



STAC

Spécifications techniques

Feux de balisage aéronautique
et panneaux lumineux de TLOF

SPE/STAC/SE/E/VIS/6008

Version V6

Document applicable à compter du **1^{er} avril 2019**

Principales modifications (identifiées en vert) par rapport à la version V5 :

<i>Description</i>	<i>Paragraphe(s)</i>
Ajout des différentes distances possibles au seuil de piste et des spécifications techniques correspondantes et manquantes pour les feux de ligne axiale et de barre transversale d'approche	6.2.1.1.1 Tableau 6 Diagramme 1
Ajout des différentes distances possibles au seuil de piste et des spécifications techniques correspondantes et manquantes pour les feux de barrette latérale d'approche	6.2.1.1.1 Tableau 7 Diagramme 2
Ajout de la mention « avec composante omnidirectionnelle » aux fonctions de balisage de bord de piste à approche de précision déjà définies	6.2.1.1.2
Ajout des spécifications techniques des feux de bord de piste à approche de précision sans composante omnidirectionnelle (définition d'une nouvelle fonction de balisage)	Tableaux 9 et 17
Mise à jour de la dernière édition du volume I de l'Annexe 14	3

TABLE DES MATIÈRES

1	Objet	4
2	Champ d'application	4
3	Textes de référence	4
4	Documentation associée	5
5	Terminologie	5
5.1	Azimut et site	5
5.2	Photométrie	5
5.3	Colorimétrie	6
6	Spécifications techniques	10
6.1	Liste des spécifications techniques par type d'équipements	10
6.2	Spécifications techniques réglementaires	10
6.2.1	Spécifications photométriques et colorimétriques	10
6.2.2	Spécifications électriques	39
6.2.3	Spécifications dimensionnelles	39
6.2.4	Spécifications mécaniques	40
6.3	Spécifications techniques optionnelles	40
6.3.1	Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à haute température	40
6.3.2	Spécifications photométriques et colorimétriques pendant et après fonctionnement à basse température	40
6.3.3	Spécifications photométriques après vieillissement accéléré	40
6.3.4	Spécifications mécaniques	40

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 lumineux 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 poste de stationnement,
- 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 référence

- *Annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI)*
 - Volume I (8^{ème} édition, 07/2018) : *Conception et exploitation technique des aéroports*
 - 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 aéroports (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 aéroports
- 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 (4^{ème} édition, 12/12/2017) : *Certification specifications and guidance material for aerodromes design*

4 Documentation associée

- 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 Photométrie

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 Colorimétrie

(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.

Domaine 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	$y = 0.150 + 0.640x$	$0.285 \leq x \leq 0.453$
		$y = 0.440$	$0.453 \leq x \leq 0.525$
	Limite pourpre	$y = 0.050 + 0.750x$	$0.285 \leq x \leq 0.443$
$y = 0.382$		$0.443 \leq x \leq 0.542$	

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

Domaine 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 lumineux de TLOF à LED

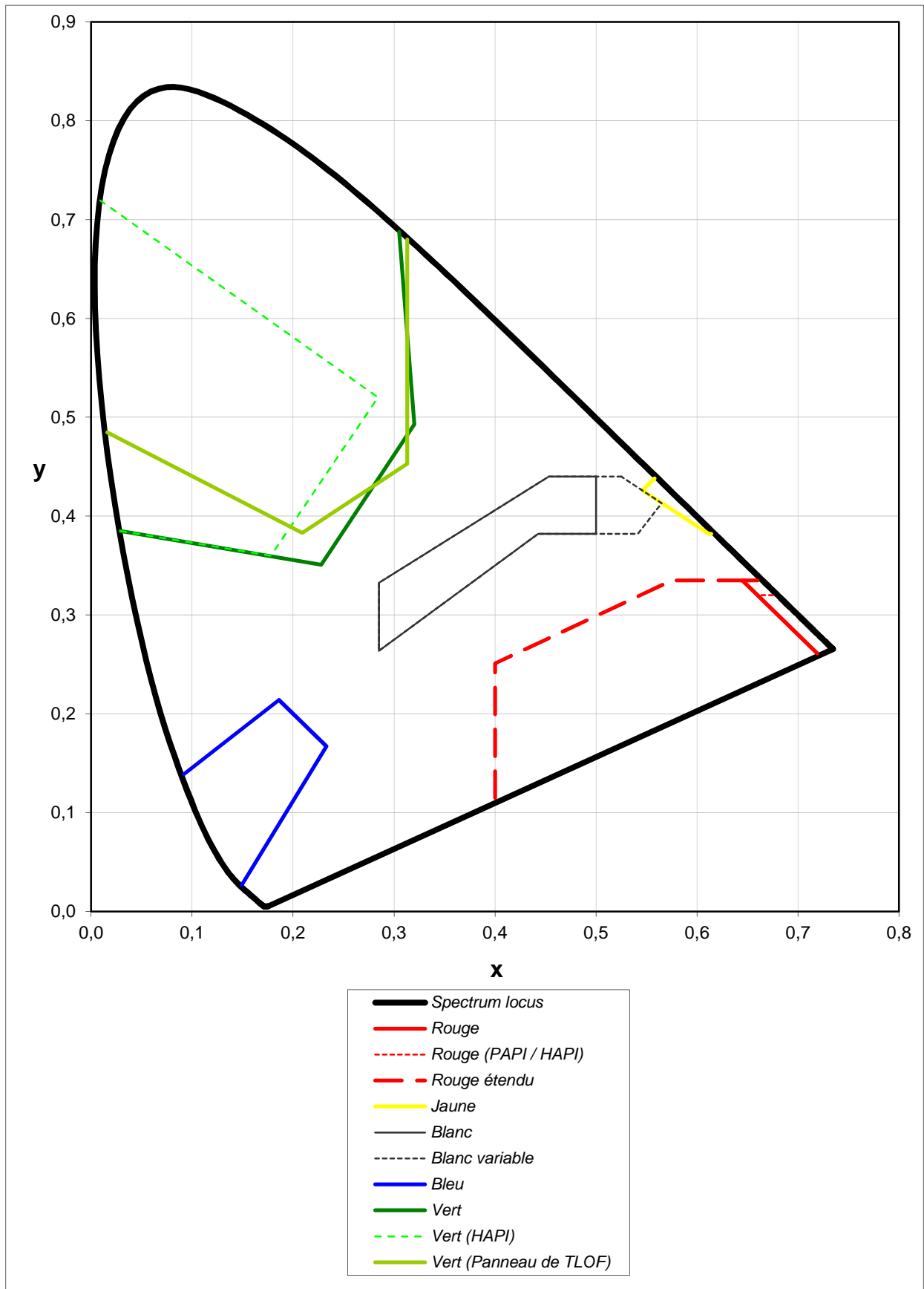


Figure 1a : Domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux lumineux de TLOF à incandescence (OACI : Figure **A1-1a** ; EASA : Figure **U-1A**)

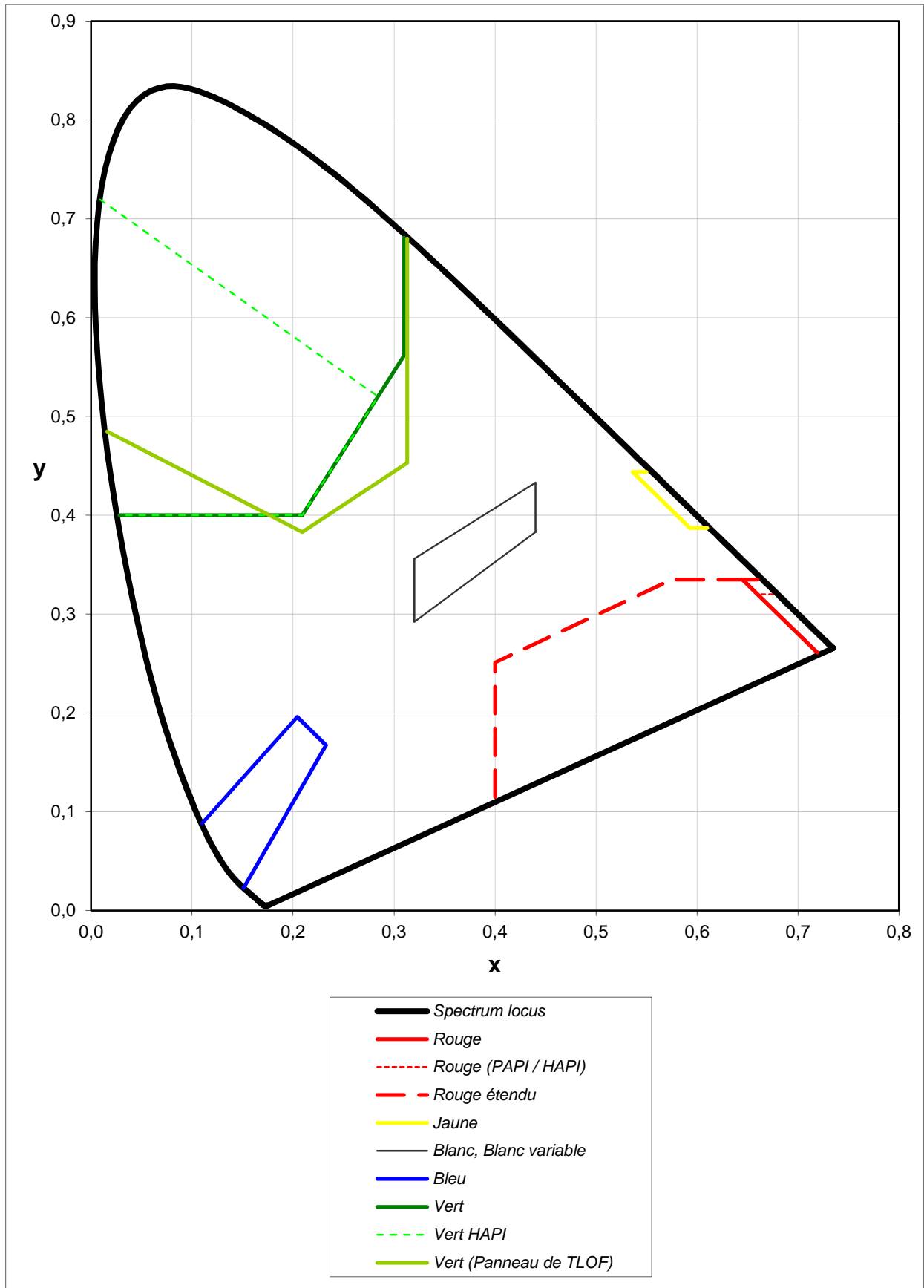


Figure 1b : Domaines de couleur des feux de balisage aéronautique et des panneaux lumineux de TLOF à LED (OACI : Figure **A1-1b** ; EASA : Figure **U-1B**)

6 Spécifications techniques

6.1 Liste des spécifications techniques par type d'équipements

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.

§	Equipements 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 Spécifications techniques réglementaires

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)					(x ; y)
	Equations : Points (θ ; φ) tels que	Représentation graphique	I _{Locale} (cd)	I _{Max} / I _{Min}	I _{Moyenne} (cd)	α (°)		
De 0 à 315 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5,5}{b_i}\right)^2 \leq 1$		(10° ; 5.5°)	≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000		
			(14° ; 6.5°)	≥ 2 000				
			(15° ; 8.5°)	≥ 1 000				
De 316 à 475 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 6}{b_i}\right)^2 \leq 1$		(10° ; 5.5°)	≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000		
			(14° ; 6.5°)	≥ 2 000				
			(15° ; 8.5°)	≥ 1 000				
De 476 à 640 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 7}{b_i}\right)^2 \leq 1$		(10° ; 5.5°)	≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000		
			(14° ; 6.5°)	≥ 2 000				
			(15° ; 8.5°)	≥ 1 000				
Au-delà de 641 m	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 8}{b_i}\right)^2 \leq 1$		Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D1)	E ₁ ≥ 10 000	≤ 3	≥ 20 000		
			E ₂ ≥ 2 000					
			E ₃ ≥ 1 000					
Toute distance	θ = 0°					Feux de ligne axiale d'approche : 0 Feux de barre transversale d'approche : 2		

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

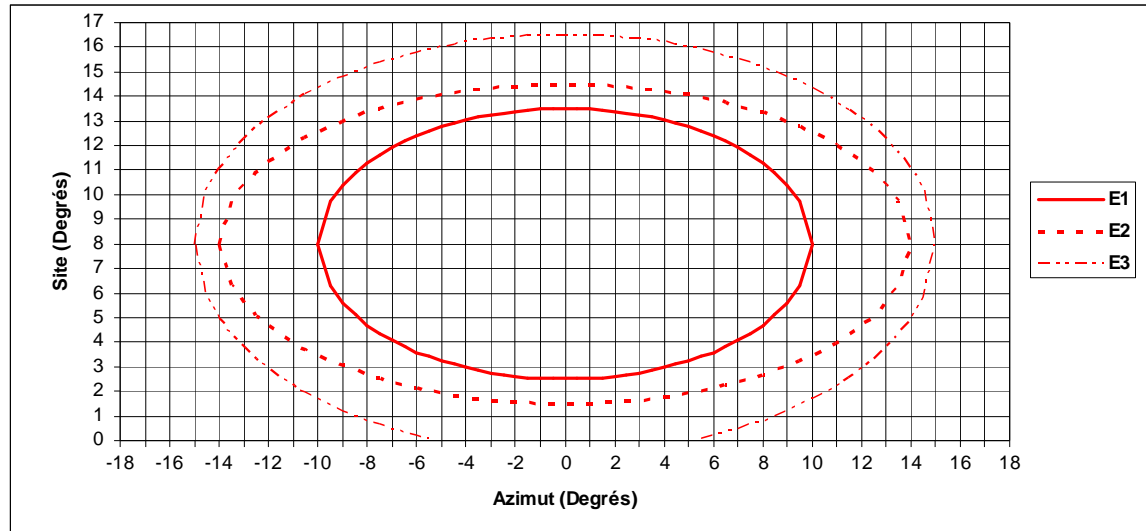


Diagramme D1 : Diagramme isocandela des feux fixes de ligne axiale ou de barre transversale d'approche (Distance au seuil de piste ≥ 641 m)
(OACI : Figure **A2-1** ; EASA : Figure **U-5**)

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) =	$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$	[Hatched Area]	≥ 2 500	≤ 3	≥ 5 000	Dans le domaine du rouge		
De 116 à 215 m		$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 6}{b_i}\right)^2 \leq 1$		≥ 500					
		$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 6.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$		≥ 250					
				≥ 2 500	≤ 3	≥ 5 000			
Au-delà de 216 m				≥ 500	[Hatched Area]	≥ 250		≤ 3	≥ 5 000
				≥ 2 500					
		≥ 500							
Toute distance	θ = 0°			[Hatched Area]			2		

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

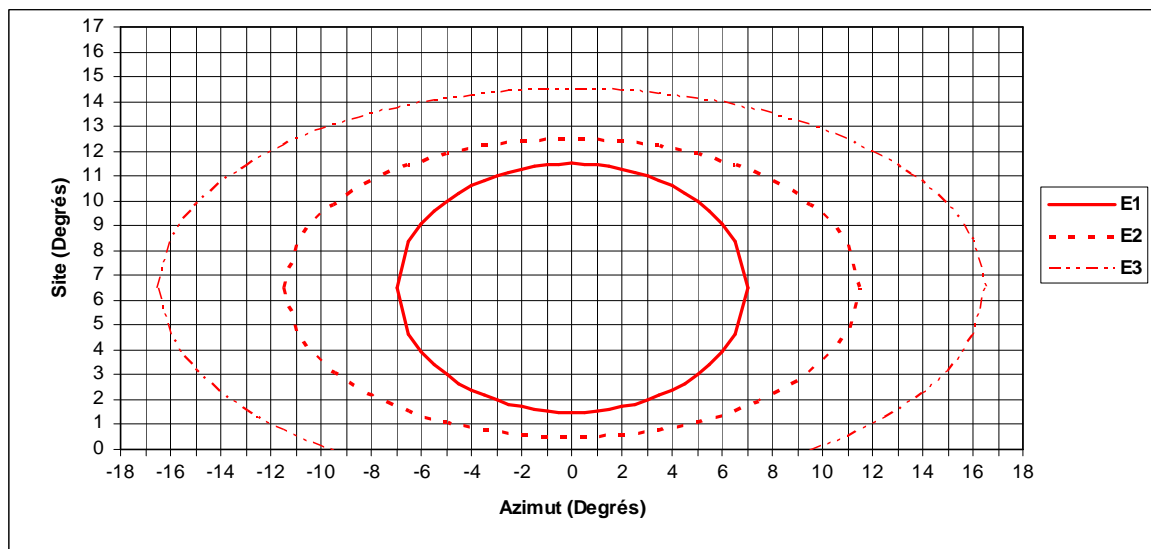


Diagramme D2 : Diagramme isocandela des feux de barrette latérale d'approche (Distance au seuil de piste ≥ 216 m) (OACI : Figure A2-2 ; EASA : Figure U-6)

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°		C _{3B}	≥ 14 000			
	$\left(\frac{\theta+1.5}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2.5}\right)^2 \leq 1$	-4° ≤ θ ≤ -1.5°		C _{4B}	≥ 8 000			
	φ ≤ 3°	-3° ≤ θ ≤ 3°		C _{1R}	≥ 15 000			
	$\left(\frac{\theta-3}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3}\right)^2 \leq 1$	3° ≤ θ ≤ 6°		C _{2R}	≥ 10 000			
	$\left(\frac{\theta+3}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3}\right)^2 \leq 1$	-6° ≤ θ ≤ -3°		C _{3R}	≥ 7 000			
	φ ≤ 3.5°	-4.5° ≤ θ ≤ 4.5°		C _{4R}	≥ 4 000			
$\left(\frac{\theta-4.5}{3.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{3.5}\right)^2 \leq 1$	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°						
	φ ≥ -2.5°	-1.5° ≤ θ ≤ 1.5°						
	$\left(\frac{\theta-1.5}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2.5}\right)^2 \leq 1$	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°						
	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°						
	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

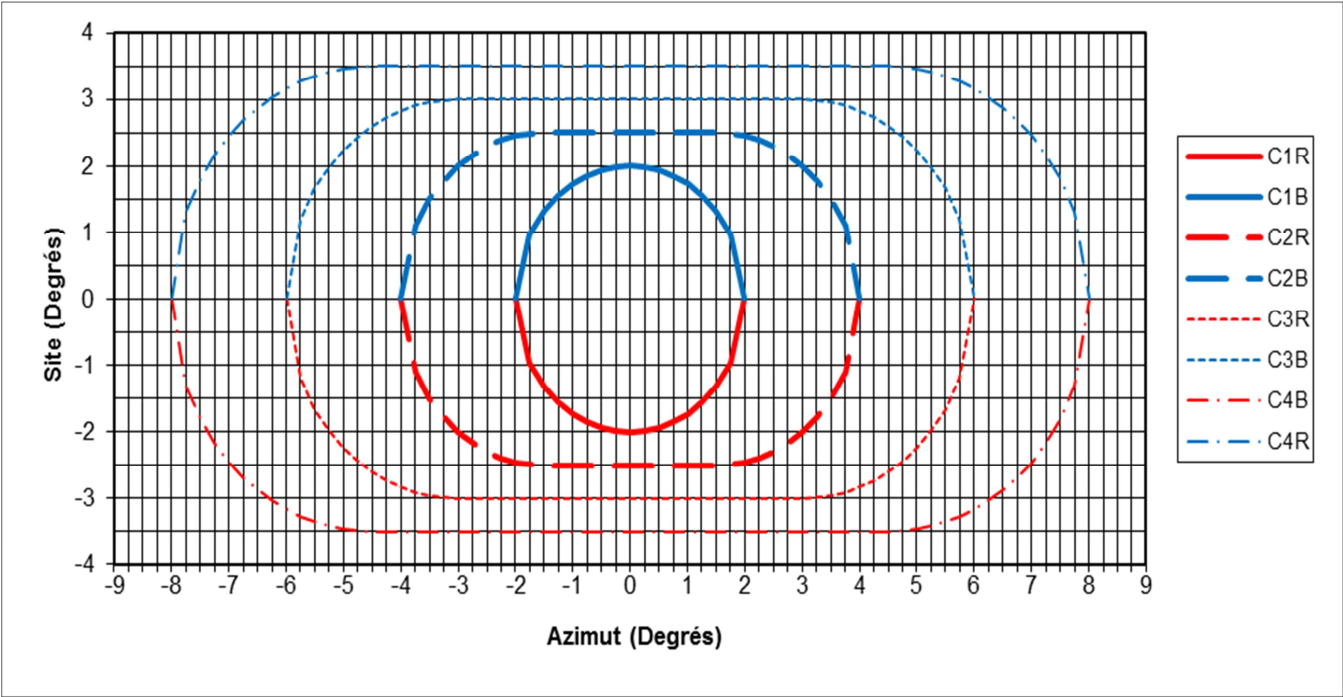


Diagramme D3 : Diagramme isocandela des feux de PAPI
(OACI : Figure **A2-23** ; EASA : Figure **U-26**)

6.2.1.1.2 Feux de balisage de piste

Le tableau ci-après précise les codes attribués aux feux de balisage de piste en fonction des différentes caractéristiques de la piste balisée ou des feux.

Caractéristiques : piste, feux	Feux de seuil de piste			Feux d'extrémité de piste			Feux de bord de piste																		Feux d'axe de piste						Feux indicateurs de voie de sortie rapide (RETIL)																
	S1	S2	S3	E1	E2	E3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3														
Piste utilisée en VFR de nuit	x						x	x	x																																						
Piste à approche classique		x								x	x	x																																			
Piste à approche de précision			x			x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																							
Feux blancs							x			x			x	x					x	x					x		x	x																			
Feux rouges									x			x			x	x						x	x				x			x	x																
Feux jaunes								x			x						x	x						x	x								x	x	x												
Feux espacés de 30 m																									x	x																					
Feux espacés de 15 m																											x	x	x	x												x	x				
Piste de catégorie I ou II																											x		x													x					
Piste de catégorie III																												x		x														x			
Piste de largeur 45 m													x		x		x			x			x		x																						
Piste de largeur 60 m														x		x		x			x		x		x																						
Feux avec composante omnidirectionnelle																									x	x	x	x	x	x																	
Feux sans composante omnidirectionnelle																																	x	x	x	x	x	x									
Code	S1	S2	S3	E1	E2	E3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3														

Tableau 9 : Codes des feux de balisage de piste

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°]	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E _i (Diagramme D4)	≥ 10	≥ 20	≥ 5 000	≥ 15	≥ 30	≥ 10 000	≤ 3	Dans le domaine du vert	
	φ ∈ [10° ; 15°]		≥ 5	≥ 10		≥ 1 000					
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\phi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec (a _i ; b _i) = <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>(5.5° ; 4.5°)</td></tr> <tr><td>(7.5° ; 6°)</td></tr> <tr><td>(9° ; 8.5°)</td></tr> </table>			(5.5° ; 4.5°)	(7.5° ; 6°)	(9° ; 8.5°)	E ₁	≥ 500				
(5.5° ; 4.5°)											
(7.5° ; 6°)											
(9° ; 8.5°)											
θ = 0°							3.5	0			

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

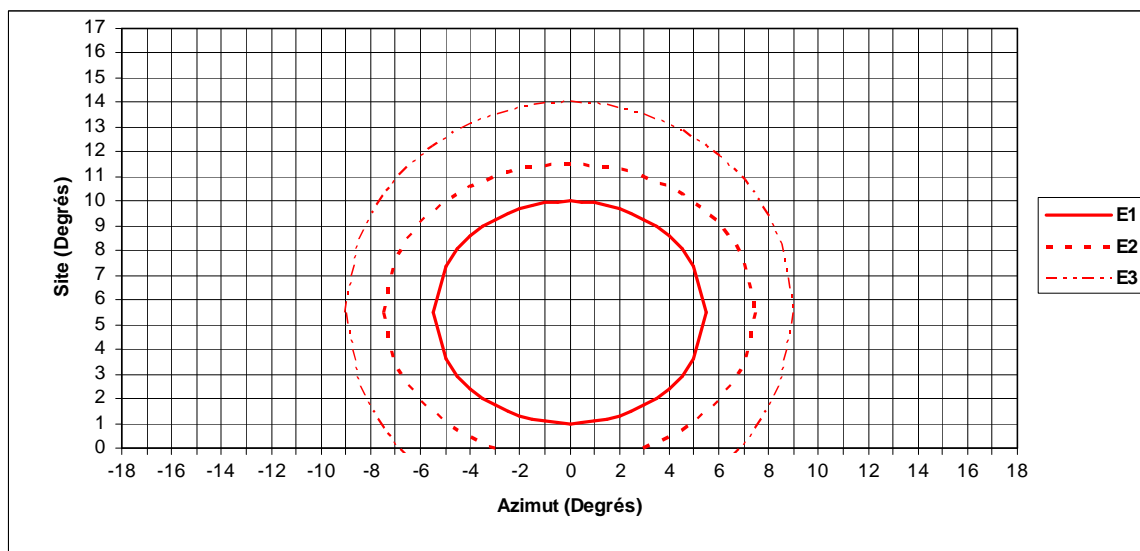


Diagramme D4 : Diagramme isocandela des feux de seuil de piste à approche de précision (OACI : Figure A2-3 ; EASA : Figure U-7)

Etendue spatiale		Grandeur(s)						
Equations : Points (θ ; φ) tels que		Représentation graphique		I _{Locale} (cd)	$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	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) =	(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

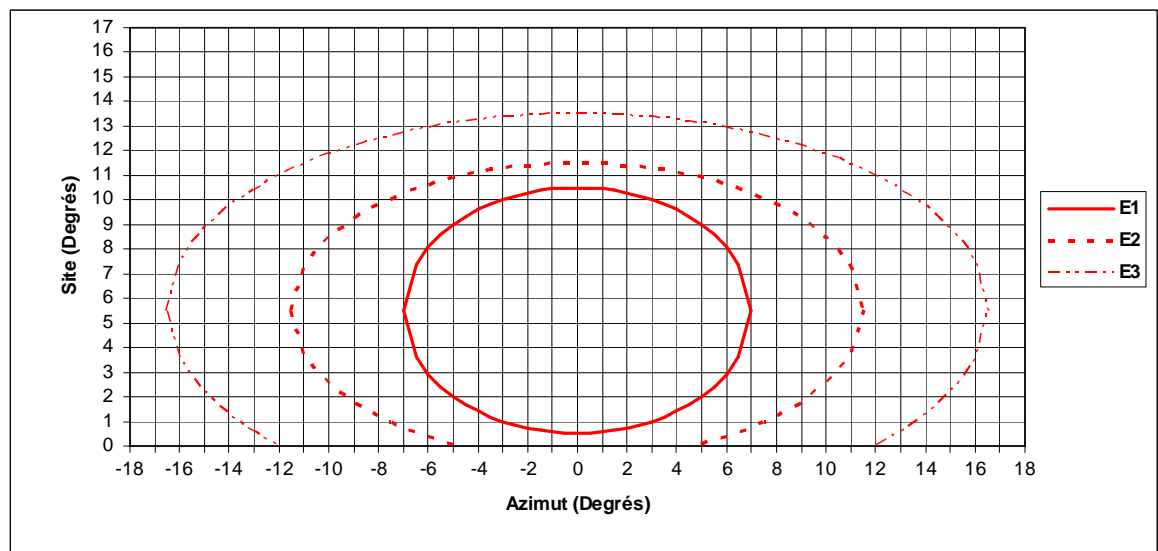


Diagramme D5 : Diagramme isocandela des feux de barre de flanc de seuil
(OACI : Figure A2-4 ; EASA : Figure U-8)

Etendue spatiale		Grandeur(s)					
Equation : Points $(\theta ; \varphi)$ tels que		Représentation graphique	I_{Locale} (cd)	$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (cd)	α (°)	(x ; y)
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 5.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec $(a_i ; b_i) =$	(5° ; 3.5°)	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E_i (Diagramme D6)	E_1	$\geq 2\ 500$	≤ 3	$\geq 5\ 000$	Dans le domaine du blanc variable
	(7° ; 6°)		E_2	≥ 500			
	(8.5° ; 8.5°)		E_3	≥ 250			
$\theta = 0^\circ$						4	

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

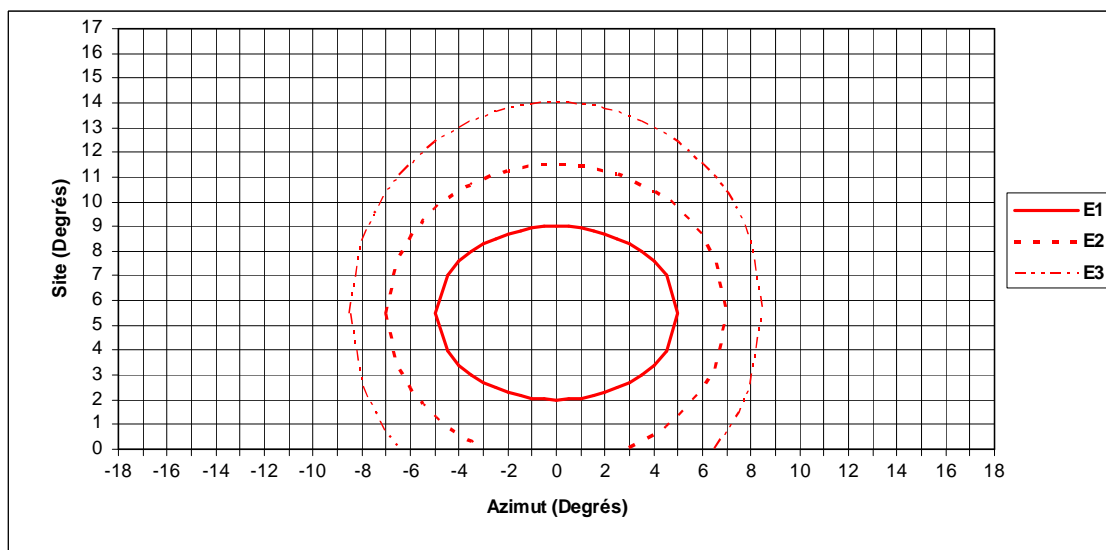


Diagramme D6 : Diagramme isocandela des feux et des feux simples de zone de toucher des roues (OACI : Figure A2-5 ; EASA : Figure U-9)

Etendue spatiale				Grandeur(s)										
Equation : Points $(\theta ; \varphi)$ tels que		Représentation graphique		I_{Locale} (cd)			$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (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 $(a_i ; b_i) =$	$(5^\circ ; 3.5^\circ)$	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	Dans le domaine du blanc variable	Dans le domaine du rouge	Dans le domaine du jaune	
	$(7^\circ ; 6^\circ)$		E ₂	≥ 500	≥ 75	≥ 200								
	$(8.5^\circ ; 8.5^\circ)$		E ₃	≥ 250	≥ 37	≥ 100								
$\theta = 0^\circ$											0			

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

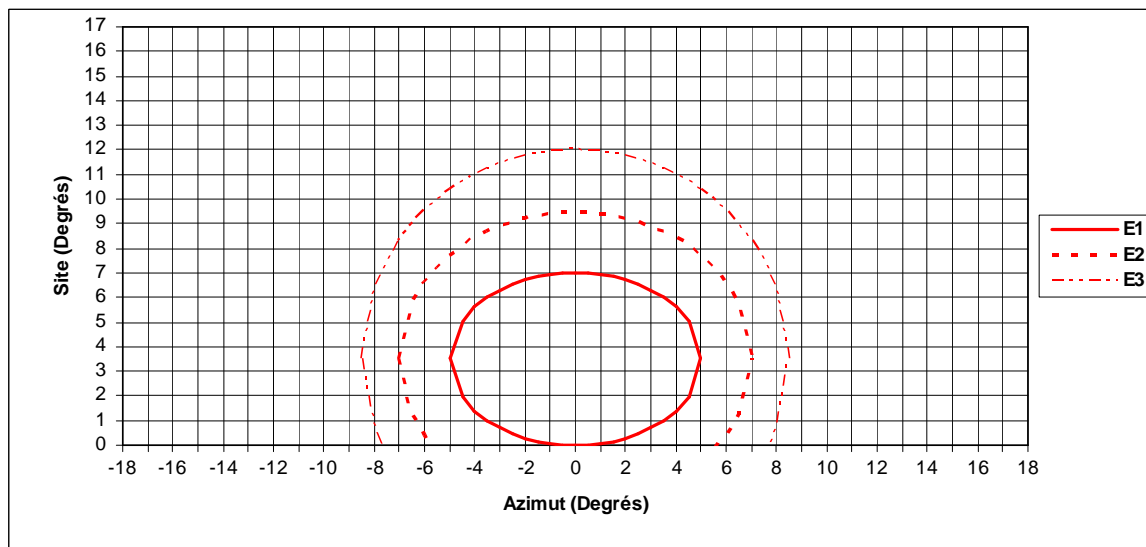


Diagramme D7 : Diagramme isocandela des feux d'axe de piste espacés de 30 mètres et des RETIL associés (OACI : Figure A2-6 / EASA : Figure U-10)

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 à A6 R2 R3	A3	A4	A5	A6	R2	R3	A1 A2 R1	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											
θ = 0°		0																		

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

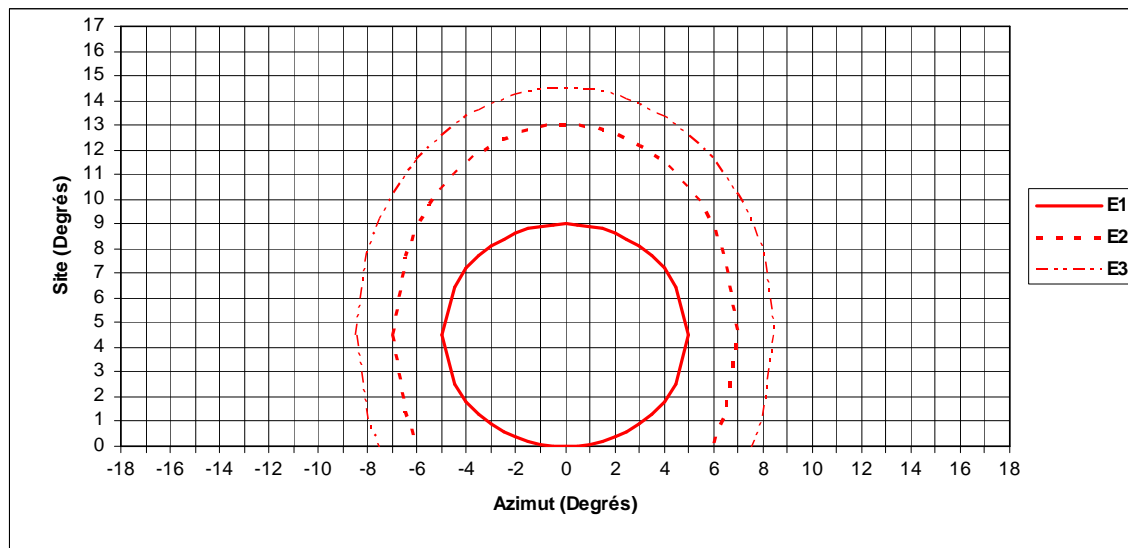


Diagramme D8 : Diagramme isocandela des feux d'axe de piste espacés de 15 mètres et des RETIL associés
(OACI : Figure A2-7 ; EASA : Figure U-11)

Etendue spatiale			Grandeur(s)						
Equation : Points $(\theta ; \varphi)$ 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
$\theta \in [-90^\circ ; +90^\circ]$ et		$\varphi \in [2^\circ ; 10^\circ]$	≥ 3	≥ 6		≥ 5	≥ 10		Dans le domaine du rouge
		$\varphi \in [10^\circ ; 15^\circ]$	≥ 1	≥ 2					
$\left(\frac{\theta}{a_i}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 2.5}{b_i}\right)^2 \leq 1$ avec $(a_i ; b_i) =$		$(6^\circ ; 2.25^\circ)$	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E_i (Diagramme D9)		$\geq 1\ 250$		$\geq 2\ 500 \leq 3$		
		$(7.5^\circ ; 5^\circ)$								E1	$\geq 250$
$(9^\circ ; 6.5^\circ)$	E2	≥ 125							
$\theta = 0^\circ$								0	

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

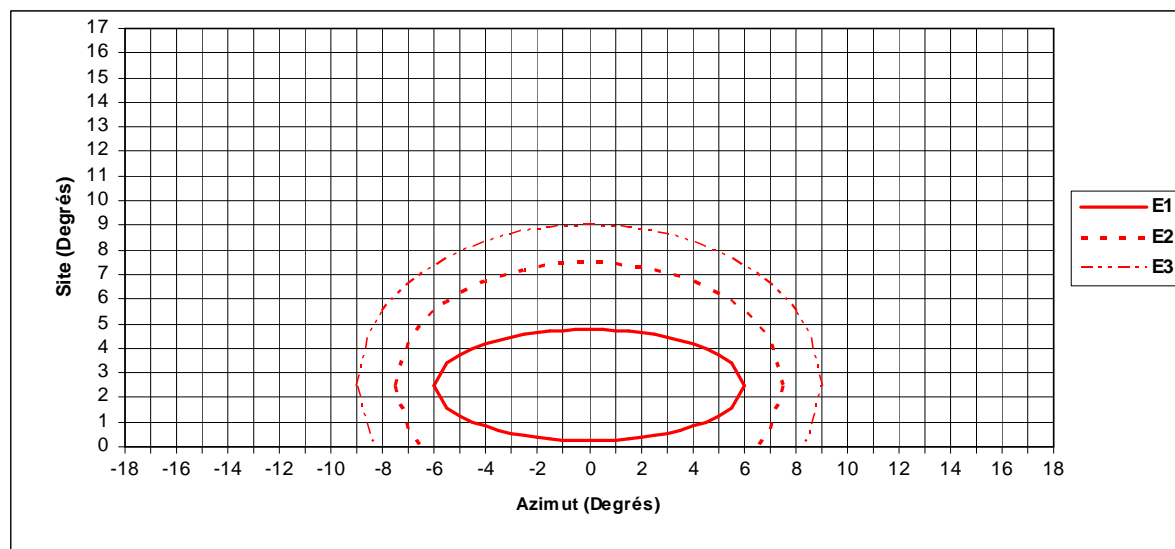


Diagramme D9 : Diagramme isocandela des feux d'extrémité de piste à approche de précision (OACI : Figure A2-8 ; EASA : Figure U-12)

Grandeur(s)		I _{Locale} (cd)						I _{Moyenne} (cd)						α (°)	(x ; y)				
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6		B1 B4	B2 B5	B3 B6		
Etendue spatiale	Feux	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											
Points (θ ; φ) tels que		θ = 0°													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	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	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50	≤3	≥10 000	≥1 500	≥4 000									
$\left(\frac{\theta}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{\varphi - 3.5}{b_1}\right)^2 \leq 1$ avec (a ₁ ; b ₁) =	(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

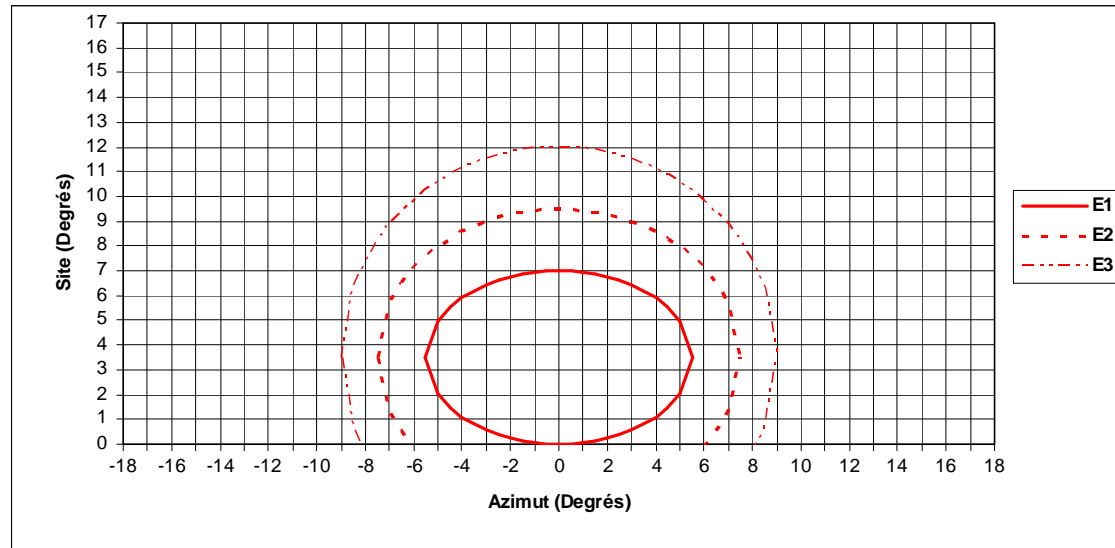


Diagramme D10 : Diagramme isocandela des feux de bord de piste à approche de précision de largeur 45 mètres (Feux B7, B9, B11, B13, B15, B17)
(OACI : Figure A2-9 ; EASA : Figure U-13)

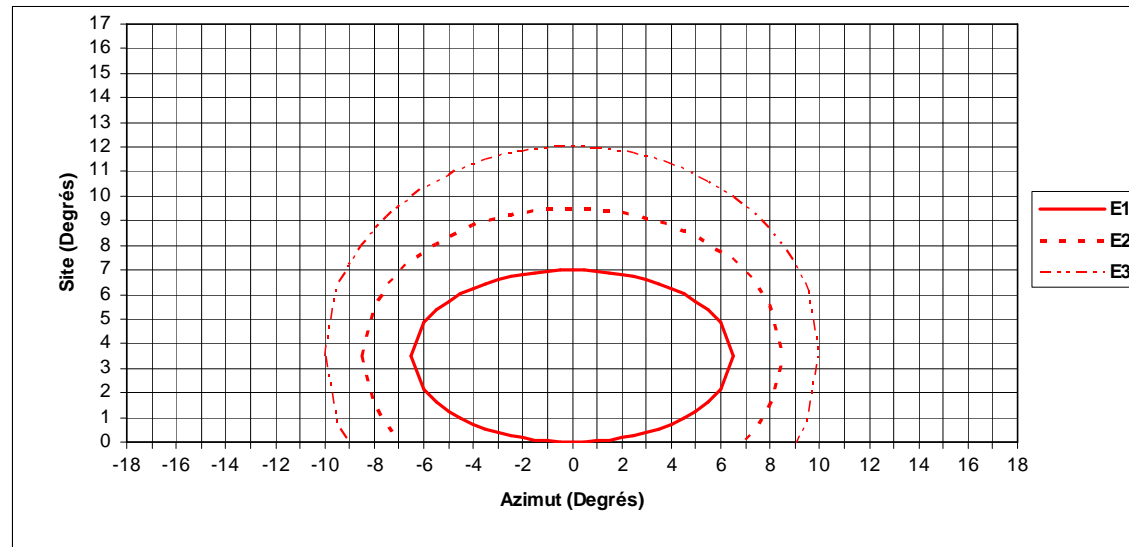


Diagramme D11 : Diagramme isocandela des feux de bord de piste à approche de précision de largeur 60 mètres (Feux B8, B10, B12, B14, B16, B18)
(OACI : Figure A2-10 ; EASA : Figure U-14)

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	$\geq 1\,500$	/	Dans le domaine du rouge
	$(7^\circ ; 8.5^\circ)$		E_2	≥ 150	/	/		
$\theta = 0^\circ$		/	/	/	/	/	0	/

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

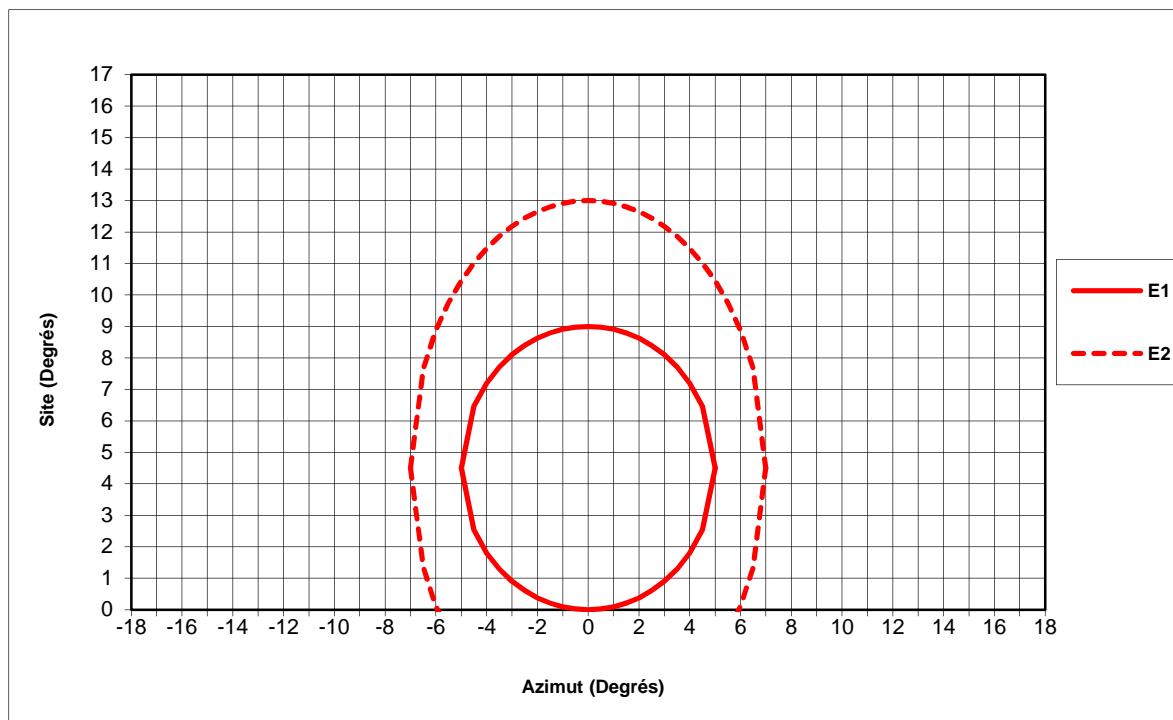


Diagramme D12 : Diagramme isocandela des feux d'attente au décollage (THL)
(OACI : Figure A2-26)

6.2.1.1.3 Feux de balisage de voie de circulation

Le tableau ci-après précise les codes attribués aux différents feux de balisage de voie de circulation en fonction des différentes caractéristiques de la piste ou de la section balisée ou des feux.

Feux de balisage de voie de circulation Caractéristiques : piste, voie de circulation, feux	Feux d'axe de voie de circulation																Feux d'entrée de piste (REL)	Feux de barre d'arrêt Feux de barre d'entrée interdite								Feux de protection de piste															
	Feux axiaux de voie de circulation autre que de sortie de piste								Feux axiaux de voie de sortie de piste autres que les feux axiaux renforcés de voie de sortie rapide									Feux axiaux renforcés de voie de sortie rapide	X10	X11	BA1	BA2	BA3	BA4	BA5	BA6	BA7	BA8	P1	P2	P3	P4									
Présence d'un système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface							x	x	x									x	x	x																					
Portée visuelle de piste ≤ 350 m	x	x	x							x	x	x									x	x	x	x	x																
Portée visuelle de piste > 350 m				x	x													x	x								x	x													
Section de voie de circulation rectiligne	x	x			x	x				x	x			x	x						x			x	x				x	x											
Section de voie de circulation courbe			x			x								x				x				x																			
Décalage entre l'axe de la voie de circulation et le poste de pilotage > 3 m (Feux à faisceau large)	x																				x																				
Décalage entre l'axe de la voie de circulation et le poste de pilotage ≤ 3 m (Feux à faisceau étroit)																																									
Feux en configuration de type A																																									
Feux en configuration de type B																																									
Feux haute intensité																																									
Feux basse intensité																																									
Code	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8			W9	X10	X11	BA1	BA2	BA3	BA4	BA5	BA6	BA7	BA8											

Tableau 19 : Codes des feux de balisage de voie de circulation

Etendue spatiale		Grandeur(s)	I_{Locale} (cd)	(x ; y)
Points (θ ; φ) tels que	$\theta \in [-180^\circ ; +180^\circ]$	$\varphi \in [0^\circ ; 6^\circ]$	≥ 2	Dans le domaine du <i>bleu</i>
		$\varphi \in [6^\circ ; 75^\circ]$	≥ 0.2	

Tableau 20 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de bord de voie de circulation

Etendue spatiale		Grandeur(s)																
		I_{Locale} (cd)			$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (cd)			α (°)	(x ; y)								
		Feux																
		V1 V2 W1 W2 X10 X11 BA1 BA2	W9	V3 W3 BA3	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	$\geq 1\ 800$	≥ 400	≤ 3	≥ 200	≥ 800	≥ 100	≥ 20	Dans le domaine du <i>vert</i>			Dans le domaine du <i>jaune</i> ou du <i>vert</i>		Dans le domaine du <i>rouge</i>
	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	D12	D13	D12	D14	D15	D16	D17	D18	D19

 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

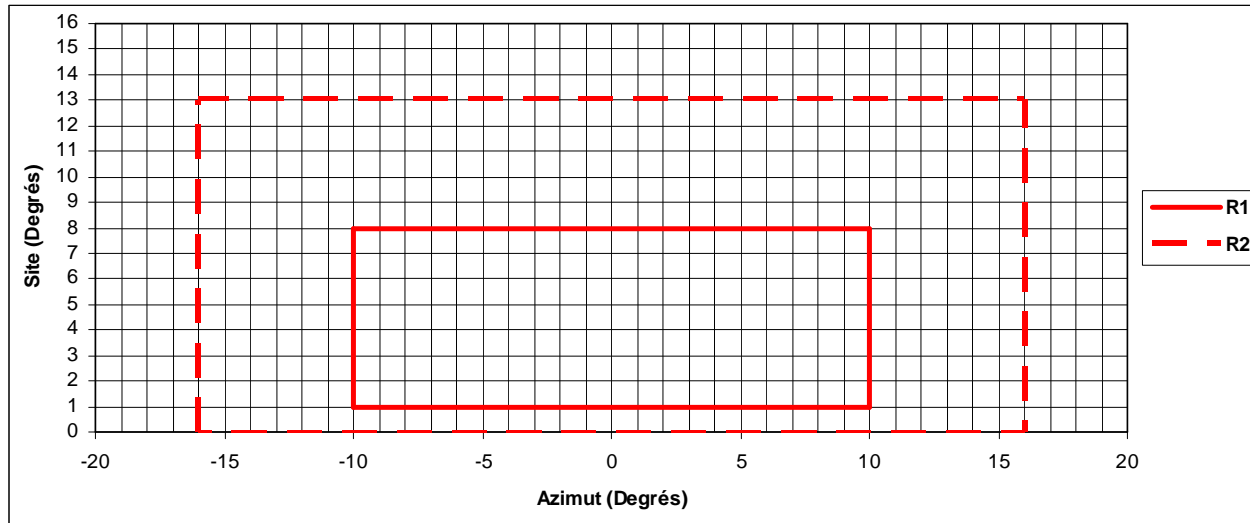


Diagramme D13 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, REL, feux de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau large, pour section rectiligne et portée visuelle de piste inférieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface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

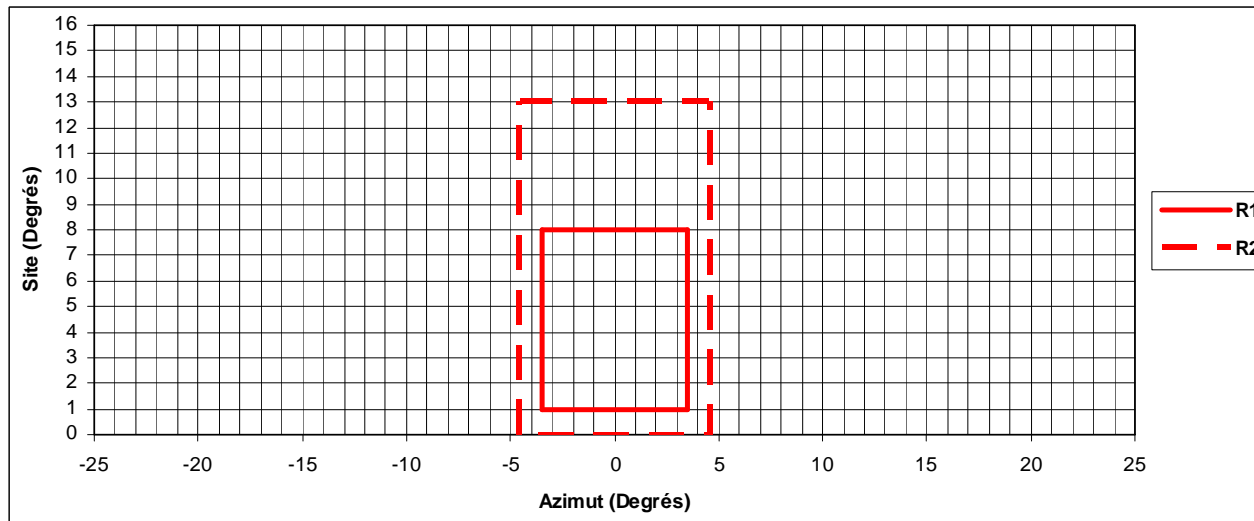


Diagramme D14 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau étroit, pour section rectiligne et portée visuelle de piste inférieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux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

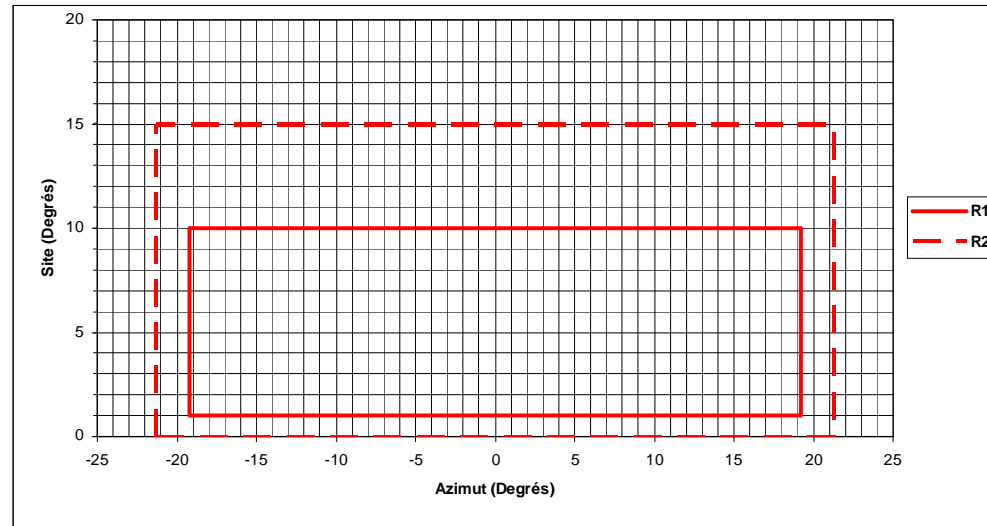


Diagramme D15 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, REL, feux de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section courbe et portée visuelle de piste inférieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V3, W3, X11 et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

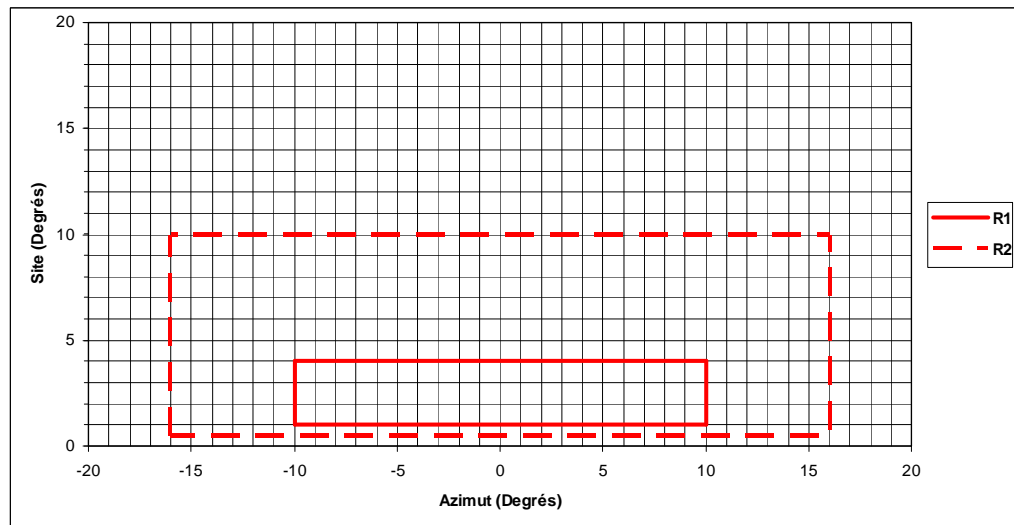


Diagramme D16 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section rectiligne et portée visuelle de piste supérieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V4, W4 et BA4) (OACI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

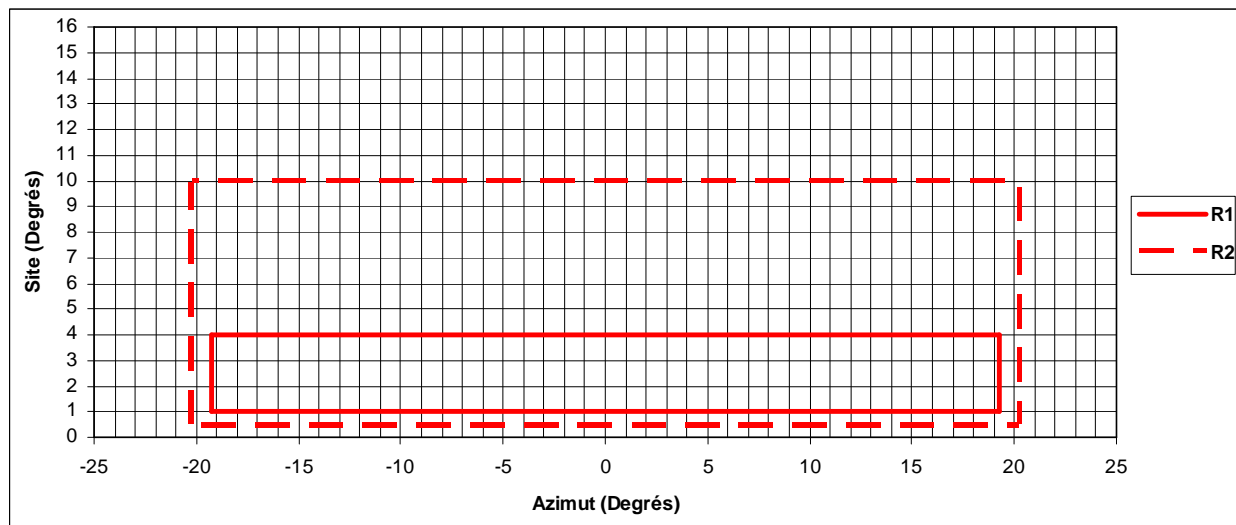


Diagramme D17 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section courbe et portée visuelle de piste supérieure à 350 m, sans système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V5, W5 et BA5) (OACI :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

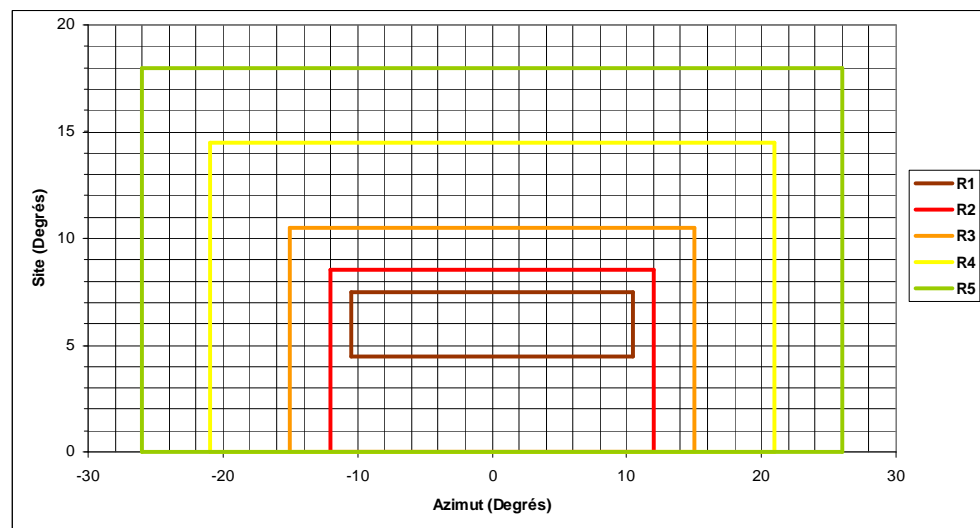


Diagramme D18 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau large, pour section rectiligne, avec système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V6, W6 et BA6) (OACI : Figure **A2-17** ; EASA :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

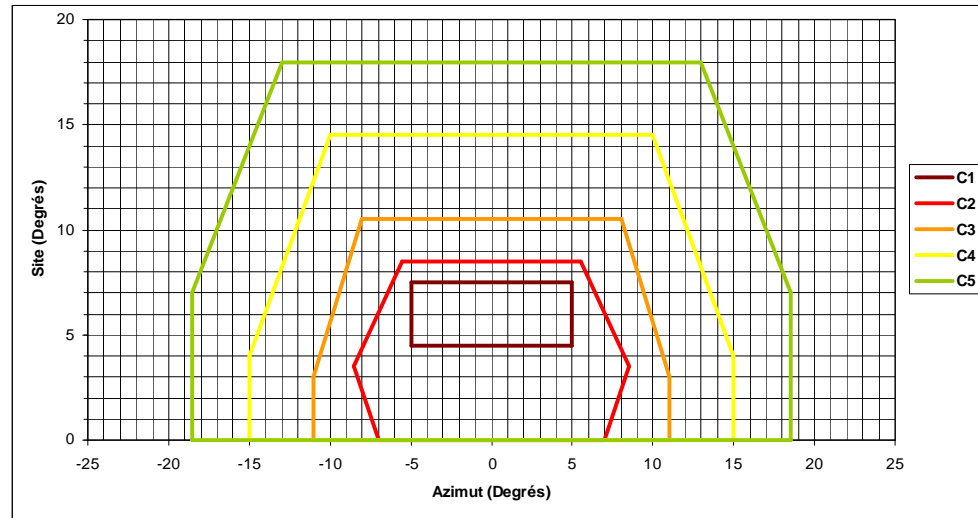


Diagramme D19 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite à faisceau étroit, pour section rectiligne, avec système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V7, W7 et BA7) (OACI : Figure A2-18 ; EASA : Figure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

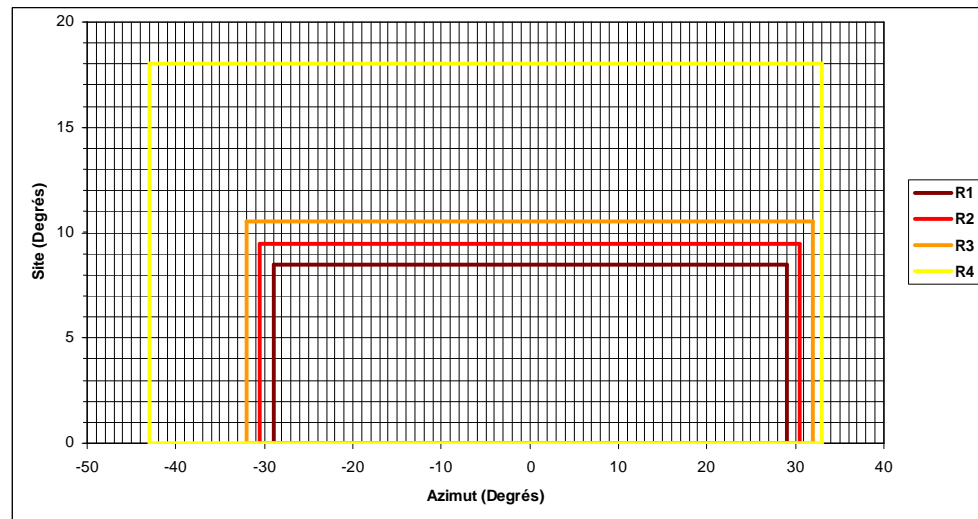


Diagramme D20 : Diagramme isocandela des feux d'axe de voie de circulation, de barre d'arrêt et de barre d'entrée interdite pour section courbe, avec système perfectionné de contrôle et de guidage des mouvements à la surface (Feux V8, W8 et BA8) (OACI : Figure A2-19 ; EASA : Figure U-23)

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	

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

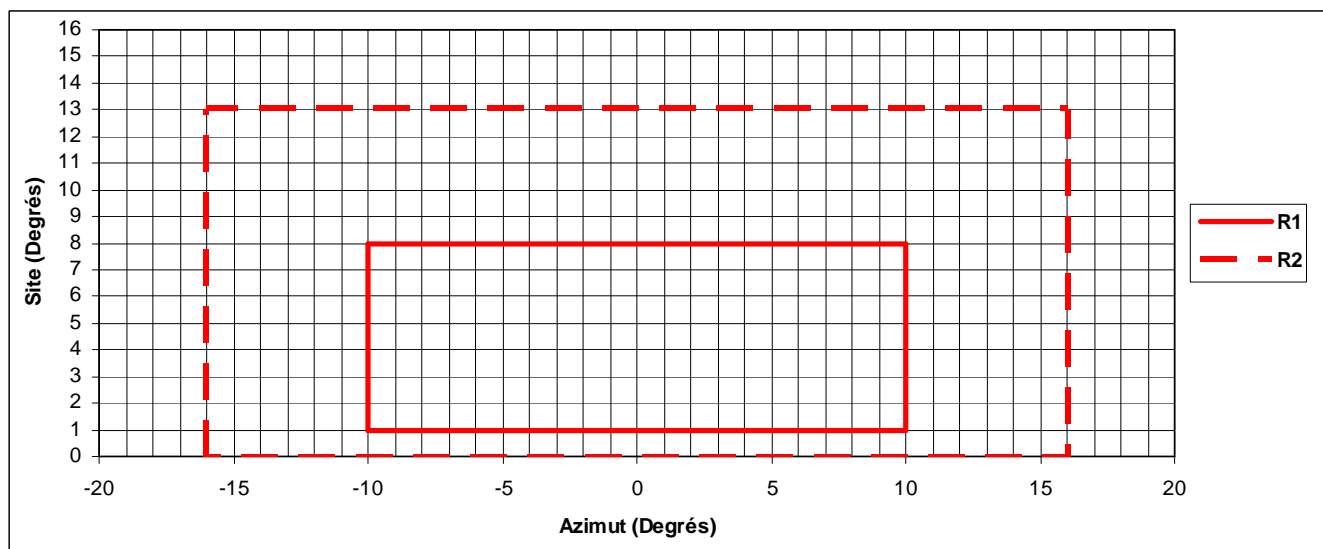


Diagramme D21 : Diagramme isocandela des feux de protection de piste basse intensité disposés en configuration de type B (Feux P4)
(OACI : Figure **A2-12** ; EASA : Figure **U-16**)

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

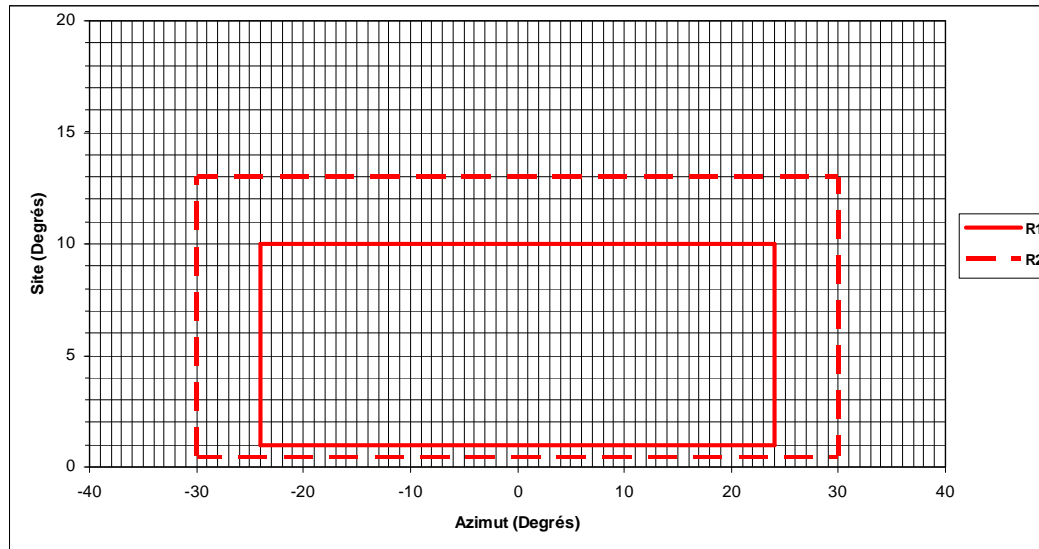


Diagramme D22 : Diagramme isocandela des feux de protection de piste haute intensité disposés en configuration de type B (Feux P3)
(OACI : Figure **A2-20** ; EASA : Figure **U-24**)

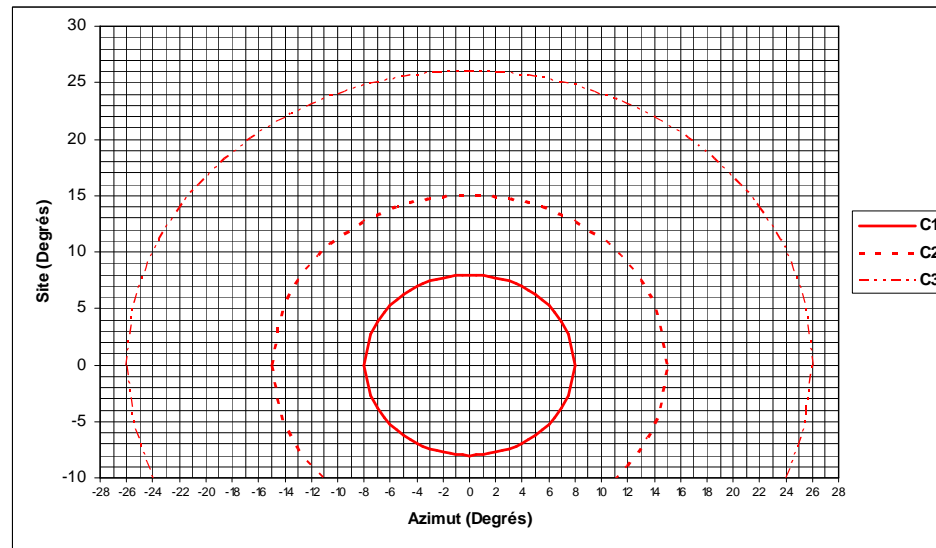


Diagramme D23 : Diagramme isocandela des feux de protection de piste disposés en configuration de type A (Feux P1 et P2)
(OACI : Figures **A2-24** et **A2-25** ; EASA : Figures **U-27** et **U-28**)

6.2.1.1.4 Feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité

Etendue spatiale		Grandeur(s)						
Equation : Points $(\theta ; \varphi)$ tels que		Représentation graphique		I_{Locale} (cd)	$\frac{I_{Max}}{I_{Min}}$	$I_{Moyenne}$ (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 $(a_i ; b_i) =$	$(10^\circ ; 5.5^\circ)$	Points à l'intérieur de l'ellipse isocandela E_i (Diagramme D23)	E_1	$\geq 2\,500$	≤ 3	$\geq 5\,000$	Entre 30 et 80	Dans le domaine du <i>jaune</i>
	$(14^\circ ; 6.5^\circ)$		E_2	≥ 500				
	$(15^\circ ; 8.5^\circ)$		E_3	≥ 250				
$\theta = 0^\circ$								

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

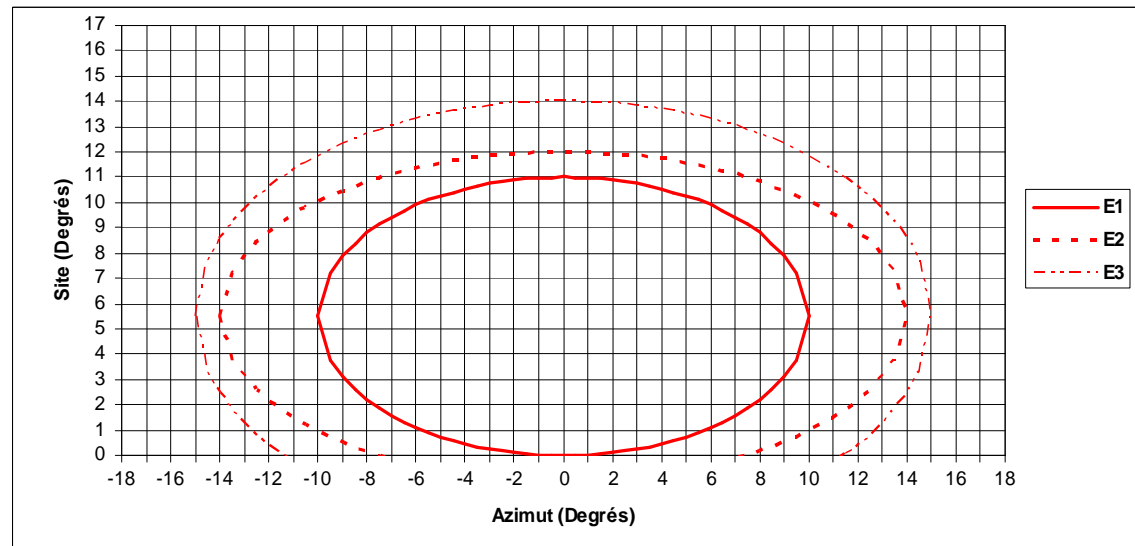


Diagramme D24 : Diagramme isocandela des feux de croix lumineuse pour piste fermée en totalité

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		θ et φ quelconques		θ ∈ [-180° ; +180°] ⁴			I _o (cd)	O (°)	
				φ = 0°	φ = -1°	φ ∈ [2° ; 10°]			
Feux de balisage d'obstacle ou d'éolienne									
Feux basse intensité	A	[Hatched]	[Hatched]	Dans le domaine du rouge	[Hatched]			≥ 10	5
	B				[Hatched]			≥ 32	16
	E				[Hatched]				
Feux moyenne intensité	A	Jour ou crépuscule	- <u>Obstacles terrestres non côtiers</u> : 20 - <u>Obstacles terrestres côtiers ou maritimes</u> : 30 ou adaptée (entre 20 et 60) en cas de risque de confusion avec la signalisation maritime, ferroviaire ou routière - <u>Obstacles comportant également des feux haute intensité</u> : 40	Dans le domaine du blanc	≥ 20 000	≥ 15 000	≥ 7 500	[Hatched]	7 500
	B	Nuit		Dans le domaine du blanc	≥ 2 000	≥ 1 500	≥ 750		750
	C			Dans le domaine du rouge	≥ 200	≥ 150	≥ 75		75
Feux sommitaux pour éolienne secondaire		Nuit	- <u>Obstacles terrestres non côtiers</u> : 20 - <u>Obstacles terrestres côtiers ou maritimes</u> : 30 ou adaptée (entre 20 et 60) en cas de risque de confusion avec la signalisation maritime, ferroviaire ou routière - <u>Obstacles comportant également des feux haute intensité</u> : 40	Dans le domaine du rouge	≥ 200	≥ 150	≥ 75	[Hatched]	75
Feux haute intensité	A	Jour	40	Dans le domaine du blanc	≥ 200 000	≥ 150 000	≥ 75 000	[Hatched]	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 lumineux 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	θ ∈ [-90° ; +90°] φ ∈	30°	≥ 2.5		Dans le domaine du rouge							
		[25° ; 30°[	≥ 12.5								
		[3° ; 25°[	≥ 25								
		[0° ; 3°[	≥ 2.5								
Feux fixes d'approche	θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈	15°	≥ 25				Dans le domaine du blanc					
		[9° ; 15°[	≥ 250								
		[5° ; 9°[	≥ 350								
		[2° ; 5°[	≥ 250								
		[0° ; 2°[	≥ 25								
Feux d'approche à éclats		θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈	15°				≥ 250			Dans le domaine du blanc	60	
			[9° ; 15°[	≥ 2 500							
			[5° ; 9°[	≥ 3 500							
			[2° ; 5°[	≥ 2 500							
Phares d'hélistation			θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈	10°		≥ 250				Dans le domaine du blanc	30 ⁵	
	[7° ; 10°[			≥ 750					
	[4° ; 7°[			≥ 1 700					
	[1.5° ; 4°[			≥ 2 500					
Feux d'aire d'approche finale et de décollage (FATO) Feux de point cible	θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈			30°	≥ 10			Dans le domaine du vert				
				[25° ; 30°[≥ 50							
		[3° ; 25°[		≥ 100						
		[0° ; 3°[		≥ 10						
Feux d'aire de prise de contact et d'envol (TLOF)		θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈		[20° ; 90°]	≥ 3				Dans le domaine du vert			
				[13° ; 20°]	≥ 8							
			[10° ; 13°]	≥ 15								
			[5° ; 10°]	≥ 30								
			[2° ; 5°]	≥ 15								
Feux d'axe de voie de circulation			θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈	[0° ; 6°]	≥ 2				Dans le domaine du vert			
	[6° ; 75°]			≥ 0.2								
Panneaux lumineux d'aire de prise de contact et d'envol (TLOF)	θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈			[60° ; 90°]					Dans le domaine du vert (Panneau de TLOF)			
				[40° ; 60°]	55							
				[30° ; 40°]	50							
		[20° ; 30°]		45								
		[10° ; 20°]		30								
		[0° ; 10°]		15								
Feux de poste de stationnement ou de bord de voie de circulation		θ ∈ [-180° ; +180°] φ ∈		[0° ; 6°]	≥ 2			Dans le domaine du bleu				
				[6° ; 75°]	≥ 0.2							

Tableau 27 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux et panneaux lumineux 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 (°)	
$\varphi \geq 0^\circ$	$\left(\frac{\theta}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2}\right)^2 \leq 1$	Points entre l'axe des abscisses et l'isocandela C_{iV} ou C_{iR} (Diagramme D24)	$C_{1V} \geq 9\,000$				
	$\left(\frac{\theta}{6}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{4}\right)^2 \leq 1$		$C_{2V} \geq 6\,375$				
	$\left(\frac{\theta}{9}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{6}\right)^2 \leq 1$		$C_{3V} \geq 3\,750$				
	$\left(\frac{\theta}{12}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{8}\right)^2 \leq 1$		$C_{4V} \geq 1\,875$				
	$\left(\frac{\theta}{15}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{10}\right)^2 \leq 1$		$C_{5V} \geq 375$				
$\varphi \leq 0^\circ$	$\left(\frac{\theta}{3}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{2}\right)^2 \leq 1$		$C_{1R} \geq 9\,000$				
	$\left(\frac{\theta}{6}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{4}\right)^2 \leq 1$		$C_{2R} \geq 6\,375$				
	$\left(\frac{\theta}{9}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{6}\right)^2 \leq 1$		$C_{3R} \geq 3\,750$				
	$\left(\frac{\theta}{12}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{8}\right)^2 \leq 1$		$C_{4R} \geq 1\,875$				
	$\left(\frac{\theta}{15}\right)^2 + \left(\frac{\varphi}{10}\right)^2 \leq 1$		$C_{5R} \geq 375$				
$\varphi > 0.75^\circ$				120 ⁶	Dans le domaine du vert (HAPI)		
$0.2^\circ \leq \varphi \leq 0.75^\circ$				0			Dans le domaine du rouge (PAPI / HAPI)
$-0.2^\circ < \varphi < 0.2^\circ$	$\theta = 0^\circ$				120 ⁶		
$-0.25^\circ \leq \varphi \leq 0.2^\circ$							
$\varphi < -0.25^\circ$							

Tableau 28 : Spécifications photométriques et colorimétriques des feux de HAPI

⁶ Emission / Occultation = 1 ; profondeur de modulation $\geq 80\%$

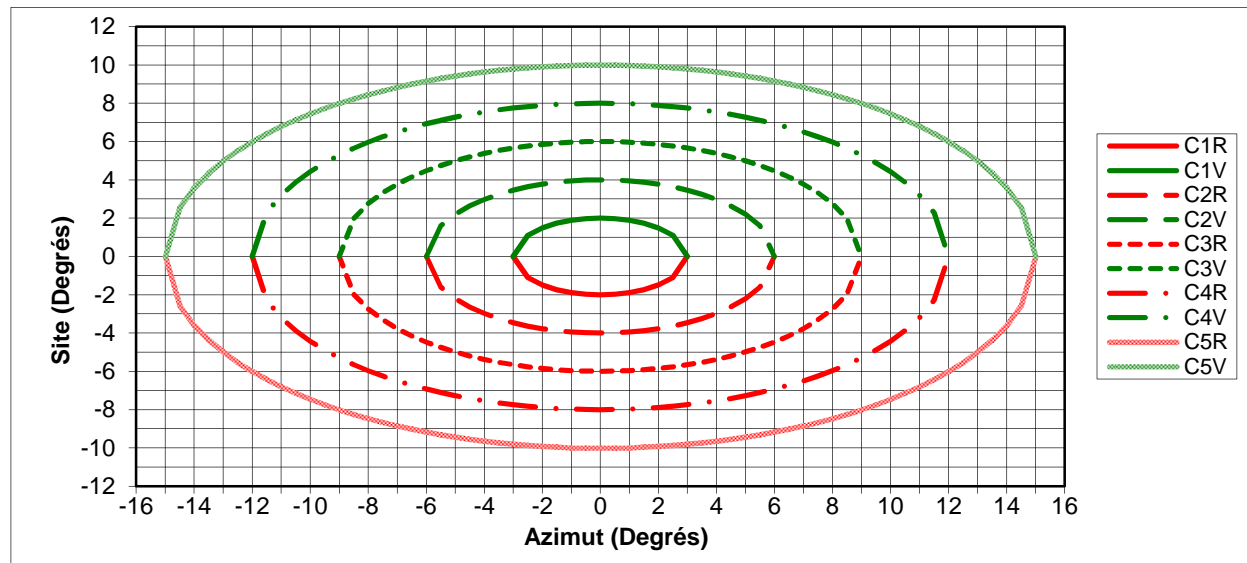


Diagramme D25 : Diagramme isocandela des feux de HAPI

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 equipotentiel, 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 equipotentielle.

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.

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

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

6.2.4 *Spécifications mécaniques*

Les équipements hors sol de balisage aéroportuaire et d'hélistation doivent être frangibles 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 Spécifications 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.

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	
Etanchéité, 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

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