



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Service technique de l'Aviation civile

**Spécifications techniques
Feux de balisage aéronautique
Et
Panneaux lumineux de TLOF**
SPE / STAC / SE / E / VIS / 6008

Version v7

Document applicable à compter du **5 avril 2021**

Principales modifications (identifiées en vert) par rapport à la version v6 :

Description	Paragraphe(s)
▪ Mise à jour charte graphique	-
▪ Ajout table des illustrations	-
▪ Suppression de la fonction de balisage « Feux de poste de stationnement d'hélistation)	2 + 6.2.1.3
▪ Ajout référentiel « CS-HPT-DSN – Livre 1 (1ère édition, 05/2019) »	3
▪ Corrections :	
○ tableaux 6, 14, 21 et 22	6.2.1.1
○ titres des diagrammes D13, D16 et D17	

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJET	4
2	CHAMP D'APPLICATION.....	4
3	TEXTES DE REFERENCE	5
4	DOCUMENTATION ASSOCIEE	5
5	TERMINOLOGIE.....	6
5.1	AZIMUT ET SITE	6
5.2	PHOTOMETRIE	6
5.3	COLORIMETRIE	6
6	SPECIFICATIONS TECHNIQUES	11
6.1	LISTE DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES PAR TYPE D'EQUIPEMENTS	11
6.2	SPECIFICATIONS TECHNIQUES REGLEMENTAIRES	11
6.2.1	<i>Spécifications photométriques et colorimétriques</i>	<i>11</i>
6.2.2	<i>Spécifications électriques.....</i>	<i>40</i>
6.2.3	<i>Spécifications dimensionnelles</i>	<i>41</i>
6.2.4	<i>Spécifications mécaniques.....</i>	<i>41</i>
6.3	SPECIFICATIONS TECHNIQUES OPTIONNELLES.....	41
6.3.1	<i>Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à haute température.....</i>	<i>41</i>
6.3.2	<i>Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à basse température</i>	<i>41</i>
6.3.3	<i>Spécifications photométriques après vieillissement accéléré.....</i>	<i>42</i>
6.3.4	<i>Spécifications mécaniques.....</i>	<i>42</i>

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Méthode de calcul d'une intensité lumineuse efficace locale en fonction de la durée et de la forme des éclats du feu.....	6
Tableau 2 : Limites des domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux luminescents de TLOF à incandescence.....	7
Tableau 3 : Limites des domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux luminescents de TLOF à LED.....	8
Tableau 4 : Spécifications techniques des feux de balisage aéronautique et des panneaux luminescents de TLOF.....	11
Tableau 5 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux à éclats de ligne axiale d'approche ou d'identification du seuil de piste .	12
Tableau 6 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux fixes de ligne axiale ou de barre transversale d'approche	12
Tableau 7 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de barrette latérale d'approche	14
Tableau 8 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de PAPI	15
Tableau 9 : Codes des feux de balisage de piste	17
Tableau 10 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de seuil de piste	18
Tableau 11 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de barre de flanc de seuil.....	19
Tableau 12 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux et des feux simples de zone de toucher des roues.....	20
Tableau 13 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'axe de piste espacés de 30 mètres et des RETIL associés	21
Tableau 14 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'axe de piste espacés de 15 mètres et des RETIL associés	22
Tableau 15 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'extrémité de piste	23
Tableau 16 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de bord de piste utilisée en VFR de nuit ou à approche classique	24
Tableau 17 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de bord de piste à approche de précision	24
Tableau 18 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'attente au décollage.....	26
Tableau 19 : Codes des feux de balisage de voie de circulation.....	27
Tableau 20 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de bord de voie de circulation	27
Tableau 21 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'axe de voie de circulation, d'entrée de piste (REL), de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite	28
Tableau 22 : Diagrammes isocandela Di des feux d'axe de voie de circulation, d'entrée de piste, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite	28
Tableau 23 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de protection de piste.....	33
Tableau 24 : Diagrammes isocandela Di des feux de protection de piste	33
Tableau 25 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité	35
Tableau 26 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne	36
Tableau 27 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux	37
Tableau 28 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de HAPI.....	38
Tableau 29 : IP requis par type d'équipements de balisage aéronautique	40
Tableau 30 : Définition des IP (conformément à la norme IEC 60529).....	40
Tableau 31 : Spécifications dimensionnelles des feux de balisage aéroportuaire.....	41
Tableau 32 : Spécifications mécaniques des feux encastrés de balisage aéronautique	42

1 OBJET

Ce document précise les spécifications techniques auxquelles doivent répondre les équipements de balisage aéronautique listés au paragraphe 2 ci-après.

2 CHAMP D'APPLICATION

Ce document concerne les équipements de balisage aéronautique suivants :

- feux de balisage aéroportuaire :
 - feux de balisage d'approche :
 - feux d'identification du seuil de piste,
 - feux de ligne axiale ou de barre transversale,
 - feux de barrette latérale,
 - PAPI,
 - feux de balisage de piste :
 - feux de seuil de piste,
 - feux de barre de flanc de seuil,
 - feux de zone de toucher des roues,
 - feux simples de zone de toucher des roues,
 - feux d'axe de piste,
 - feux indicateurs de voie de sortie rapide,
 - feux d'extrémité de piste,
 - feux de bord de piste,
 - feux d'attente au décollage (THL),
 - feux de balisage voie de circulation :
 - feux d'axe de voie de circulation,
 - feux de barre d'arrêt,
 - feux de barre d'entrée interdite,
 - feux d'entrée de piste (REL),
 - feux de bord de voie de circulation,
 - feux de protection de piste,
 - feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité,
- feux et panneaux luminescents de balisage d'hélistation :
 - phares d'hélistation,
 - feux d'approche,
 - HAPI,
 - feux de trouée unique,
 - feux d'aire d'approche finale et de décollage (FATO),
 - feux de point cible,
 - feux et panneaux d'aire de prise de contact et d'envol (TLOF),
 - feux d'axe de voie de circulation,
 - feux de bord de voie de circulation,
- feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne :
 - feux basse intensité de type A, B ou E,
 - feux moyenne intensité de type A (de jour ou de nuit), B ou C,
 - feux haute intensité de type A ou B.

3 TEXTES DE REFERENCE

- *Annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI)*
 - Volume I (8^{ème} édition, 07/2018) : *Conception et exploitation technique des aérodromes*
 - Paragraphes 5.3 : *Feux* et 6.3 : *Balisage lumineux des objets*
 - Appendice 1, paragraphe 2 : *Couleur des feux aéronautiques à la surface, des marques et des panneaux et tableaux de signalisation*
 - Appendice 2 : *Caractéristiques des feux aéronautiques à la surface*
 - Volume II (4^{ème} édition, 07/2013) : *Hélistations*, paragraphe 5.3 : *Aides lumineuses*
- *Manuel de conception des aérodromes (OACI)*, parties 4 : *Aides Visuelles* et 6 : *Frangibilité*
- Arrêté CHEA du 14 mars 2007 relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes
- Arrêté du 18 juillet 2003 relatif à l'utilisation des croix lumineuses sur les pistes fermées en totalité
- Arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne
- Arrêté du 29 septembre 2009 relatif aux caractéristiques techniques de sécurité applicables à la conception, l'aménagement, l'exploitation et l'entretien des infrastructures aéronautiques terrestres utilisées exclusivement par des hélicoptères à un seul axe rotor principal
- IEC/TS 61827 : *Electrical installations for lighting and beaconing of aerodromes – Characteristics of inset and elevated luminaires used on aerodromes and heliports*
- Norme NF C18-510 : *Opérations sur les ouvrages et installations dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique*
- Norme NF C15-100 : *Installations électriques à basse tension*
- Norme IEC 60529 : *Degrés de protection procurés par les enveloppes*
- Règlements (UE) n°139/2014 et (CE) n°216/2008
- CS-ADR-DSN – Livre 1 (4^{ème} édition, 12/12/2017) : *Certification specifications and guidance material for aerodromes design*
- CS-HPT-DSN – Livre 1 (1^{ère} édition, 05/2019) : *Certification specifications and guidance material for the design of surface level VFR heliports located at aerodromes*

4 DOCUMENTATION ASSOCIEE

- Formulaire de demande d'essais MOD-FDEM_Demande d'essais

5 TERMINOLOGIE

5.1 AZIMUT ET SITE

Azimut θ : Angle (en degrés) dans le plan horizontal

Site φ : Angle (en degrés) dans le plan vertical (compté positivement vers le haut)

5.2 PHOTOMETRIE

Courbe isocandela : Courbe des points d'égale intensité lumineuse

Diagramme isocandela : Diagramme contenant des courbes isocandela

α : Angle (en degrés et en valeur absolue) dit de convergence d'un feu de balisage aéroportuaire, entre l'axe d'intensité lumineuse maximale du feu et :

- l'axe de piste pour un feu de balisage de piste
- ou la tangente à la voie de circulation pour un feu axial de voie de circulation.

O (caractérisé par l'intensité lumineuse I_o) : Angle (en degrés) dit d'ouverture de faisceau en site ne comprenant que des points d'intensité lumineuse supérieure à I_o

I_{Locale} : Intensité lumineuse locale (en candelas) d'un feu fixe ou intensité lumineuse locale efficace (en candelas) d'un feu à éclats, calculée selon la méthode indiquée par le tableau ci-après :

Durée d'un éclat (s)	Forme d'un éclat	Méthode de calcul d'une intensité lumineuse efficace
≤ 0,2	Train d'impulsions	Méthode d'Allard
	Autre	Méthode de Blondel-Rey
> 0,2	-	Méthode de la moyenne (Calcul de la moyenne de l'intensité lumineuse instantanée pendant l'éclat)

Tableau 1 : Méthode de calcul d'une intensité lumineuse efficace locale en fonction de la durée et de la forme des éclats du feu

I_{Moyenne} : Intensité lumineuse moyenne (en candelas)

I_{Max} : Intensité lumineuse maximum (en candelas)

I_{Min} : Intensité lumineuse minimum (en candelas)

f : Fréquence des éclats (en nombre d'éclats par minute) d'un feu à éclats

L_{Locale} : Luminance lumineuse locale (en candelas par mètre carré) sur un disque d'un diamètre de 3 cm maximum

5.3 COLORIMETRIE

(x ; y) : Coordonnées chromatiques dans le système de coordonnées CIE 1931

Les différentes couleurs des équipements de balisage objets du présent document sont définies par les tableaux et diagrammes de chromaticité suivants établis dans le système de coordonnées CIE 1931.

Domaines de couleur	Limites		
	Désignation	Equations	
Rouge	Limite pourpre	$y = 0.980 - x$	$0.645 \leq x$
	Limite jaune	$y = 0.335$	$0.645 \leq x$
Rouge (PAPI / HAPI)	Limite pourpre	$y = 0.980 - x$	$0.660 \leq x$
	Limite jaune	$y = 0.320$	$0.660 \leq x$
Rouge étendu	Limite bleue	$0.110 \leq y \leq 0.251$	$x = 0.400$
	Limite blanche	$y = 0.478x + 0.060$	$0.400 \leq x \leq 0.575$
	Limite jaune	$y = 0.335$	$0.575 \leq x$
Vert	Limite jaune	$y = 4.5 - 12.5x$	$x \leq 0.321$
	Limite blanche	$y = x / 0.650$	$0.228 \leq x \leq 0.321$
	Limite bleue	$y = 0.390 - 0.171x$	$x \leq 0.228$
Vert (HAPI)	Limite jaune	$y = 0.726 - 0.726x$	$x \leq 0.284$
	Limite blanche	$y = 1.600x + 0.0656$	$0.183 \leq x \leq 0.284$
	Limite bleue	$y = 0.390 - 0.171x$	$x \leq 0.183$
Vert (Panneau luminescent de TLOF)	Limite jaune	$0.453 \leq y$	$x = 0.313$
	Limite blanche	$y = 0.670x + 0.243$	$0.209 \leq x \leq 0.313$
	Limite bleue	$y = 0.493 - 0.525x$	$x \leq 0.209$
Jaune	Limite rouge	$y = 0.382$	$0.612 \leq x$
	Limite blanche	$y = 0.790 - 0.667x$	$0.546 \leq x \leq 0.612$
	Limite verte	$y = x - 0.120$	$0.546 \leq x$
Bleu	Limite verte	$y = 0.065 + 0.805x$	$x \leq 0.186$
	Limite blanche	$y = 0.400 - x$	$0.186 \leq x \leq 0.233$
	Limite pourpre	$y = (x - 0.133) / 0.6$	$x \leq 0.233$
Blanc	Limite jaune	$0.382 \leq y \leq 0.440$	$x = 0.500$
	Limite bleue	$0.264 \leq y \leq 0.332$	$x = 0.285$
	Limite verte	$y = 0.150 + 0.640x$	$0.285 \leq x \leq 0.453$
		$y = 0.440$	$0.453 \leq x \leq 0.500$
	Limite pourpre	$y = 0.050 + 0.750x$	$0.285 \leq x \leq 0.443$
		$y = 0.382$	$0.443 \leq x \leq 0.500$
Blanc variable	Limite jaune	$y = 0.790 - x / 1.500$	$0.525 \leq x \leq 0.565$
		$y = x / 0.750 - 0.340$	$0.542 \leq x \leq 0.565$
	Limite bleue	$0.264 \leq y \leq 0.332$	$x = 0.285$
	Limite verte	$y = 0.150 + 0.640x$	$0.285 \leq x \leq 0.453$
	Limite pourpre	$y = 0.440$	$0.453 \leq x \leq 0.525$
		$y = 0.050 + 0.750x$	$0.285 \leq x \leq 0.443$
		$y = 0.382$	$0.443 \leq x \leq 0.542$

Tableau 2 : Limites des domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux luminescents de TLOF à incandescence

Domaines de couleur	Limites		
	Désignation	Equations	
<i>Rouge</i>	Limite pourpre	$y = 0.980 - x$	$0.645 \leq x$
	Limite jaune	$y = 0.335$	$0.645 \leq x$
<i>Rouge (PAPI / HAPI)</i>	Limite pourpre	$y = 0.980 - x$	$0.660 \leq x$
	Limite jaune	$y = 0.320$	$0.660 \leq x$
<i>Rouge étendu</i>	Limite bleue	$0.110 \leq y \leq 0.251$	$x = 0.400$
	Limite blanche	$y = 0.478x + 0.060$	$0.400 \leq x \leq 0.575$
	Limite jaune	$y = 0.335$	$0.575 \leq x$
<i>Vert</i>	Limite jaune	$0.562 \leq y$	$x = 0.310$
	Limite blanche	$y = (x + 0.041)/0.625$	$0.209 \leq x \leq 0.310$
	Limite bleue	$y = 0.400$	$x \leq 0.209$
<i>Vert (HAPI)</i>	Limite jaune	$y = 0.726 - 0.726x$	$x \leq 0.284$
	Limite blanche	$y = (x + 0.041)/0.625$	$0.209 \leq x \leq 0.284$
	Limite bleue	$y = 0.400$	$x \leq 0.209$
<i>Vert (Panneau de TLOF)</i>	Limite jaune	$0.453 \leq y$	$x = 0.313$
	Limite blanche	$y = 0.670x + 0.243$	$0.209 \leq x \leq 0.313$
	Limite bleue	$y = 0.493 - 0.525x$	$x \leq 0.209$
<i>Jaune</i>	Limite rouge	$y = 0.387$	$0.593 \leq x$
	Limite blanche	$y = 0.980 - x$	$0.536 \leq x \leq 0.593$
	Limite verte	$y = 0.727x + 0.054$	$0.536 \leq x$
<i>Bleu</i>	Limite verte	$y = 1.141x - 0.037$	$x \leq 0.204$
	Limite blanche	$y = 0.400 - x$	$0.204 \leq x \leq 0.233$
	Limite pourpre	$y = (x - 0.134) / 0.590$	$x \leq 0.233$
<i>Blanc Blanc variable</i>	Limite jaune	$0.383 \leq y \leq 0.433$	$x = 0.440$
	Limite bleue	$0.292 \leq y \leq 0.356$	$x = 0.320$
	Limite verte	$y = 0.150 + 0.643x$	$0.320 \leq x \leq 0.440$
	Limite pourpre	$y = 0.050 + 0.757x$	

Tableau 3 : Limites des domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux luminescents de TLOF à LED

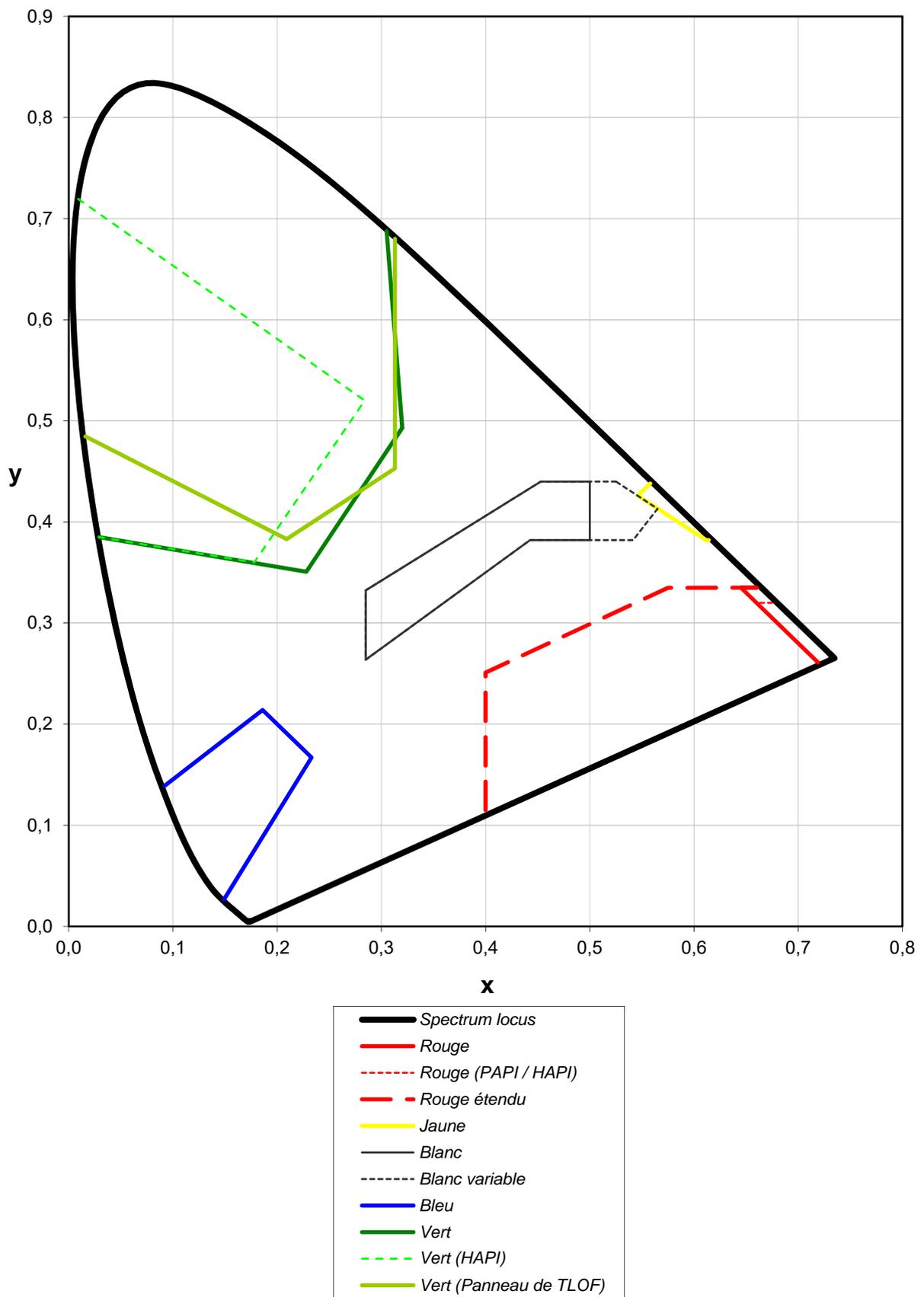


Figure 1a : Domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux lumineux de TLOF à incandescence (OACI : Figure A1-1a ; EASA : Figure U-1A)

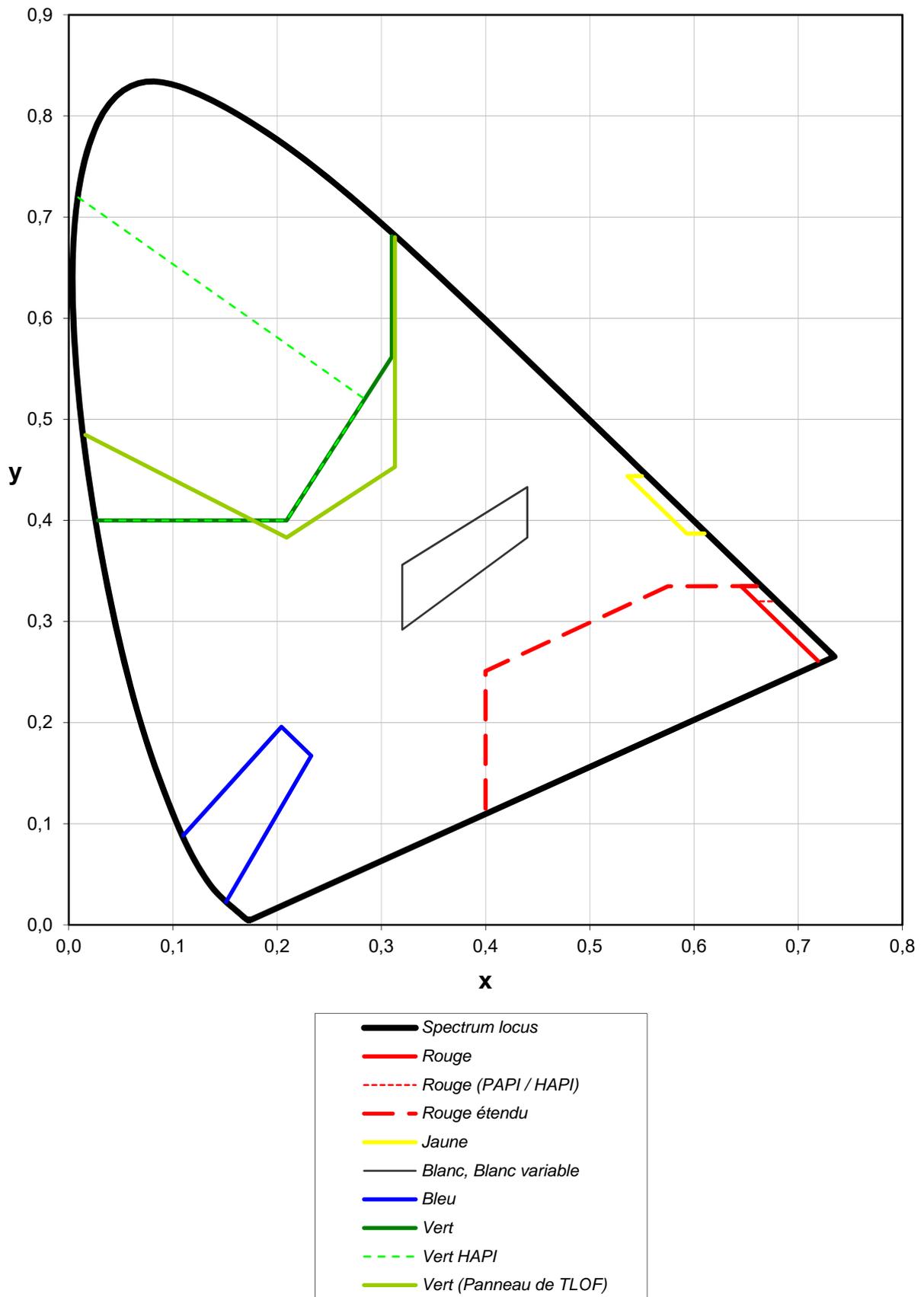


Figure 1b : Domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux lumineux de TLOF à LED
 (OACI : Figure **A1-1b** ; EASA : Figure **U-1B**)

6 SPECIFICATIONS TECHNIQUES

6.1 LISTE DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES PAR TYPE D'EQUIPEMENTS

Le tableau ci-dessous précise, selon la fonction de balisage et le type encastré ou hors sol des équipements de balisage aéronautique objets du présent document, les spécifications techniques réglementaires et optionnelles qui leur sont applicables.

§	Spécifications techniques		Feux de balisage aéroportuaire (sauf PAPI)		Feux et panneaux de balisage d'hélistation (sauf HAPI)		PAPI HAPI	Feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne	
			Feux hors sol	Feux encastrés	Feux hors sol Panneaux de TLOF	Feux encastrés			
6.2.1	Spécifications réglementaires	Spécifications photométriques	x	x	x	x	x	x	
		Spécifications colorimétriques	x	x	x	x	x	x	
		6.2.2	Spécifications électriques	x	x	x	x	x	x
		6.2.3	Spécifications dimensionnelles	x	x	x	x		
		6.2.4	Spécifications mécaniques	x		x		x	
6.3.1	Spécifications optionnelles	Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à haute température ¹	x	x	x	x		x	
6.3.2		Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à basse température ²	x	x	x	x		x	
6.3.3		Spécifications photométriques à +23°C (+/- 2°C) après vieillissement accéléré	x	x	x	x			
6.3.4		Spécifications mécaniques		x		x			

Tableau 4 : Spécifications techniques des feux de balisage aéronautique et des panneaux lumineux de TLOF

Nota : Il n'est fait état, dans ce document, d'aucune spécification de nature électromagnétique (notamment de compatibilité électromagnétique CEM ou EMC).

6.2 SPECIFICATIONS TECHNIQUES REGLEMENTAIRES

6.2.1 Spécifications photométriques et colorimétriques

Les tableaux et graphiques ci-après précisent les exigences photométriques et colorimétriques que doivent satisfaire, les différents équipements de balisage aéronautique suivants, à leur niveau de brillance maximal (sauf mention contraire indiquée). Ces exigences sont exprimées pour différentes grandeurs, sur les étendues spatiales données.

En outre, il existe des spécifications photométriques supplémentaires pour les feux à éclats suivants :

- feux à éclats courts (≤ 0.2 s) à rafale de flashes : la fréquence des flashes doit être supérieure ou égale à 100 Hz,
- feux à éclats nocturnes de balisage d'éolienne : la durée de chaque éclat doit être égale à un tiers de la période du signal.

¹ +55°C ou température maximale de fonctionnement indiquée par le fabricant si inférieure

² -55°C ou température minimale de fonctionnement indiquée par le fabricant si supérieure

6.2.1.1 Feux de balisage aéroportuaire

6.2.1.1.1 Feux de balisage d'approche

Grandeur(s)		Niveau de brillance	I _{Locale} (cd)	I _{Moyenne} (cd)	α (°)	f (nombre d'éclats par minute)	(x ; y)
Etendue spatiale							
Points (θ ; φ) tels que	θ ∈ [-15° ; +15°] φ ∈ [0.5° ; 10.5°]	1	≥ 150	≥ 300		Feux de ligne axiale d'approche : 120 Feux d'identification du seuil de piste : entre 60 et 120	Dans le domaine du blanc variable
		2	≥ 750	≥ 1 500			
		3	≥ 7 500	≥ 15 000			

Tableau 5 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux à éclats de ligne axiale d'approche ou d'identification du seuil de piste (Site d'intensité lumineuse maximale : 5,5°)

Distance au seuil de piste	Etendue spatiale			Grandeur(s)				
	Equations : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique	I _{Locale} (cd)	I _{Max} I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)	α (°)	(x ; y)
De 0 à 315 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5,5}{b_i}\right)^2 \leq 1$	avec (a _i ; b _i) =	(10° ; 5,5°)		≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000	Dans le domaine du blanc variable
			(14° ; 6,5°)		≥ 2 000			
			(15° ; 8,5°)		≥ 1 000			
De 316 à 475 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 6}{b_i}\right)^2 \leq 1$	avec (a _i ; b _i) =	(10° ; 5,5°)	≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000		
			(14° ; 6,5°)	≥ 2 000				
			(15° ; 8,5°)	≥ 1 000				
De 476 à 640 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 7}{b_i}\right)^2 \leq 1$	avec (a _i ; b _i) =	(10° ; 5,5°)	≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000		
			(14° ; 6,5°)	≥ 2 000				
			(15° ; 8,5°)	≥ 1 000				
Au-delà de 641 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 8}{b_i}\right)^2 \leq 1$	avec (a _i ; b _i) =	(10° ; 5,5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D1)	E ₁	≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000
			(14° ; 6,5°)		E ₂	≥ 2 000		
			(15° ; 8,5°)		E ₃	≥ 1 000		
Toute distance	θ = 0°						Feux de ligne axiale d'approche : 0 Feux de barre transversale d'approche : <ul style="list-style-type: none"> 0 si installés à une distance de la ligne axiale d'approche inférieure ou égale à 22,5 m 2 si installés à une distance de la ligne axiale d'approche supérieure à 22,5 m 	

Tableau 6 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux fixes de ligne axiale ou de barre transversale d'approche

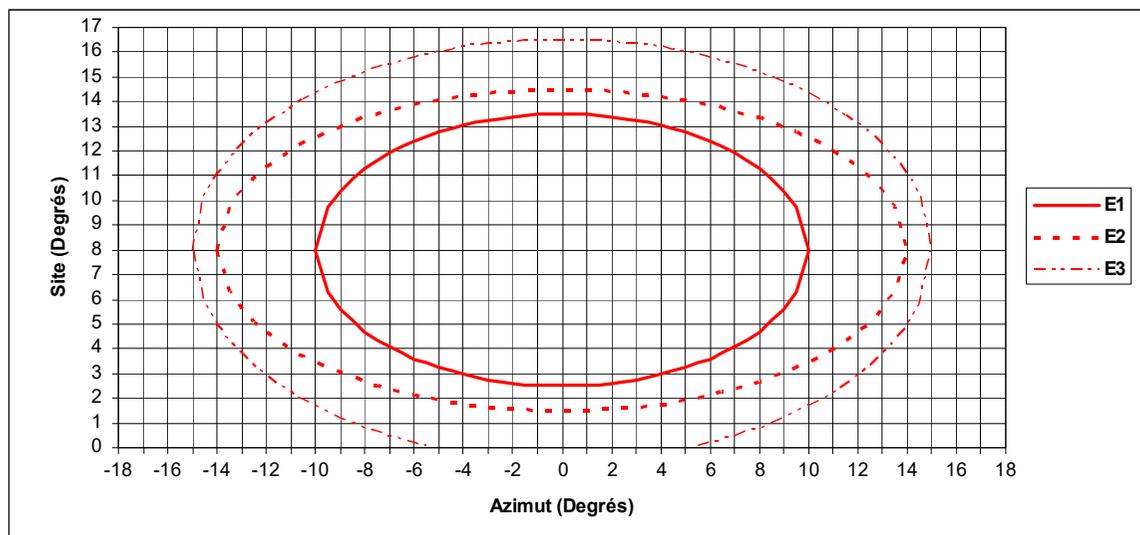


Diagramme D1 : Diagramme isocandela des feux fixes de ligne axiale ou de barre transversale d'approche (Distance au seuil de piste ≥ 641 m)
(OACI : Figure **A2-1** ; EASA : Figure **U-5**)

Distance au seuil de piste	Etendue spatiale			Grandeur(s)						
	Equations : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique	I _{Locale} (cd)	I _{Max} / I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)	α (°)	(x ; y)		
De 0 à 115 m	avec (a _i ; b _i) =	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$	(7° ; 5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D2)	≥ 2 500	≤ 3	≥ 5 000	Dans le domaine du rouge		
De 116 à 215 m			(11.5° ; 6°)		≥ 500					
			(16.5° ; 8°)		≥ 250					
			(7° ; 5°)		≥ 2 500	≤ 3	≥ 5 000			
Au-delà de 216 m			(11.5° ; 6°)		≥ 500	E ₁	≥ 2 500		≤ 3	≥ 5 000
			(16.5° ; 8°)		≥ 250		E ₂			
		≥ 250	E ₃							
Toute distance	θ = 0°						2			

Tableau 7 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de barrette latérale d'approche

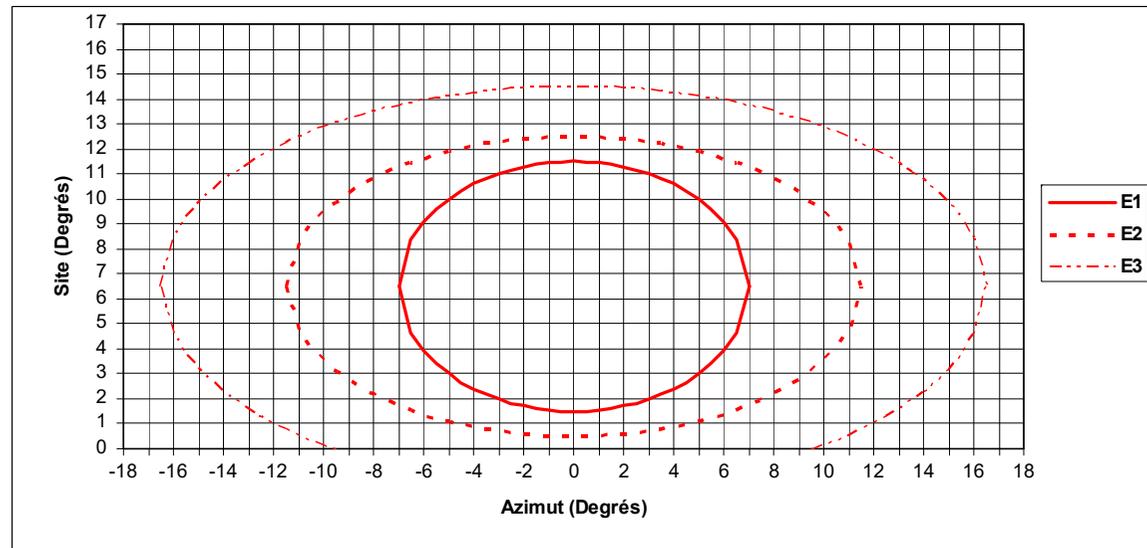


Diagramme D2 : Diagramme isocandela des feux de barrette latérale d'approche (Distance au seuil de piste ≥ 216 m)
(OACI : Figure A2-2 ; EASA : Figure U-6)

Etendue spatiale			Grandeur(s)				
Equations : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique	I _{Local} (cd)	α (°)	(x ; y)	Angle de transition colorimétrique en site (°)	
						Du blanc variable au rouge (PAPI / HAPI)	Du blanc variable au rouge étendu
φ ≥ 0	φ ≤ 2°	-2° ≤ θ ≤ +2°	Points entre l'axe des abscisses et l'isocandela C_{iB} ou C_{iR} (Diagramme D3)	C _{1B}	≥ 30 000		
	φ ≤ 2.5°	-1.5° ≤ θ ≤ 1.5°		C _{2B}	≥ 20 000		
	$\left(\frac{\theta-1.5}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2.5}\right)^2 \leq 1$	1.5° ≤ θ ≤ 4°					
	$\left(\frac{\theta+1.5}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2.5}\right)^2 \leq 1$	-4° ≤ θ ≤ -1.5°		C _{3B}	≥ 14 000		
	φ ≤ 3°	-3° ≤ θ ≤ 3°					
	$\left(\frac{\theta-3}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3}\right)^2 \leq 1$	3° ≤ θ ≤ 6°					
	$\left(\frac{\theta+3}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3}\right)^2 \leq 1$	-6° ≤ θ ≤ -3°		C _{4B}	≥ 8 000		
	φ ≤ 3.5°	-4.5° ≤ θ ≤ 4.5°					
	$\left(\frac{\theta-4.5}{3.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3.5}\right)^2 \leq 1$	4.5° ≤ θ ≤ 8°					
$\left(\frac{\theta+4.5}{3.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3.5}\right)^2 \leq 1$	-8° ≤ θ ≤ -4.5°						
φ ≤ 0	φ ≥ -2°	-2° ≤ θ ≤ +2°		C _{1R}	≥ 15 000		
	φ ≥ -2.5°	-1.5° ≤ θ ≤ 1.5°		C _{2R}	≥ 10 000		
	$\left(\frac{\theta-1.5}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2.5}\right)^2 \leq 1$	1.5° ≤ θ ≤ 4°					
	$\left(\frac{\theta+1.5}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2.5}\right)^2 \leq 1$	-4° ≤ θ ≤ -1.5°		C _{3R}	≥ 7 000		
	φ ≥ -3°	-3° ≤ θ ≤ 3°					
	$\left(\frac{\theta-3}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3}\right)^2 \leq 1$	3° ≤ θ ≤ 6°					
	$\left(\frac{\theta+3}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3}\right)^2 \leq 1$	-6° ≤ θ ≤ -3°		C _{4R}	≥ 4 000		
	φ ≥ -3.5°	-4.5° ≤ θ ≤ 4.5°					
	$\left(\frac{\theta-4.5}{3.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3.5}\right)^2 \leq 1$	4.5° ≤ θ ≤ 8°					
$\left(\frac{\theta+4.5}{3.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3.5}\right)^2 \leq 1$	-8° ≤ θ ≤ -4.5°						
θ = 0°					0		
φ ≥ 0.2°						Dans le domaine du blanc variable	
-0.2° < φ < 0.2°	θ = 0°						≤ 0.25
	-8° ≤ θ ≤ 8°						≤ 0.05
	-15° ≤ θ ≤ 15°						≤ 1/12
φ ≤ -0.2°						Dans le domaine du rouge (PAPI / HAPI)	

Tableau 8 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de PAPI

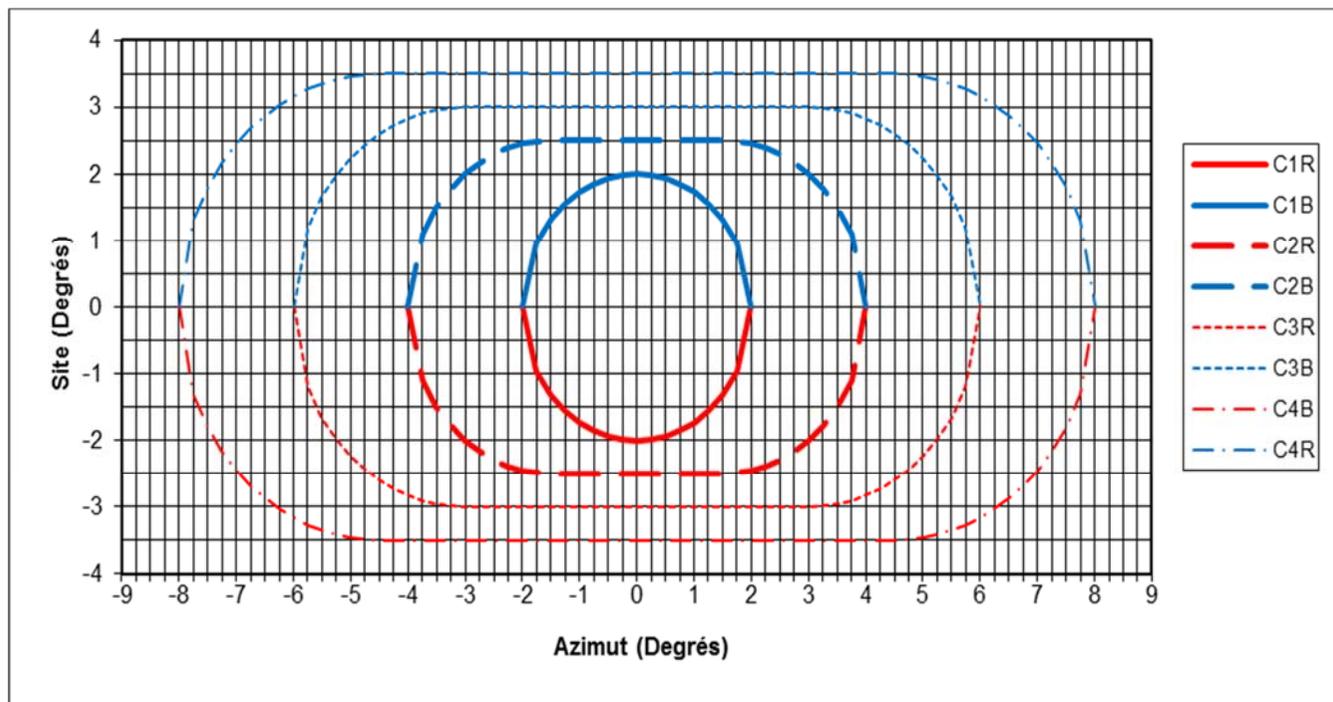


Diagramme D3 : Diagramme isocandela des feux de PAPI
(OACI : Figure A2-23 ; EASA : Figure U-26)

Etendue spatiale				Grandeur(s)							
Equations : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique		I _{Locale} (cd)		I _{Moyenne} (cd)		I _{Max} I _{Min}	α (°)	(x ; y)	
				Feux							
				S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1 S2	S1 à S3
θ ∈ [-90° ; +90°]		φ ∈ [2° ; 10°]		≥ 10	≥ 20		≥ 15	≥ 30	Dans le domaine du vert		
		φ ∈ [10° ; 15°]		≥ 5	≥ 10						
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1 \text{ avec } (a_i ; b_i) =$		(5.5° ; 4.5°)		Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D4)		E ₁		≥ 5 000			≥ 10 000 ≤ 3
		(7.5° ; 6°)				E ₂		≥ 1 000			
		(9° ; 8.5°)				E ₃		≥ 500			
θ = 0°										3.5	0

Tableau 10 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de seuil de piste

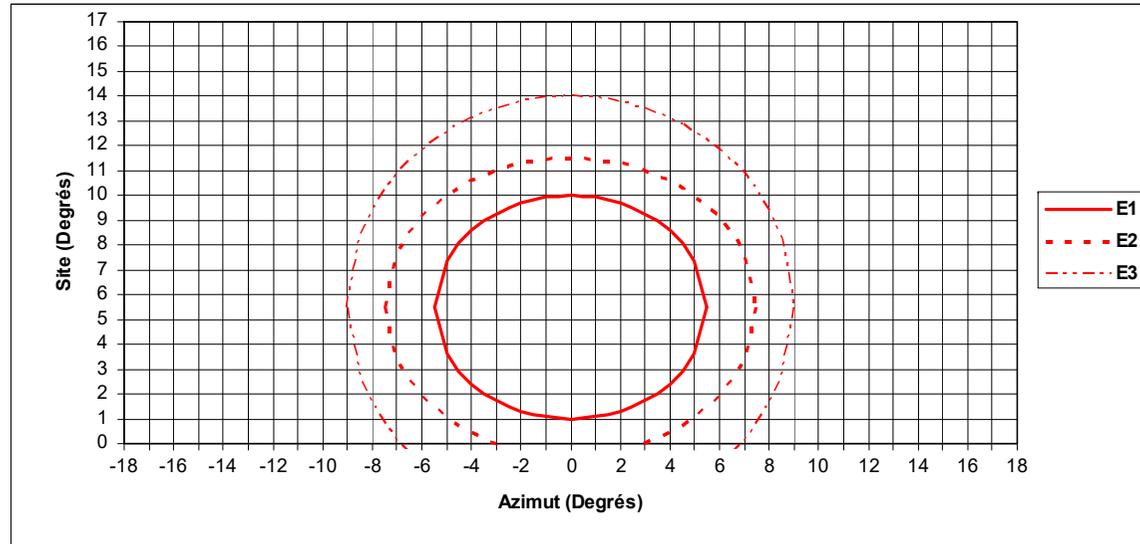


Diagramme D4 : Diagramme isocandela des feux de seuil de piste à approche de précision (OACI : Figure A2-3 ; EASA : Figure U-7)

Etendue spatiale			Grandeur(s)					
Equations : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique		I _{Locale} (cd)	I _{Max} I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)	α (°)	(x ; y)
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1 \text{ avec } (a_i ; b_i) =$	(7° ; 5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D5)	E ₁	≥ 5 000	≤ 3	≥ 10 000		Dans le domaine du vert
	(11.5° ; 6°)		E ₂	≥ 1 000				
	(16.5° ; 8°)		E ₃	≥ 500				
θ = 0°							2	

Tableau 11 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de barre de flanc de seuil

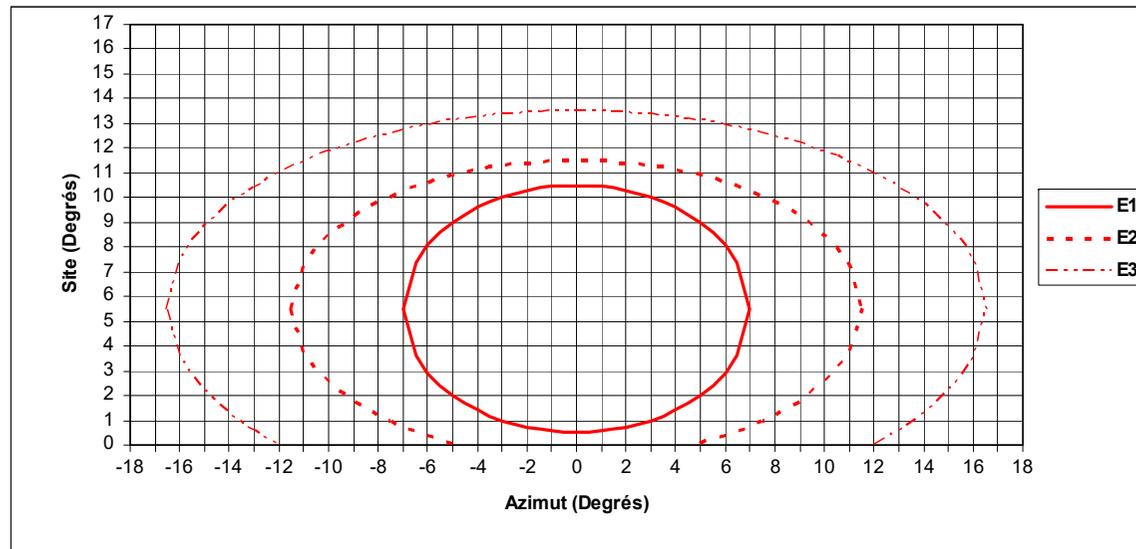


Diagramme D5 : Diagramme isocandela des feux de barre de flanc de seuil (OACI : Figure A2-4 ; EASA : Figure U-8)

Etendue spatiale			Grandeur(s)					
Equation : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique		I _{Locale} (cd)	$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	I _{Moyenne} (cd)	α (°)	(x ; y)
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) =	(5° ; 3.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D6)	E ₁	≥ 2 500	≤ 3	≥ 5 000		Dans le domaine du blanc variable
	(7° ; 6°)		E ₂	≥ 500				
	(8.5° ; 8.5°)		E ₃	≥ 250				
θ = 0°							4	

Tableau 12 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux et des feux simples de zone de toucher des roues

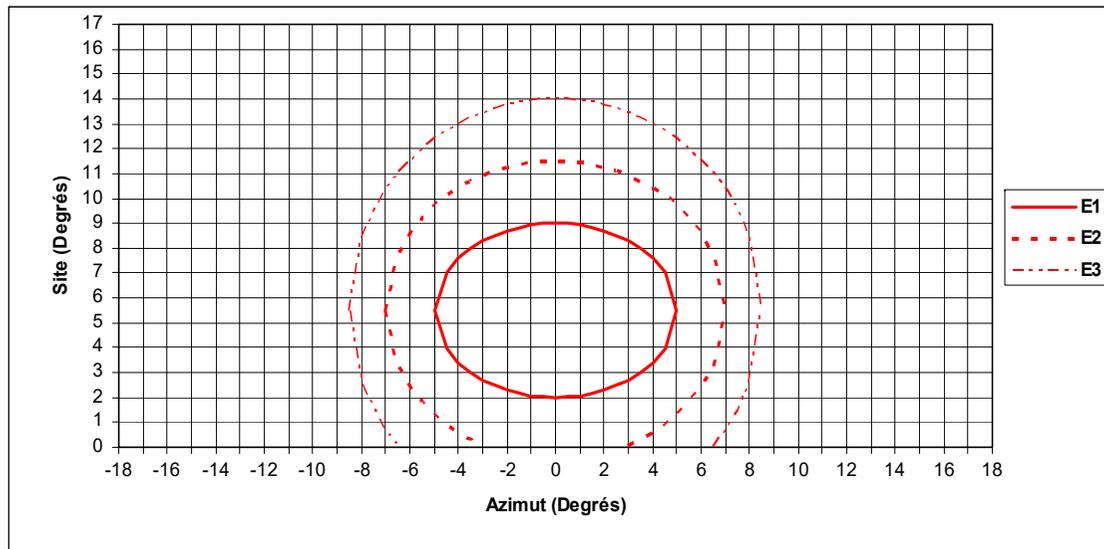


Diagramme D6 : Diagramme isocandela des feux et des feux simples de zone de toucher des roues (OACI : Figure A2-5 ; EASA : Figure U-9)

Etendue spatiale				Grandeur(s)										
Equation : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique		I _{Locale} (cd)			I _{Max} I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)			α (°)	(x ; y)		
				Feux										
				A1	A2	R1	A1 A2 R1	A1	A2	R1	A1 A2 R1	A1	A2	R1
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 3.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) =	(5° ; 3.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D7)	E ₁	≥ 2 500	≥ 375	≥ 1 000	≤ 3	≥ 5 000	≥ 750	≥ 2 000	0	Dans le domaine du blanc variable	Dans le domaine du rouge	Dans le domaine du jaune
	(7° ; 6°)		E ₂	≥ 500	≥ 75	≥ 200								
	(8.5° ; 8.5°)		E ₃	≥ 250	≥ 37	≥ 100								
θ = 0°														

Tableau 13 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'axe de piste espacés de 30 mètres et des RETIL associés

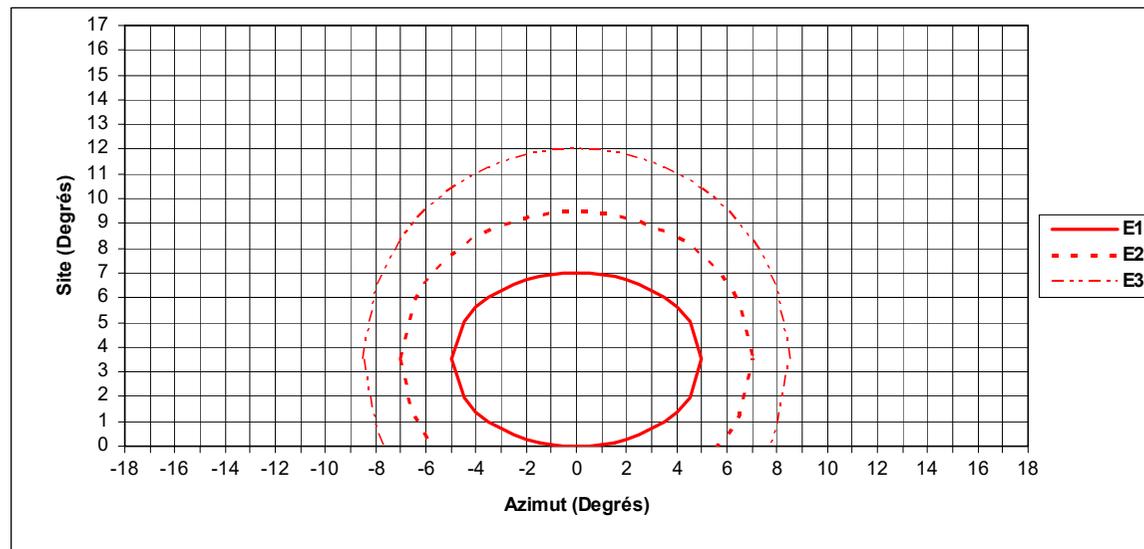


Diagramme D7 : Diagramme isocandela des feux d'axe de piste espacés de 30 mètres et des RETIL associés (OACI : Figure A2-6 / EASA : Figure U-10)

Etendue spatiale			Grandeur(s)																	
Equation : Points (θ ; φ) tels que	Représentation graphique		I_{Locale} (cd)						$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (cd)						α (°)	(x ; y)			
			Feux													A3 A4 A5 A6 R2 R3	A3 A4	A5 A6	R2 R3	
			A3	A4	A5	A6	R2	R3	A3 à A6 R2 R3	A3	A4	A5	A6	R2	R3					
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 4.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) =	(5° ; 4.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D8)	E ₁	≥ 1 250	≥ 2 500	≥ 185	≥ 375	≥ 500	≥ 1 000	≤ 3	≥ 2 500	≥ 5 000	≥ 375	≥ 750	≥ 1 000	≥ 2 000	0	Dans le Domaine du blanc variable	Dans le domaine du rouge	Dans le domaine du jaune
	(7° ; 8.5°)		E ₂	≥ 250	≥ 500	≥ 37	≥ 75	≥ 100	≥ 200											
	(8.5° ; 10°)		E ₃	≥ 125	≥ 250	≥ 18	≥ 37	≥ 50	≥ 100											
$\theta = 0^\circ$																				

Tableau 14 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'axe de piste espacés de 15 mètres et des RETIL associés

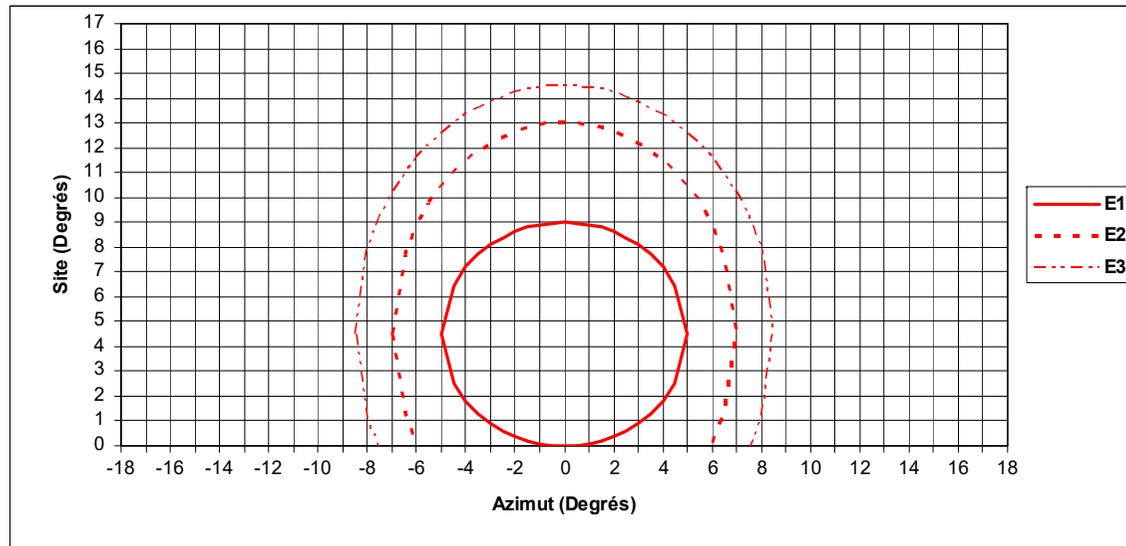


Diagramme D8 : Diagramme isocandela des feux d'axe de piste espacés de 15 mètres et des RETIL associés
(OACI : Figure A2-7 ; EASA : Figure U-11)

Etendue spatiale		Grandeur(s)									
Equation : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique		I _{Locale} (cd)		I _{Moyenne} (cd)		$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	α (°)	(x ; y)	
				Feux							
				E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1 à E3	
θ ∈ [-90° ; +90°] et	φ ∈ [2° ; 10°]			≥ 3	≥ 6		≥ 5	≥ 10		Dans le domaine du rouge	
	φ ∈ [10° ; 15°]			≥ 1	≥ 2						
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 2.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) =	(6° ; 2.25°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D9)	E ₁			≥ 1 250			≥ 2 500	≤ 3	
	(7.5° ; 5°)		E ₂			≥ 250					
	(9° ; 6.5°)		E ₃			≥ 125					
θ = 0°										0	

Tableau 15 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'extrémité de piste

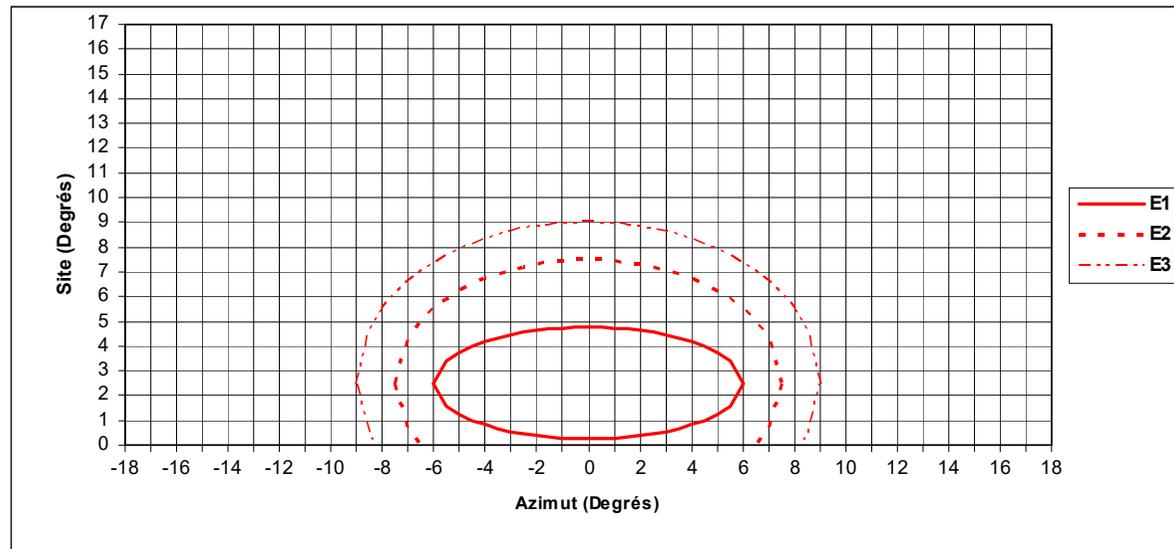


Diagramme D9 : Diagramme isocandela des feux d'extrémité de piste à approche de précision (OACI : Figure A2-8 ; EASA : Figure U-12)

Etendue spatiale		Grandeur(s)		I _{Locale} (cd)						I _{Moyenne} (cd)						α (°)	(x ; y)		
		Feux		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6		B1 à B6	B1 B4	B2 B5	B3 B6
Points (θ ; φ) tels que	θ ∈ [-90° ; +90°]	φ ∈ [2° ; 10°]	≥ 15	≥ 7.5	≥ 2.5	≥ 30	≥ 15	≥ 5	≥ 25	≥ 12.5	≥ 4	≥ 50	≥ 25	≥ 7.5	0	Dans le domaine du blanc variable	Dans le domaine du jaune	Dans le domaine du rouge	
		φ ∈ [10° ; 15°]	≥ 10	≥ 5	≥ 1.5	≥ 20	≥ 10	≥ 3											
	θ = 0°																		

Tableau 16 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de bord de piste utilisée en VFR de nuit ou à approche classique

Etendue spatiale		Grandeur(s)																										
Equation : Points (θ ; φ) tels que	Représentation graphique	I _{Locale} (cd)												I _{Max} I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)						α (°)	(x ; y)						
		Feux																										
		B7	B13	B9	B15	B11	B17	B8	B14	B10	B16	B12	B18	B7 à B18	B7 B13	B9 B15	B11 B17	B8 B14	B10 B16	B12 B18	B7 B9 B11 B13 B15 B17 B18	B8 B10 B12 B14 B16 B18	B7 B8 B13 B14	B9 B10 B15 B16	B11 B12 B17 B18			
θ ∈ [-90° ; +90°] φ ∈ [0° ; 15°]		≥ 50		≥ 50		≥ 50		≥ 50		≥ 50		≥ 50																
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 3.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) =	(6° ; 3.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D10)		E ₁	≥ 5 000	≥ 750	≥ 2 000							≤ 3	≥ 10 000	≥ 1 500	≥ 4 000							Dans le domaine du blanc variable Dans le domaine du rouge Dans le domaine du jaune				
	(8.5° ; 6°)	E ₂	≥ 1 000	≥ 150	≥ 400																							
	(10° ; 8.5°)	E ₃	≥ 500	≥ 75	≥ 200																							
	(5.5° ; 3.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D11)		E ₁	≥ 5 000	≥ 750	≥ 2 000	≤ 3	≥ 10 000	≥ 1 500	≥ 4 000																	
	(7.5° ; 6°)	E ₂	≥ 1 000	≥ 150	≥ 400																							
(9° ; 8.5°)	E ₃	≥ 500	≥ 75	≥ 200																								
θ = 0°																3.5	4.5											

Tableau 17 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de bord de piste à approche de précision

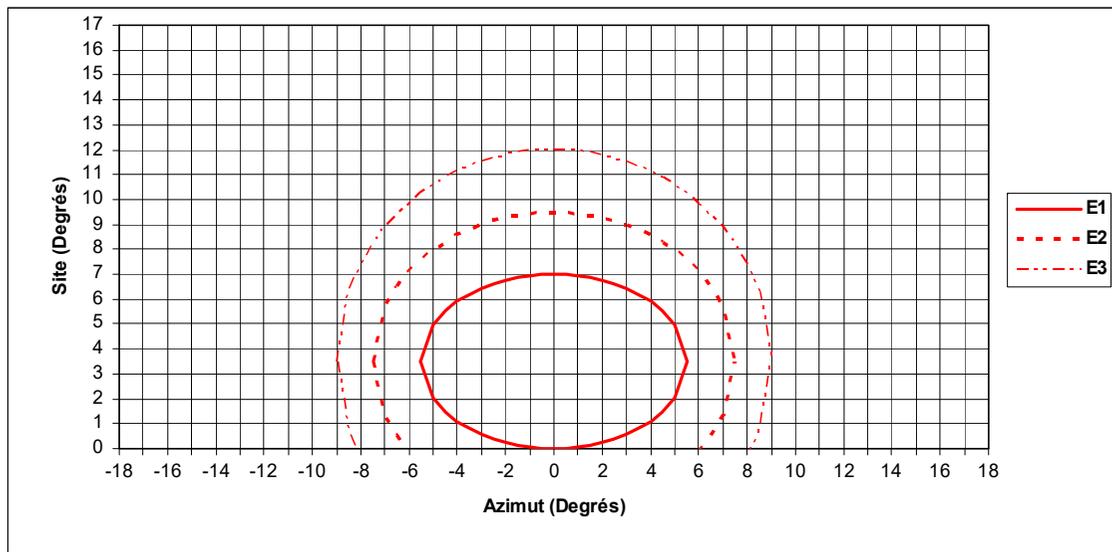


Diagramme D10 : Diagramme isocandela des feux de bord de piste à approche de précision de largeur 45 mètres (Feux B7, B9, B11, B13, B15, B17)
(OACI : Figure **A2-9** ; EASA : Figure **U-13**)

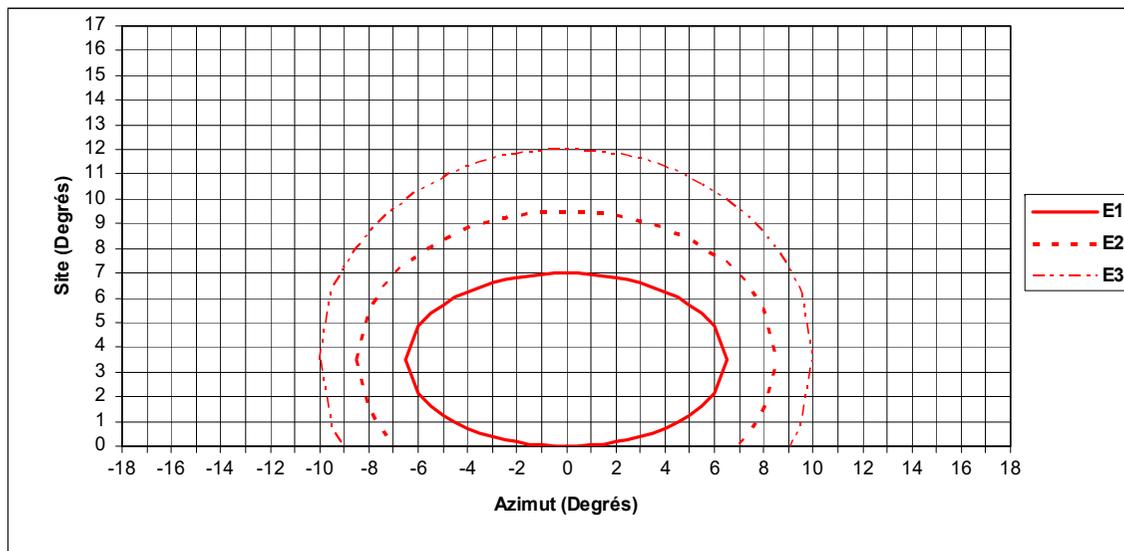


Diagramme D11 : Diagramme isocandela des feux de bord de piste à approche de précision de largeur 60 mètres (Feux B8, B10, B12, B14, B16, B18)
(OACI : Figure **A2-10** ; EASA : Figure **U-14**)

Etendue spatiale		Grandeur(s)						
Equation : Points $(\theta ; \varphi)$ tels que		Représentation graphique		I_{Locale} (cd)	$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (cd)	α (°)	$(x ; y)$
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 4.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec $(a_i ; b_i) =$	$(5^\circ ; 4.5^\circ)$	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E_i (Diagramme D12)	E_1	≥ 750	≤ 3	$\geq 1\,500$	0	Dans le domaine du rouge
	$(7^\circ ; 8.5^\circ)$		E_2	≥ 150				
$\theta = 0^\circ$								

Tableau 18 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'attente au décollage

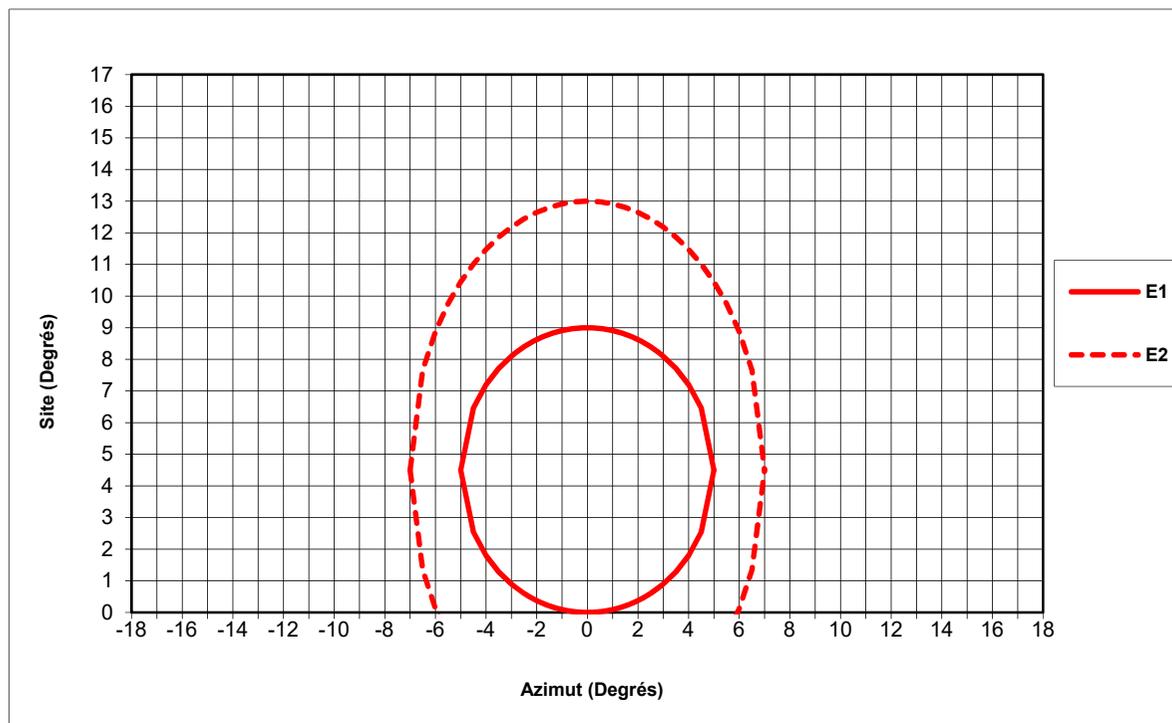


Diagramme D12 : Diagramme isocandela des feux d'attente au décollage (THL)
(OACI : Figure A2-26)

Etendue spatiale		Grandeur(s)												(x ; y)			
		I_{Locale} (cd)		$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (cd)		α (°)										
		Feux															
		V1 V2 W1 W2 X10 BA1 BA2	W9	V3 W3 BA3 X11	V4 V5 W4 W5 BA4 BA5	V6 V7 W6 W7 BA6 BA7	V8 W8 BA8	Tous feux	V1 V2 W1 W2 X10 X11 BA1 BA2	W9	V3 W3 BA3	V4 V5 W4 W5 BA4 BA5	V3 V5 W3 W5 BA3	V8 W8 BA8	V1 à V8	W1 à W9	X10 X11 BA1 à BA8
Points à l'intérieur de l'isocandela R_i ou C_i (Diagramme D_i , cf. tableau 22)	R_1 ou C_1	≥ 100	≥ 400	≥ 50	≥ 10	≥ 1 800	≥ 400	≤ 3	≥ 200	≥ 800	≥ 100	≥ 20	Dans le domaine du vert	Dans le domaine du jaune ou du vert	Dans le domaine du rouge		
	R_2 ou C_2	≥ 20	≥ 80	≥ 10	≥ 2	≥ 450	≥ 200										
	R_3 ou C_3					≥ 100	≥ 100										
	R_4 ou C_4					≥ 20	≥ 8										
	R_5 ou C_5					≥ 8											
Points (θ ; φ) tels que $\theta = 0^\circ$													15.75	17			

Tableau 21 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux d'axe de voie de circulation, d'entrée de piste (REL), de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite

Feux	V1 W1 X10 BA1	V2 W2 BA2	W9	V3 W3 X11 BA3	V4 W4 BA4	V5 W5 BA5	V6 W6 BA6	V7 W7 BA7	V8 W8 BA8
Diagramme isocandela D_i	D13	D14	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20

Tableau 22 : Diagrammes isocandela D_i des feux d'axe de voie de circulation, d'entrée de piste, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite

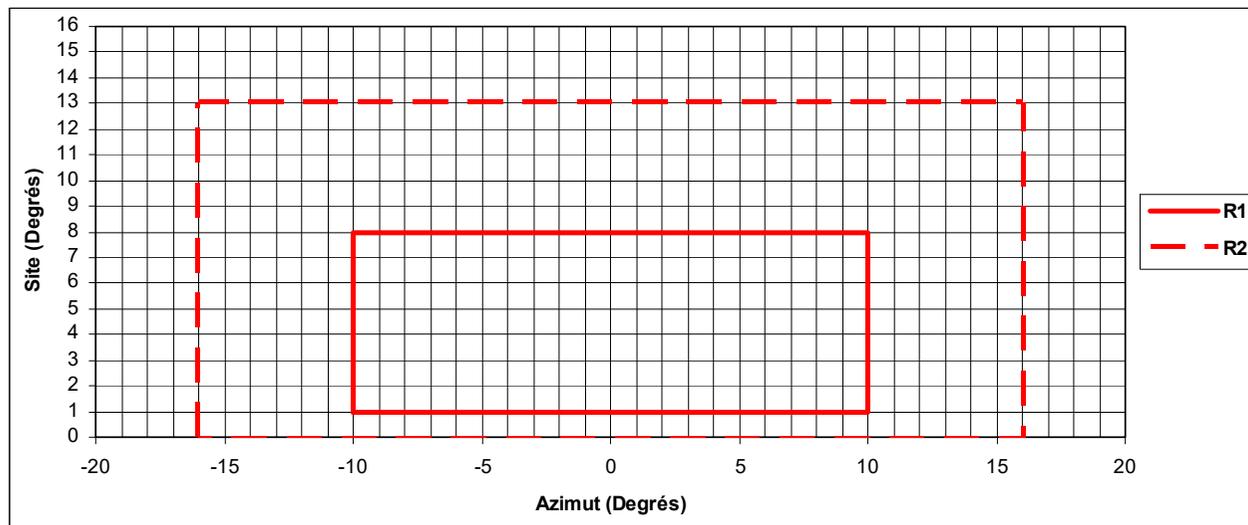


Diagramme D13 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, REL, feux de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau large, pour section rectiligne et portée visuelle de piste inférieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V1, W1, W9, X10 et BA1)
(OACI : Figure A2-12 ; EASA : Figure U-16)

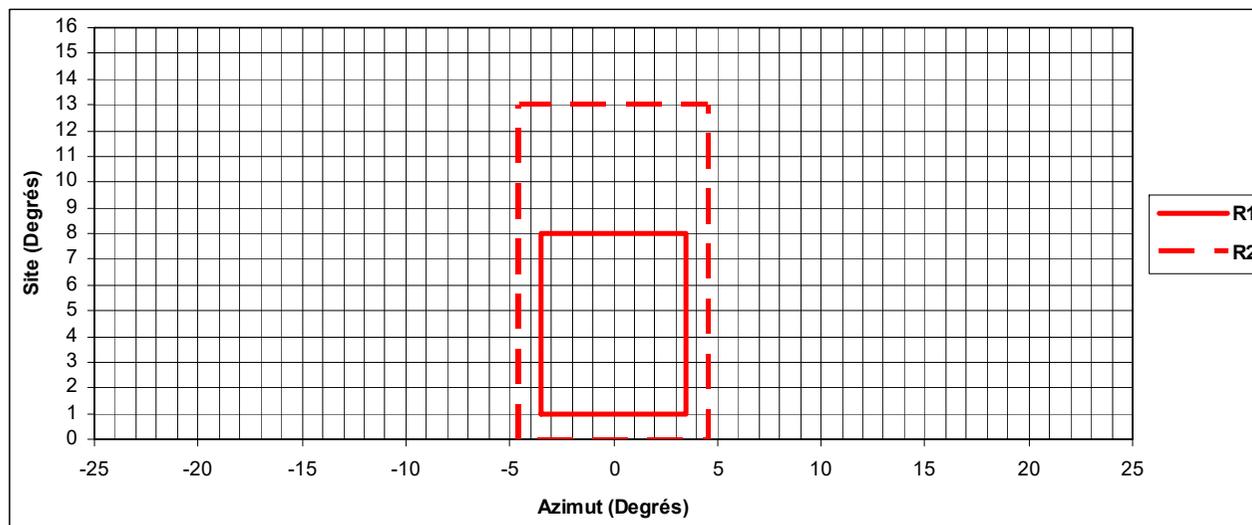


Diagramme D14 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau étroit, pour section rectiligne et portée visuelle de piste inférieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V2, W2 et BA2)
(OACI : Figure A2-13 ; EASA : Figure U-17)

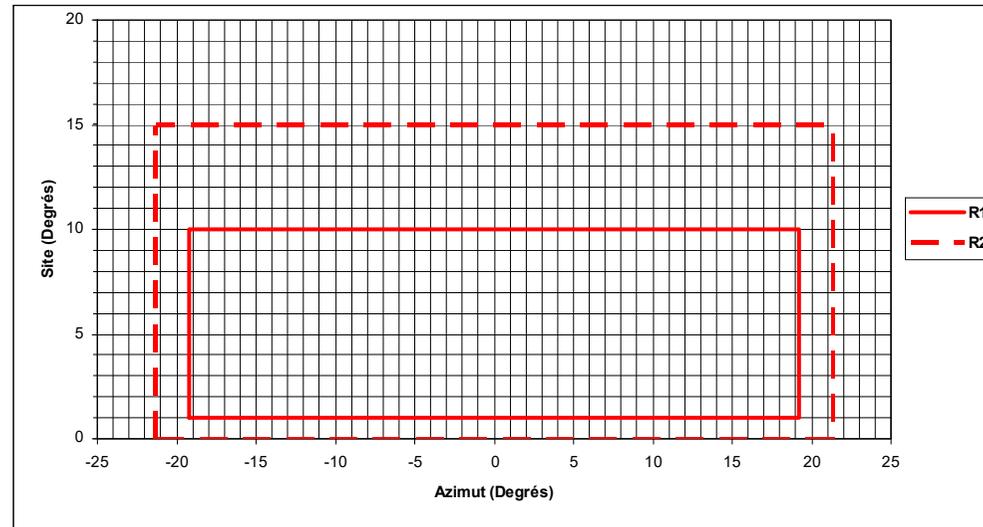


Diagramme D15 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, REL, feux de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section courbe et portée visuelle de piste inférieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V3, W3, X11 et BA3)
(OACI : Figure **A2-14** ; EASA : Figure **U-18**)

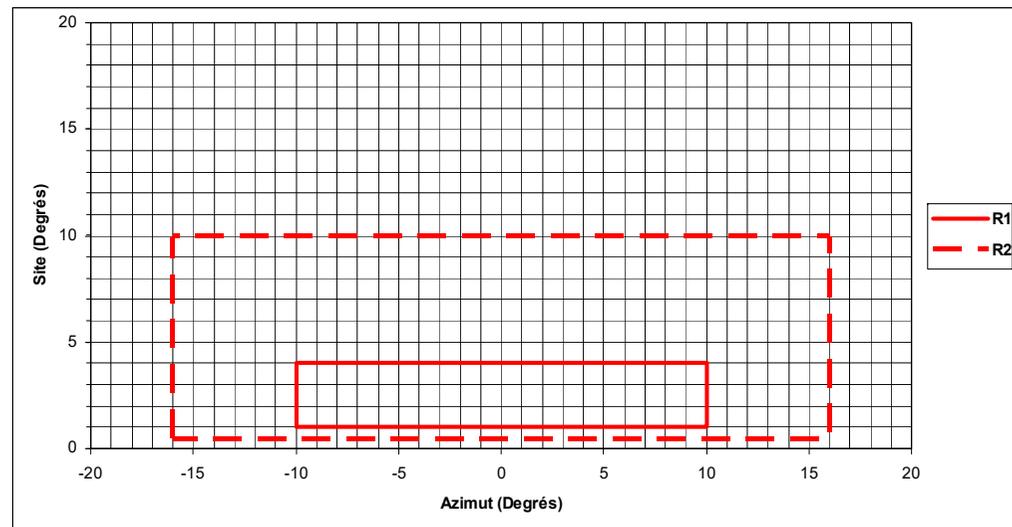


Diagramme D16 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section rectiligne et portée visuelle de piste supérieure ou égale à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V4, W4 et BA4)
(OACI : Figure **A2-15** ; EASA : Figure **U-19**)

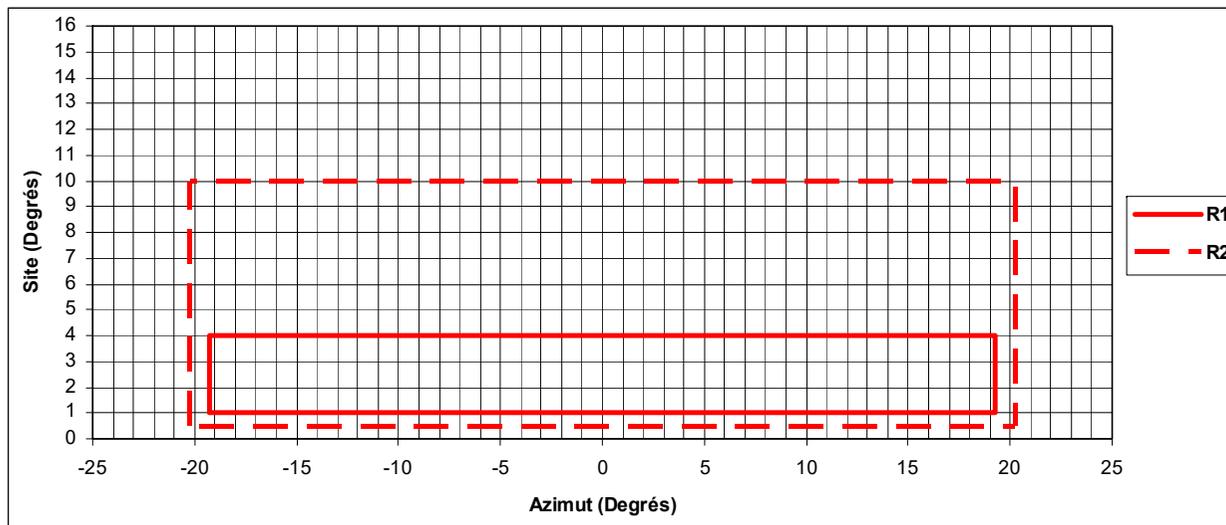


Diagramme D17 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section courbe et portée visuelle de piste supérieure ou égale à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V5, W5 et BA5)
(OACI : Figure A2-16 ; EASA : Figure U-20)

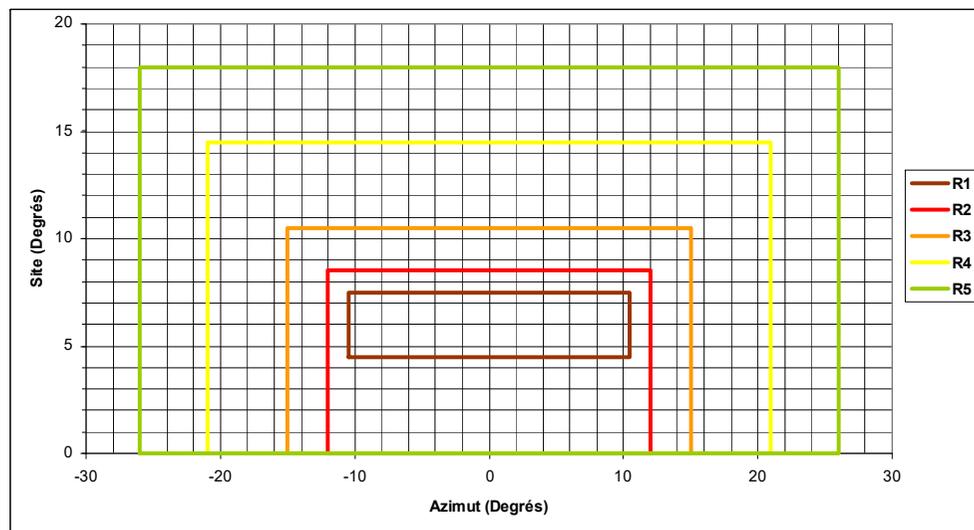


Diagramme D18 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau large, pour section rectiligne, avec système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V6, W6 et BA6)
(OACI : Figure A2-17 ; EASA : Figure U-21)

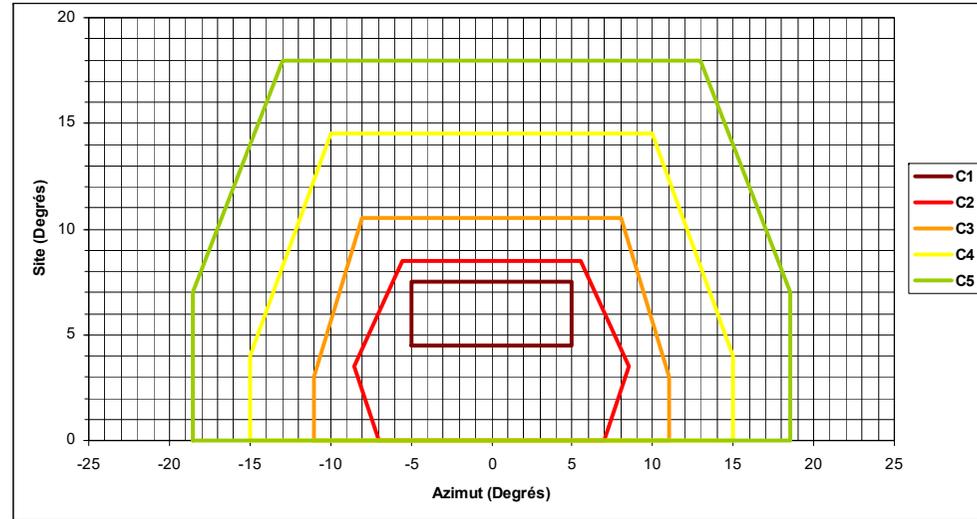


Diagramme D19 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau étroit, pour section rectiligne, avec système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V7, W7 et BA7)
(OACI : Figure A2-18 ; EASA : Figure U-22)

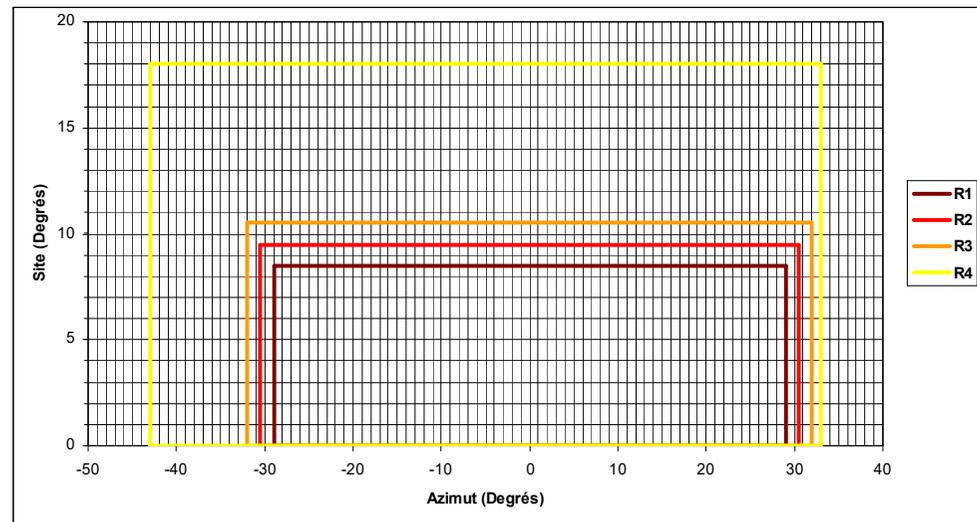


Diagramme D20 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section courbe, avec système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V8, W8 et BA8)
(OACI : Figure A2-19 ; EASA : Figure U-23)

Etendue spatiale		Grandeur(s)										(x ; y)	f (nombre d'éclats par minute)
		I _{Locale} (cd)				I _{Max} I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)						
		Feux											
		P1	P2	P3	P4	P1 à P4	P1	P2	P3	P4	P1 à P4		
Points à l'intérieur de l'isocandela R _i ou C _i (Diagramme D _i , cf. tableau 24)	R ₁ ou C ₁	≥ 1 500	≥ 300	≥ 500	≥ 100	≤ 3	≥ 3 000	≥ 600	≥ 1 000	≥ 200	Dans le domaine du <i>jaune</i>	Entre 30 et 60	
	R ₂ ou C ₂	≥ 1 000	≥ 200	≥ 100	≥ 20								
	C ₃	≥ 300	≥ 30										

Tableau 23 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de protection de piste³

Feux (Code)	P1	P2	P3	P4
Diagramme isocandela D _i	D23	D22	D21	D21

Tableau 24 : Diagrammes isocandela D_i des feux de protection de piste

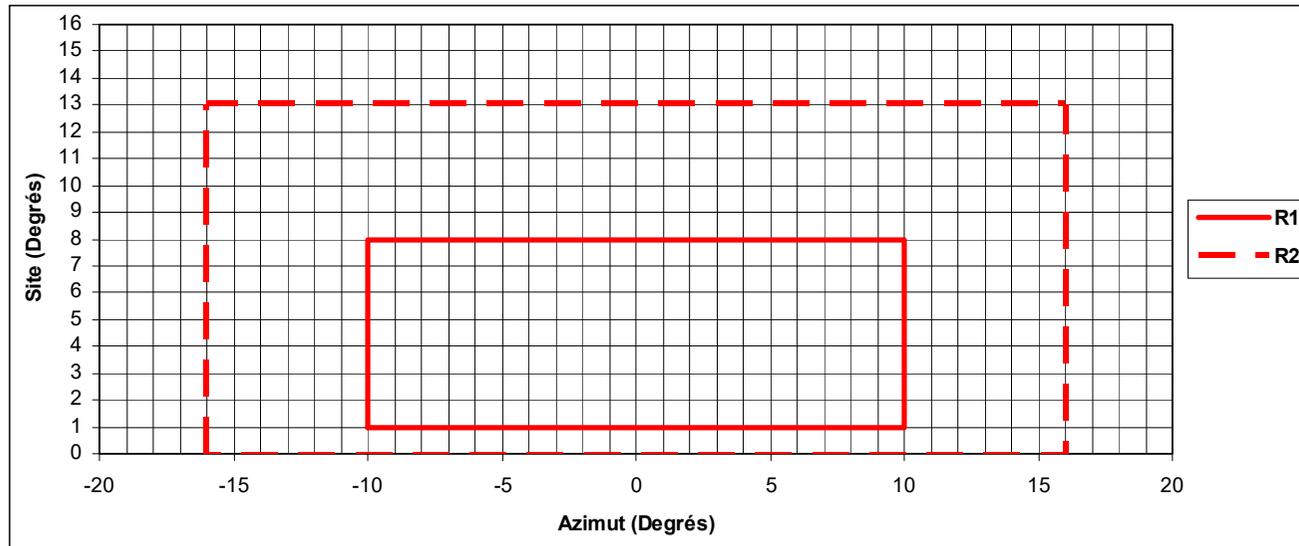


Diagramme D21 : Diagramme isocandela des feux de protection de piste basse intensité disposés en configuration de type B (Feux P4) (OACI : Figure A2-12 ; EASA : Figure U-16)

³ Feux à éclats dont les signaux lumineux d'une même paire doivent être identiques mais en opposition de phase.

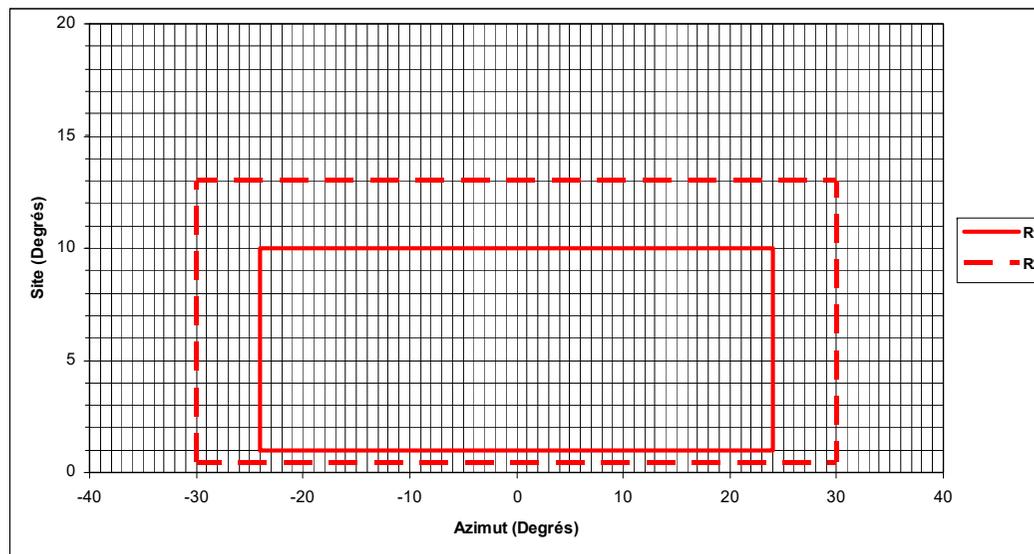


Diagramme D22 : Diagramme isocandela des feux de protection de piste haute intensité disposés en configuration de type B (Feux P3)
(OACI : Figure A2-20 ; EASA : Figure U-24)

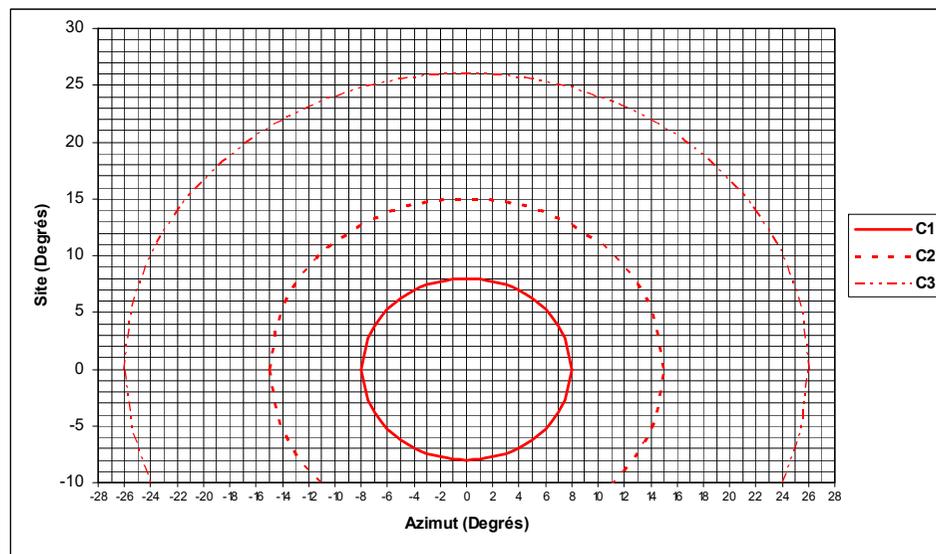


Diagramme D23 : Diagramme isocandela des feux de protection de piste disposés en configuration de type A (Feux P1 et P2)
(OACI : Figures A2-24 et A2-25 ; EASA : Figures U-27 et U-28)

6.2.1.1.4 Feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité

Etendue spatiale		Grandeur(s)							
Equation : Points (θ ; φ) tels que	Représentation graphique	I _{Locale} (cd)	I _{Max} I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)	f (nombre d'éclats par minute)	(x ; y)			
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) = <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>(10° ; 5.5°)</td></tr> <tr><td>(14° ; 6.5°)</td></tr> <tr><td>(15° ; 8.5°)</td></tr> </table>	(10° ; 5.5°)	(14° ; 6.5°)	(15° ; 8.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D23)	E ₁	≤ 3	≥ 5 000		Dans le domaine du <i>jaune</i>
	(10° ; 5.5°)								
	(14° ; 6.5°)								
(15° ; 8.5°)									
E ₂	≥ 2 500								
E ₃	≥ 500								
θ = 0°					Entre 30 et 80				

Tableau 25 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité

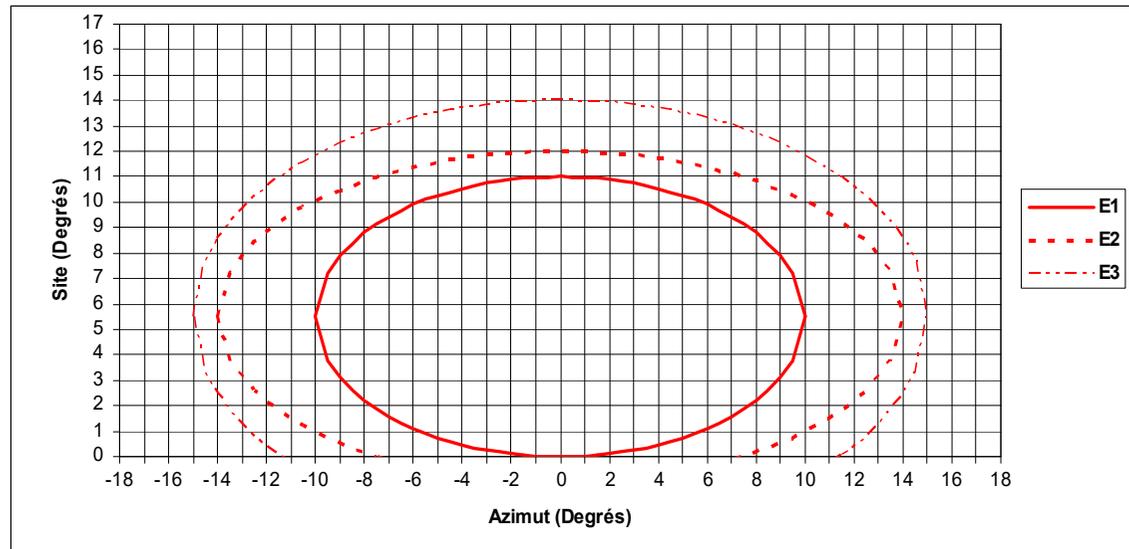


Diagramme D24 : Diagramme isocandela des feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité

6.2.1.2 Feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne

Les feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne moyenne ou haute intensité utilisés à la fois de jour, au crépuscule et de nuit doivent être équipés d'un dispositif permettant un basculement automatique vers le niveau d'intensité lumineuse requis selon la luminance de fond.

Grandeur(s)		f (nombre d'éclats par minute)	(x ; y)	I _{Moyenne} (cd)	I _{Locale} (cd)			I _o (cd)	O (°)	
Etendue spatiale : Points (θ ; φ) tels que Feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne		θ et φ quelconques		θ ∈ [-180° ; +180°] ⁴						
				φ = 0°	φ = -1°	φ ∈ [2° ; 10°]				
Feux basse intensité	A		Dans le domaine du rouge				≥ 10	5	≥ 10	
	B						≥ 32	16		
	E									
Feux moyenne intensité	A	Jour ou crépuscule	- Obstacles terrestres non côtiers : 20 - Obstacles terrestres côtiers ou maritimes : 30 ou adaptée (entre 20 et 60) en cas de risque de confusion avec la signalisation maritime, ferroviaire ou routière - Obstacles comportant également des feux haute intensité : 40	Dans le domaine du blanc	≥ 20 000	≥ 15 000	≥ 7 500	7 500	≥ 3	
	B				≥ 2 000	≥ 1 500	≥ 750			750
	C									
Feux sommitaux pour éolienne secondaire		Nuit	- Obstacles terrestres non côtiers : 20 - Obstacles terrestres côtiers ou maritimes : 30 ou adaptée (entre 20 et 60) en cas de risque de confusion avec la signalisation maritime, ferroviaire ou routière - Obstacles comportant également des feux haute intensité : 40	Dans le domaine du rouge	≥ 200	≥ 150	≥ 75	75		
Feux haute intensité	A	Jour	40	Dans le domaine du blanc	≥ 200 000	≥ 150 000	≥ 75 000	75 000		
		Crépuscule			≥ 20 000	≥ 15 000	≥ 7 500	7 500		
		Nuit			≥ 2 000	≥ 1 500	≥ 750	750		
	B	Jour			≥ 100 000	≥ 75 000	≥ 37 500	37 500		
		Crépuscule			≥ 20 000	≥ 15 000	≥ 7 500	7 500		
		Nuit			≥ 2 000	≥ 1 500	≥ 750	750		

Tableau 26 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne

⁴ L'obstacle peut être balisé au moyen d'un ou plusieurs feux, pourvu qu'il soit visible sur 360° d'azimut. Les exigences photométriques peuvent être définies sur moins de 360° d'azimut.

6.2.1.3 Feux et panneaux luminescents de balisage d'hélistation

Equipements de balisage d'hélistation	Grandeur(s)		I_{Locale} (candela)	L_{Locale} (cd / m ²)	(x ; y)	f (nombre d'éclats par minute)		
	Etendue spatiale : Points (θ ; φ) tels que							
Feux de trouée unique	$\theta \in [-90^\circ ; +90^\circ]$ $\varphi \in$	30°	≥ 2.5		Dans le domaine du <i>rouge</i>			
		[25° ; 30°[≥ 12.5					
		[3° ; 25°[≥ 25					
		[0° ; 3°[≥ 2.5					
Feux fixes d'approche		15°	≥ 25				Dans le domaine du <i>blanc</i>	
		[9° ; 15°[≥ 250					
		[5° ; 9°[≥ 350					
		[2° ; 5°[≥ 250					
		[0° ; 2°[≥ 25					
Feux d'approche à éclats		15°	≥ 250				Dans le domaine du <i>blanc</i>	60
		[9° ; 15°[	$\geq 2\,500$				
		[5° ; 9°[	$\geq 3\,500$				
		[2° ; 5°[	$\geq 2\,500$				
		[0° ; 2°[≥ 250					
Phares d'hélistation		10°	≥ 250		Dans le domaine du <i>blanc</i>	30 ⁵		
		[7° ; 10°[≥ 750					
		[4° ; 7°[	$\geq 1\,700$				
		[1.5° ; 4°[	$\geq 2\,500$				
		[0° ; 1.5°[	$\geq 1\,700$				
Feux d'aire d'approche finale et de décollage (FATO) Feux de point cible	$\theta \in [-180^\circ ; +180^\circ]$ $\varphi \in$	30°	≥ 10		Dans le domaine du <i>vert</i>			
		[25° ; 30°[≥ 50					
		[3° ; 25°[≥ 100					
		[0° ; 3°[≥ 10					
Feux d'aire de prise de contact et d'envol (TLOF)]20° ; 90°]	≥ 3				Dans le domaine du <i>vert</i>	
		]13° ; 20°]	≥ 8			
		]10° ; 13°]	≥ 15			
		]5° ; 10°]	≥ 30			
		]2° ; 5°]	≥ 15			
Feux d'axe de voie de circulation		[0° ; 6°]	≥ 2				Dans le domaine du <i>vert</i>	
		[6° ; 75°]	≥ 0.2					
Panneaux luminescents d'aire de prise de contact et d'envol (TLOF)		[60° ; 90°]			55		Dans le domaine du <i>vert</i> (Panneau de TLOF)	
		[40° ; 60°[50				
		[30° ; 40°[45				
		[20° ; 30°[30				
		[10° ; 20°[15				
		[0° ; 10°[5				
Feux ou de bord de voie de circulation		[0° ; 6°]	≥ 2		Dans le domaine du <i>bleu</i>			
		[6° ; 75°]	≥ 0.2					

Tableau 27 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux et panneaux luminescents de balisage d'hélistation

⁵ Eclats regroupés par paquet de 4, chaque éclat durant entre 0.5 et 2 ms, chaque paquet durant 0.8 s et étant espacé du précédent de 1.2 s

Etendue spatiale		Grandeur(s)				
Equation : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique	I _{Local} (cd)	f (nombre d'éclats par minute)	(x ; y)	Angle de transition colorimétrique (°)
φ ≥ 0°	$\left(\frac{\theta}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2}\right)^2 \leq 1$	Points entre l'axe des abscisses et l'isocandela C _{IV} ou C _{IR} (Diagramme D24)	C _{1V}	≥ 9 000		
	$\left(\frac{\theta}{6}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{4}\right)^2 \leq 1$		C _{2V}	≥ 6 375		
	$\left(\frac{\theta}{9}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{6}\right)^2 \leq 1$		C _{3V}	≥ 3 750		
	$\left(\frac{\theta}{12}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{8}\right)^2 \leq 1$		C _{4V}	≥ 1 875		
	$\left(\frac{\theta}{15}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{10}\right)^2 \leq 1$		C _{5V}	≥ 375		
φ ≤ 0°	$\left(\frac{\theta}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2}\right)^2 \leq 1$		C _{1R}	≥ 9 000		
	$\left(\frac{\theta}{6}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{4}\right)^2 \leq 1$		C _{2R}	≥ 6 375		
	$\left(\frac{\theta}{9}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{6}\right)^2 \leq 1$		C _{3R}	≥ 3 750		
	$\left(\frac{\theta}{12}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{8}\right)^2 \leq 1$		C _{4R}	≥ 1 875		
	$\left(\frac{\theta}{15}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{10}\right)^2 \leq 1$		C _{5R}	≥ 375		
φ > 0.75°				120 ⁶	Dans le domaine du vert (HAPI)	
0.2° ≤ φ ≤ 0.75°				0		
-0.2° < φ < 0.2°	θ = 0°				≤ 0.25	
-0.25° ≤ φ ≤ 0.2°						
φ < -0.25°					120 ⁶		Dans le domaine du rouge (PAPI / HAPI)

Tableau 28 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de HAPI

⁶ Emission / Occultation = 1 ; profondeur de modulation ≥ 80%

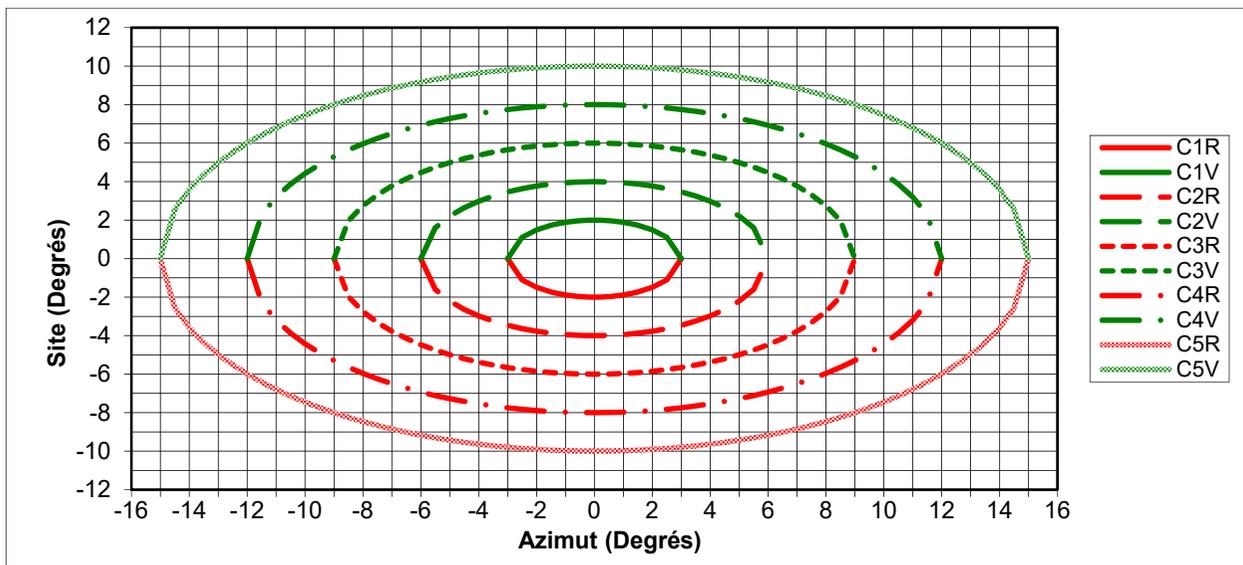


Diagramme D25 : Diagramme isocandela des feux de HAPI

6.2.2 Spécifications électriques

6.2.2.1 Indice de protection électrique (IP)

Le tableau ci-après précise, pour les différents équipements de balisage aéronautique objets du présent document, l'IP requis (selon leur type d'alimentation électrique, le cas échéant). Ils doivent être conformes aux normes NF C18-510, NF C15-100 et IEC/TS 61827.

Equipements de balisage aéronautique		Alimentation électrique	IP requis
Panneaux de TLOF Feux hors sol autres que feux à éclats de balisage d'obstacle ou d'éolienne		Basse tension (≤ 1000 V AC ou 1500 V DC)	\geq IP 24
		Haute tension (≥ 1000 V AC ou 1500 V DC)	\geq IP 34
Feux à éclats de balisage d'obstacle ou d'éolienne	Feux	-	\geq IP 54
	Boîtiers de contrôle		\geq IP 67
Feux encastrés			\geq IP 67

Tableau 29 : IP requis par type d'équipements de balisage aéronautique

IP	Définition
IP 24	Protection contre le contact et la pénétration de corps solides de diamètre supérieur à 12 mm et les projections d'eau
IP 34	Protection contre le contact et la pénétration de corps solides de diamètre supérieur à 2,5 mm et les projections d'eau
IP 54	Protection contre la pénétration de dépôts nuisibles de poussière et les projections d'eau
IP 67	Protection contre la pénétration de la poussière (étanchéité parfaite) et les effets d'une immersion

Tableau 30 : Définition des IP (conformément à la norme IEC 60529)

6.2.2.2 Classe d'isolement électrique

Tout équipement de balisage aéronautique objet du présent document qui n'est pas de classe 2 (i.e. qui, en l'absence de raccordement équipotentiel, est dépourvu d'une isolation renforcée par double isolation ou par absence de parties métalliques accessibles) doit pouvoir être connecté à un conducteur de protection assurant une liaison équipotentielle.

6.2.2.3 Résistance d'isolement électrique

La résistance d'isolement électrique d'un feu de balisage aéronautique objet du présent document et non équipé d'électronique doit être supérieure à 50 M Ω (sous une tension continue de 500 V appliquée entre les parties actives et l'enveloppe du feu aussi bien hors tension qu'en fonctionnement depuis une heure à puissance électrique nominale).

6.2.2.4 Autonomie de fonctionnement

Les feux autonomes de balisage de piste utilisée en VFR de nuit doivent présenter une autonomie de fonctionnement supérieure à 8 heures.

6.2.3 Spécifications dimensionnelles

Le tableau ci-après précise la ou les exigences dimensionnelles que doivent satisfaire les différents types d'équipements de balisage aéronautique objets du présent document.

Grandeur dimensionnelle		Hauteur (mm)	Largeur (mm)	Saillie au-dessus du sol (mm)
Equipements de balisage				
Feux de balisage aéroportuaire	Feux de balisage de piste ou de bord de voie de circulation	≤ 350		≤ 25
	Feux de protection de piste	≤ 650		
Feux encastrés				
Feux et panneaux luminescents de balisage d'hélistation	Feux de TLOF, de bord ou d'axe de voie de circulation	≤ 250	≥ 60	
	Panneaux luminescents de TLOF	≤ 25		

Tableau 31 : Spécifications dimensionnelles des feux de balisage aéroportuaire et d'hélistation et des panneaux luminescents de TLOF

6.2.4 Spécifications mécaniques

Les équipements hors sol de balisage aéroportuaire et d'hélistation doivent être fragibles i.e. se briser, se déformer ou céder aisément lorsqu'ils sont soumis à l'impact soudain d'un aéronef de 3 tonnes volant à 140 km/h ou roulant à 50 km/h.

6.3 SPECIFICATIONS TECHNIQUES OPTIONNELLES

6.3.1 Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à haute température⁷

Les exigences photométriques et colorimétriques que doivent satisfaire, à haute température et à niveau de brillance maximal, les feux de balisage aéronautique (sauf PAPI et HAPI) et les panneaux luminescents de TLOF, sont identiques à celles décrites au paragraphe 6.2.

Par ailleurs, pour ces mêmes équipements, consécutivement à un fonctionnement de 24 heures à haute température, les spécifications suivantes complémentaires sont définies :

- une perte maximale de 20% de performances photométriques est tolérée à niveau de brillance maximal,
- aucun dommage n'est toléré.

6.3.2 Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à basse température⁸

Les exigences photométriques et colorimétriques que doivent satisfaire, à basse température et à niveau de brillance maximal, les feux de balisage aéronautique (sauf PAPI et HAPI) et les panneaux luminescents de TLOF, sont identiques à celles décrites au paragraphe 6.2.

Par ailleurs, pour ces mêmes équipements, après 24 heures à basse température (2 heures de fonctionnement puis 21 heures d'extinction suivie d'une heure de fonctionnement), les spécifications suivantes complémentaires sont définies :

- une perte maximale de 20% de performances photométriques est tolérée à niveau de brillance maximale,
- aucun dommage n'est toléré.

En outre, pour ces mêmes équipements, lors de leur rallumage à basse température après les 21 heures d'extinction, une reprise normale de leur fonctionnement est exigée.

⁷ +55°C ou température maximale de fonctionnement indiquée par le fabricant si inférieure

⁸ -55°C ou température minimale de fonctionnement indiquée par le fabricant si supérieure

6.3.3 Spécifications photométriques après vieillissement accéléré

Pour les feux halogènes de balisage aéroportuaire et d'hélistation (sauf PAPI et HAPI), consécutivement à un vieillissement accéléré, les spécifications suivantes sont définies :

- une perte maximale de 20% de performances photométriques est tolérée, à niveau de brillance maximal,
- aucun dommage n'est toléré.

6.3.4 Spécifications mécaniques

Le tableau ci-après précise les spécifications mécaniques des feux encastrés de balisage aéronautique.

Spécification mécanique	Equipements	Feux encastrés de balisage aéroportuaire		Feux encastrés de balisage d'hélistation
		omnidirectionnels	directionnels	
Température maximale de contact inférieure à 160°C, pendant l'application, durant 10 minutes et après 2 heures minimum de fonctionnement à puissance maximale, d'une contrainte de compression, d'intensité égale à celle du poids d'une masse de 700 kg		x	x	
Étanchéité, après immersion dans l'eau pendant 120 heures, sous une pression de 130 (+/- 3) kPa, avec alternance des cycles d'allumage et d'extinction toutes les heures		x	x	x
Résistance à l'application, pendant 1 minute, d'une contrainte de compression, d'intensité supérieure ou égale à celle du poids d'une masse (en kg) de 32 fois la surface du feu (en cm ²)		x	x	x
Résistance à l'application répétée 10 fois, toutes les 5 minutes, au centre de la partie supérieure du feu, de l'impact d'une bille d'acier d'une masse de 2.30 (+/- 0.02) kg, lâchée sans vitesse initiale, depuis une hauteur de 1.80 (+/-0.02) m			x	

Tableau 32 : Spécifications mécaniques des feux encastrés de balisage aéronautique

FIN DU DOCUMENT