement du seuil du faisceau ILS, dont la valeur normale est de 50 pi (15,24 m), mais qui peut varier entre 40 pi et 60 pi. Le concepteur devrait s'informer auprès de NAV CANADA pour connaître la valeur exacte. Si la figure 5 illustre la piste comme croisant le faisceau ILS au niveau de l'antenne GPI, ce n'est pas toujours le cas. Le concepteur ne devrait pas calculer la TCH à partir de l'emplacement physique de l'antenne interception de l'alignement de descente, ni l'utiliser pour le positionnement du PAPI qui devrait toujours être situé par rapport au seuil.
- 16) Parmi les différentes catégories de PAPI indiquées au tableau 5-5 de TP312, seul le P3 convient à l'harmonisation avec l'ILS. La figure 6 (voir Annexe A) montre un corridor d'approche d'un PAPI P3 d'une largeur de 20 minutes relativement à un signal ILS pour une pente d'approche de 3 degrés. Le PAPI est situé à 408,9 m du seuil ce qui donne une hauteur minimale des yeux du pilote au-dessus du seuil (MEHT) de 20 m là où l'axe central des unités lumineuses du PAPI est à moins de 0,3 m de l'élévation du bombé du seuil de la piste.
- 17) Les catégories P1 et P2 de PAPI, pour des MEHT de 6 m et 12 m respectivement ne permettent pas une harmonisation appropriée avec l'ILS. Le couloir d'approche du PAPI P1 est tout à fait en dessous du signal ILS. Quant au PAPI P2, le couloir d'approche intègre le signal ILS, mais reste trop bas, de sorte que le regard du pilote passe au-dessus de la limite supérieure du couloir, ce qui l'amène à voir un signal (3 blancs et un rouge) d'instruction de descente. Il est préférable qu'au sortir du couloir d'approche, le pilote voit un signal d'instruction de montée, comme le montre la figure 5.
- 18) La figure 6 montre une installation de PAPI P3 ainsi que plusieurs trajectoires du regard indiquées par incréments de 1 m jusqu'à 7 m. Dans un couloir d'approche d'une ouverture d'arc de 20 minutes et pour un aéronef dans lequel la distance verticale œil-antenne (EAH) est de 0 m, la trajectoire du regard initial du pilote quitte le couloir à une distance de 1 359,8 m avant le seuil. Dans un aéronef dont l'EAH est de 1 m (notamment le B737), le regard du pilote quittera le couloir d'approche par la limite inférieure à une distance de 1074 m du seuil. Dans un aéronef dont l'EAH est plus importante, comme celle du B747 qui est à 6,4 m, le regard du pilote reste à l'intérieur du couloir au-delà du seuil.

- 19) Un élargissement à 30 minutes d'arc du couloir d'approche du PAPI P3 permettrait d'améliorer le point de sortie du regard du pilote, c'est-à-dire de le rapprocher du seuil. Cependant, un tel élargissement changerait l'angle B à 2 degrés 45 minutes et donc M à 2 degrés 43 minutes = 2,72 degrés. Pour maintenir une MEHT de 20 m, il faudrait alors éloigner le PAPI du seuil. La figure 7 (voir Annexe A) montre une installation du PAPI P3 avec un couloir d'approche d'un angle de 30 minutes. Le PAPI est situé à 421 m afin de maintenir un MEHT de 20m. Pour une EAH de 0 m, le point de sortie du regard est à 971 m du seuil et à 767 m pour une EAH de 1 m.

5.0 RÉSUMÉ

Il incombe aux exploitants d'aéroports d'installer un système PAPI conforme aux exigences du TP312. Les dispositions du PAPI de catégorie P3 permettent une harmonisation avec le système ILS. Cette harmonisation serait améliorée par l'élargissement du couloir d'approche à 30 minutes d'arc par rapport aux dimensions nominales de 20 minutes d'arc. Le point de sortie du regard serait ainsi plus près en amont du seuil. Toutefois, pour maintenir la MEHT, il faudra installer le PAPI en amont de l'emplacement initial.

6.0 BUREAU RESPONSABLE

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec le bureau régional de TCAC – *Services aux aéroports et à la navigation aérienne*.

Téléphone : 613-990-2100
Télécopieur : 613-954-1602
Courriel : eduard.alf@tc.gc.ca

Toute proposition de modification au présent document doit être soumise au moyen du Système de signalement des questions de l'Aviation civile (SSQAC) de Transports Canada à l'adresse suivante :

<http://www.tc.gc.ca/fr/regions.htm>

ou par courriel à : SSQAC_RCN@tc.gc.ca

Le directeur, Normes
Aviation Civile
Transports Canada

[originale signée par J.F. Mathieu pour]
Don Sherritt

ANNEXE A

