



**REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1

Institut d'Aéronautique et des Etudes spatiales

Département Navigation Aérienne

MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Aéronautique

Option : Opérations Aériennes

**LES AERODROMES ET MISE EN OEUVRE
DES BALISAGES LUMINEUX.**

Réalisé par :

- KALLAB DEBBIH Bader Eddine .

- DRID Zoubeyr.

Promoteur :

- Mr : LAGHA Mohand.

Promotion: 2020

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier nos parents pour la contribution, le soutien et la patience dont ils ont fait preuve en plus de nous avoir encouragés, supportés, épaulés et avoir cru en nous tout au long de ces années. Sans eux, nous ne serions pas là.

Nous tenons également à remercier notre promoteur monsieur **LAGHA Mohand**, à qui nous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de diriger notre travail de master, ainsi que pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner ce mémoire et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce mémoire:

A ma mère: A celle qui m'a donné la tendresse, le courage et la volonté pour arriver à mon but, la clé de mon bonheur.

A mon père : Mon père miséricorde de Dieu fait ce travail dans vos bonnes actions.

A mon conjoint: BADER EDDINE, merci pour tous.

A mes frères : De Zoubeyr / Spéciale grand frère Mohammed Said sa femme et sa fille LINA , et le petit frère Abderezzak .

De Bader Ediine / les deux anges Med Amine et Taki eddine .

A mes sœurs : De Zoubeyr / HIBA , son mari et ses enfants, AMET ALLAH ET BELKISS . De Bader Ediine / Asma et Chaima .

A mes amis: Mes camarades de classe, Merci à tous et à toutes.

A toutes nos familles : DRID ; et KALLAB DEBBIH.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude
notre encadreur **Dr LAGHA Mohand,**

Dr DRIOUCHE Mouloud chef de de notre spécialité et **Mme BENKHEDDA Amina** la directrice de l'institut et tous les enseignants du département, A tous nos amis surtout les étudiantes de la promotion de 2ème année Master Opérations Aériennes promotion 2019/2020.

Résumé

Ce travail est destiné aux services en charge de la maintenance du balisage lumineux sur les aéroports. Il donne des éléments indicatifs pour organiser les actions de maintenance préventive. Des dispositions différentes peuvent être appliquées, sous réserve de garantir un niveau de performance équivalent. Ce document s'attache à définir les objectifs de niveau de performance de l'entretien du balisage lumineux par la description des inspections et actions d'entretien courant et révisions.

Le contenu de ce document s'applique aux installations permanentes de balisage lumineux, par opposition aux installations temporaires, à l'exclusion du balisage des obstacles. Il concerne seulement les inspections et les actions d'entretien courant ainsi que les révisions (maintenance préventive). Les aspects concernant les réparations (maintenance corrective) sont exclus de son champ d'application.

Mots clés

Maintenance préventive
Maintenance corrective
Objectifs de maintenance
Balisage lumineux

Summary

this guide has been written for the use of the Airfield Lighting System Maintenance Service. It is a guidance for the organisation of preventive maintenance actions, which however, are not excluding other equally performant methodologies.

Aiming at defining the performance level of objectives to be looked upon in preventive maintenance, it details the inspections, routine maintenance actions and revisions usually achieved. Excluding the Obstacle Lighting System, permanent installations are here concerned, and no temporary settings. the specific matter dealt with here, is the description of inspection actions, and of regular as well as preventive maintenance.

Keywords

Preventive maintenance
Corrective maintenance
Maintenance objectives
Lighting system

Mots clé : Assistance aéroportuaire, Activités d'assistance en escale, Compagnies aériennes.

Acronymes

O.A.C.I : l'Organisation de l'aviation civile internationale ;
STBA : service technique des bases aériennes ;
ACN : Numéro de classification d'aéronef (Aircraft Classification Number) ;
PCN : Numéro de classification de chaussée (Pavement Classification Number) ;
MLS : Système d'atterrissage hyperfréquences (Microwave Landing System) ;
ILS : Système d'atterrissage aux instruments (Instrument Landing) ;
CU : Coefficient d'utilisation d'une piste d'aérodrome ;
QFU : Marque d'identification des pistes ;
R.E.S.A: Aire de sécurité d'extrémité des pistes ;
P.O.R (S.W.Y) : prolongement occasionnellement roulant ;
MFO: Marge de Franchissement des Obstacles;
MFS: Marge de Franchissement de Seuil;
OCS : Obstacle Clearance Surface;
PAPI : Precision Approach Path Indicator;
HOA : hauteur oeil antenne;
CPU: Central Processing Unit
D : Delay
D.D.N.A : Direction de Développement de la Navigation Aérienne
D.E.N.A : Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne
D.J.R.H : Direction juridique des ressources Humaines et Moyen
D.R.F.C : Direction des ressources des Finances et de la Comptabilité
D.S.A : Les directions de sécurité aérienne
D.T.N.A : Direction Technique de la Navigation Aérienne
DC : Courant continu
DCC : Convertisseur de courant continu (Convertisseur CC)
DG : Direction générale
DME : Equipement de mesure de la distance
ENNA : Etablissement National de la Navigation Aérienne

Table des matières :

Résumé.....	i
Remerciements.....	ii
Acronymes	iii
Liste des figures et tableaux	iv
Bibliographie.....	v
Introduction générale	1
Chapitre I: Les aérodromes	2
1.1. Introduction.....	3
1.2 .Definition.....	3
1.3. Classification des aérodromes.....	4
1.4. Principaux types de classifications des aérodromes.....	4
1.4.1. Autres classifications.....	5
1.5. Correspondances entre les différents classements	7
1.6. Constitution d'un aérodrome.....	7
1.6.1. Aire de mouvement.....	7
1.6.2. Aire d'atterrissage et ses protections.....	8
1.6.3. Voies de circulation.....	8
1.6.4. Aire de stationnement.....	9
1.6.5. Structure de l'ITAC.....	12
1.7. Code de référence d'aérodrome.....	13
1.7.1. Point de référence d'aérodrome.....	14
1.7.2 Altitudes d'un aérodrome et d'une piste.....	14
Chapitre II: Les balisages lumineux	14
2.1. Definition.....	21
2.2. Classement d'aérodromes.....	23
2.3. Les composantes du balisage.....	24
2.4. Définition Balisages lumineux d'aéroports.....	24
2.4.1. Balisage de bord de piste.....	29
2.4.1.1. Configuration.....	30
2.4.1.2. Types de balises lumineuses par couleur	30
2.4.1.3. Feux Encastrés.....	32
2.4.1.4. Feux Elevés.....	32
2.4.2. Balisage d'extrémité de piste.....	33

2.4.3. Balisage de seuil de piste.....	33
2.4.3.1. Seuil décalé (extrémité / seuil).....	33
2.4.4. Balisage d'axe de piste.....	33
2.4.5. Balisage des zones de toucher de roues	34
2.4.6. Régler l'Annexe 14 de l'OACI.....	35
2.4.7. L'approche.....	35
2.5. Aides radioélectrique ILS, VOR, DME.....	38
2.6. ICAO (International Civil Aviation Organisation).....	40
2.7. Conclusion	41

Chapitre III: mise en oeuvre des balisages lumineux (PAPI).....48

3.1. Introduction.....	49
3.2. Réglementation internationale.....	49
3.3. Principe du PAPI.....	50
3.3.1. Principe général de fonctionnement.....	51
3.3.2. Définition de la pente d'approche donnée par le PAPI	52
3.4. Méthodologie d'implantation d'un PAPI.....	53
3.5. Installation d'un PAPI.....	53
3.5.1. Paramètres d'implantation du PAPI par rapport au bord de la piste.....	54
3.5.2. Tolérances d'alignement des unités PAPI.....	54
3.6. Conclusion	57

Chapitre IV : contrôle et télémaintenance.....58

4.1. Introduction.....	59
4.2. Mise en oeuvre préventive.....	60
4.3. Opérations de maintenance.....	61
4.5. Exigences fonctionnelles du balisage lumineux.....	80
4.6. Objectifs de maintenance des aides visuelles.....	84
4.7. Calage des feux.....	87
4.8. Mesures photométriques.....	92
4.9. Conclusion.....	95

Liste des figures et tableaux

Chapitre I: Les aérodromes..... 2

Figure 1.1	Schéma d'aérodrome	3
Figure 1.2	Figure 1.2 Voies de circulation.....	10
Figure 1.3	Schéma Aire de stationnement.....	11
Figure 1.4	Aire de stationnement	11

Chapitre II: Les balisages lumineux 14

Figure 2.1	systèmes des commandes de signalisation déferant.....	21
Figure 2.2	Schéma explicatif du fonctionnement des balises.....	22
Figure 2.3	Système des balises lumineuses.....	23
Figure 2.4	Croquis d'aérodrome	23
Figure 2.5	Les composantes du balisage	24
Figure 2.6	Balisage lumineux de la piste	24
Figure 2.7	Balisages lumineux des aérodromes	26
Figure 2.8	(Airfield Ground Lighting) AGL.....	28
Figure 2.9	Feux (PISTE).....	29
Figure 2.10	Les couleurs des feux du balisage	30
Figure 2.11	L'attribution des couleurs du balisage	31
Figure 2.12	types de feux encastrés.....	32
Figure 2.13	types de feux Elevés.....	32
Figure 2.14	Balisage lumineux du seuil décalé.....	33
Figure 2.15	feux de L'Approche	35
Figure 2.16	faux TAXIWAY	36
Figure 2.17	TAXIWAY	36
Figure 2.18	feux « TAXIWAY »	31
Figure 2.19	Aires de stationnements	31
Figure 2.20	RVR.....	32
Figure 2.21	PAPI AERONAUTIQU EN SERVICE.....	33
Figure 2.22	MODELE DE PAPI.....	33
Figure 2.23	Fonctionnement du PAPI - Approche correcte « 3° »	34

Figure 2.24	Angle correcte transmis par le PAPI.....	34
Figure 2.25	Pylône électrique.....	35
Figure 2.26	Manche à air.....	36
Figure 2.27	fonctionnement Manche à vent.....	37
Figure 2.28	déférent type lampes obstacles.....	38
Figure 2.29	Instrument Landing System.....	39
Figure 2.30	VOR.....	39

Chapitre III: Mise en œuvre des balisages lumineux(PAPI)...48

Figure 3.1	Schéma Principe du PAPI.....	50
Figure 3.2	Schéma Principe général de fonctionnement du PAPI.....	50
Figure 3.3	l'indication donnée par le PAPI.....	51
Figure 3.4	Schéma la pente d'approche donnée par le PAPI.....	52
Figure 3.5	Schéma méthodologie d'implantation d'un PAPI.....	53
Figure 3.6	Schéma des unités PAPI.....	56
Figure 3.7	Schéma tolérances d'alignement des unités PAPI.....	57

Chapitre IV : contrôle et télémaintenance..... 58

Figure 4.1	Feux de protection piste.....	68
Figure 4.2	cahier de suivi.....	64
Figure 4.3	Déploiement de la nacelle.....	75
Figure 4.4	Unités PAPI vues de la nacelle.....	75
Figure 4.5	Positionnement de la nacelle.....	76
Figure 4.6	Représentation de l'azimut (piste vue de dessus).....	87
Figure 4.7	Représentation du site (piste vue de profil).....	87
Figure 4.8	Schéma de principe d'un balisage lumineux - Pistes avec approches de Précision CatI-II-III	
Figure 4.9	Feux de rampe d'approche Cat.I.....	89
Figure 4.10	Feux de rampe d'approche renforcée Cat. II.....	89
Figure 4.11	Feux de seuil de piste.....	90
Figure 4.12	Feux d'axe de piste.....	91
Figure 4.13	Feux de zone de toucher des roues (TDZ).....	91

Liste des tableaux

Chapitre I: Les aérodromes2

Table 1.1	Classification des aérodromes	4
Table 1.2	Correspondances entre les différents classements.....	7
Table 1.3	Structure de l'ITAC	13
Table 1.4	Code de référence d'aérodrome.....	13

Chapitre II: Les balisages lumineux 14

Table 2.1	Équipements requis selon le type d'approche	25
------------------	---	----

Chapitre III: Mise en œuvre des balisages lumineux 48

Table 3.1	Principe général de fonctionnement	50
Table 3.2	Méthodologie d'implantation d'un PAPI	53

Chapitre IV : contrôle et télémaintenance.....58

Table 4.1	tableau de relevés des mesures proposées	79
Table 4.2	Périodicité pour les feux encastrés	82
Table 4.3	Piste avec approche de précision de catégorie i	84
Table 4.4	Pistes avec approches de précision de catégorie ii/iii.....	85
Table 4.5	Pistes utilisées pour les décollages avec $rVr < 550$ m.....	86
Table 4.6	Pistes utilisées pour les décollages avec $rVr \geq 550$ m.....	86
Table 4.7	évaluation de l'intensité lumineuse d'un feu.....	94
Table 4.8	Exploitation des mesures	95
Table 4.9	exemples des exploitations des mesures.....	95

Introduction générale

Les premières normes et pratiques recommandées sur les aérodromes ont été adoptées par le Conseil le 29 mai 1951, conformément aux dispositions de l'article 37 de la Convention relative à l'aviation civile internationale (Chicago, 1944), sous le titre d'Annexe 14 à la Convention. Le document qui contient ces normes et pratiques recommandées est maintenant intitulé Annexe 14, Volume I, à la Convention. De façon générale, le Volume I traite de la planification, de la conception et de l'exploitation des aérodromes.

Ce travail est destiné aussi aux services en charge de la maintenance du balisage lumineux sur les aéroports. Il donne des éléments indicatifs pour organiser les actions de maintenance préventive. Des dispositions différentes peuvent être appliquées, sous réserve de garantir un niveau de performance équivalent.

Ce document s'attache à définir les objectifs de niveau de performance de l'entretien du balisage lumineux par la description des inspections et actions d'entretien courant et révisions.

Le contenu de ce document s'applique aux installations permanentes de balisage lumineux, par opposition

aux installations temporaires, à l'exclusion du balisage des obstacles. Il concerne seulement les inspections et les actions d'entretien courant ainsi que les révisions (maintenance préventive). Les aspects concernant les réparations (maintenance corrective) sont exclus de son champ d'application.

Chapitre I

Les aérodromes



Les aérodromes

1.1. Introduction

L'assistance en escale englobe des services très divers fournis aux compagnies aériennes dans les aéroports, à l'appui de l'exploitation des services aériens. Elle comprend non seulement des services de haute technicité tels que l'entretien des appareils, mais aussi des services essentiels à la sécurité et au confort des passagers.

Ces services jouent un rôle essentiel dans le système de transport aérien.

Dans ce chapitre nous allons en premier lieu entamer brièvement les définitions des mots clés nécessaires pour comprendre le concept de Co-activité et la manutention au sol. Par la suite nous présenterons les opérations d'assistance au sol pendant l'escale à l'arrivée de l'aéronef ainsi que les aspects de sécurité nécessaires.

Le but final est de présenter la procédure de contrôle des aéronefs, et les processus typiques de traitement au sol avant chaque départ.

1.2. Définition

Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant, éventuellement, bâtiments, installations et matériel), destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface.



Chapitre I: Les aérodromes

1.3. Classification des aérodromes

On distingue les aérodromes à caractéristiques normales de ceux à caractéristiques spéciales (hélistations, altiports, hydrobases, plateformes destinées aux ballons, dirigeables et ULM).

<u>Aérodrome</u> dépend de la définition (code de l'AC ≠ ITAC)	<u>Aéroport</u> aérodrome pourvu d'une aérogare (transport commercial)	<u>Aérosurface</u> aérodrome exceptionnel ou temporaire (épandage aérien...)
<u>Altisurface</u> a/d en montagne pour le travail aérien et le transport à la demande	<u>Altiport</u> aérodrome aménagé en montagne pour le transport public commercial	<u>Hélisurface</u> provisoire (manifestations aériennes...)
<u>Hélistation</u> a/d exclusivement réservé aux hélicoptères (hôpitaux...)	<u>Héliport</u> hélisurface pourvue d'une aérogare (Issy-les-Moulineaux)	
<u>Hydroaérodrome ou hydrobase</u> a/d pour les hydravions Lac de Biscarosse - Etang de Berre	<u>Adacport</u> aéroport pour Avions a Décollages et Atterrissages Courts	

1.4. Principaux types de classifications des aérodromes

Suivant leurs caractéristiques

Les aérodromes terrestres ouverts à la CAP sont classés dans 5 catégories, suivant la longueur d'étape et l'accessibilité :

- A : transports longs courriers (étapes > 3000 km)
- B : transports moyens courriers (entre les 2) ;
- C : courts courriers (étapes < 1000 km) et grand tourisme ;
- D : formation aéronautique, sports aériens et tourisme ;
- E : giravions, ADAV, ADA Oblique (aérodromes à caractéristiques spéciales).

Les hydrobases se divisent aussi en 3 catégories : A (longs courriers), B (moyens courriers) et C (court courriers et tourisme).

Subdivision en classes (ancienne classification de l'ITAC)

Il est apparu nécessaire d'adopter les classes d'aérodrome (A, B, C1, C2, D1, D2, D3) en rajoutant parfois un chiffre à la catégorie pour tenir compte des particularités de trafic (trafic type et avion type).

Chapitre I:Les aérodromes

Ces classes servent de base aux normes techniques des aménagements et équipement.

- classe A et B : respectivement aérodromes de catégorie A et B ;
- classe C2 : aérodromes de catégorie C destinés aux lignes à grand et moyen trafic (une ligne avec au moins 15 000 pax annuels) ;
- classe C1 : aérodromes de catégorie C destinés à l'aviation de voyage et aux lignes de faible trafic ;
- classe D3 : aérodromes de catégorie D pouvant être normalement utilisés en toutes circonstances ;
- classe D2 : aérodromes de catégorie D destinés à certains services à courtes distances non réguliers (outre-mer principalement) ;
- classe D1 : aérodromes de catégorie D destinés à l'aviation légère.

Les aérodromes de classe A, B, C1, C2 et D3 doivent pouvoir être équipés d'un ILS.

Les altiports sont de catégorie et de classe C ou D (sans la subdivision C1-C2-D1-D2-D3).

Les aérodromes destinés aux hélicoptères se divisent en 3 classes :

- classe E1 : héliports exploités avec prise de vitesse horizontale,
- classe E2 : héliports exploités avec prise de vitesse oblique
- classe E3 : autres hélistations.

Classification OACI

Nouvelle classification recommandée par l'OACI depuis 1982 et adoptée par l'ITAC pour la conception des nouveaux aérodromes.

- Élément de code 1 = chiffre de code : de 1 à 4

tient compte de la distance de référence de l'avion (longueur de piste nécessaire au décollage à masse maximale) ;

- Élément de code 2 = lettre de code : de A à E

tient compte de l'envergure de l'avion et de la largeur du train principal.

1.4.1. Autres classifications

Suivant les conditions de leur utilisation (CAC D.211.3)

- liste 1 : ouvert à la CAP (Circulation Aérienne Publique) (23/304) ; (CAC R.221)

tous les aéronefs (présentant les caractéristiques techniques appropriées) peuvent en faire usage.

- liste 2 : réservé à usage des administrations de l'État (1/60) ;

création par arrêté conjoint du MAC et du Ministre dont il dépend, selon la même procédure que OuvCAP.

- liste 3 : agréés à usage restreint (7/110) ; (CAC D.232)

destinés à des activités limitées, réservés à certaines catégories d'aéronefs ou certaines personnes.

- aérodromes à usage privé ; (CAC D.233)

Chapitre I:Les aérodromes

créé par une personne de droit privé pour son usage personnel ou celui de ses employés ou invités.

Catégories de transport aérien

Le Schéma Directeur de l'Équipement Aéronautique (SDEA) approuvé par le gouvernement en 1973 a défini les points ou zones du territoire à desservir suivant les catégories suivantes :

- aérodromes pour transports long-courrier (catégorie A) ;
- aérodromes pour transports moyen-courrier (catégorie B) ;
- aérodromes pour transports court-courrier (catégorie C) ;
- aérodromes destinés à l'aviation de voyage ;
- aérodromes destinés à la formation aéronautique, aux sports aériens et au tourisme.

Classifications « financières »

Selon les investissements d'État

- Catégorie I : intérêt national : l'État finance directement l'aérodrome, délégation directe ;
- Catégorie II : intérêt local : c'est par le biais du Préfet de Région que l'aérodrome est financé.

Selon le mode de contrôle du budget

Le budget des grands aérodromes est contrôlé par le SBA ;

celui des petits aérodromes est contrôlé par la DAC.

Classifications techniques et opérationnelles

- Selon l'utilisation (civile ou militaire).
- Selon le niveau SSIS (AM du 5/9/79 + Instr. du 11/9/79) : catégories I à IX et niveaux A à G.
- Selon le niveau de prévention du péril aviaire : cinq catégories de A à E.
- Économique : certains aérodromes sont internationaux (douane, police, santé H24 ou O/R), d'autres non.
- Selon le trafic IFR et VFR : 4 familles de 1 à 4.
- Selon le type d'approche disponible : à vue, classique, de précision : cat 1, cat 2, cat 3.
- Selon le balisage : 1ère catégorie (balisage HI + ligne d'approche HI) ; 2ème catégorie (balisage de piste HI) ; 3ème catégorie (balisage de piste BI).

Classifications subjectives

par le SBA

Chapitre I:Les aérodromes

- 28 aérodromes d'intérêt national (tutelle économique) ;
- 41 aérodromes d'intérêt régional (concession) ;
- 45 aérodromes d'intérêt local (aucun investissement).

Européenne

- Terrains de composante communautaire : reçoivent une subvention de la CEE ;
- Terrains de composante régionale ;
- terrains de composante accessibilité (désenclavement régional).

1.5. Correspondances entre les différents classements

Catégorie	Classe	Avions critiques	Longueur de piste (en m)	Catégorie de transport (SDEA)	Lettre identif. (ann. 14)	Code de référence (OACI)
A	A	B747 allongé, DC10-30	3800	LC	A	4E
B	B	DC10 et B727-200 à charge réduite	2500	MC charters		4D
C	C2	Caravelle, Mercure, Fokker 27	2100	CC	B	4C
	C1	Beech 200, Mystère 20	1500	voyages	C	3B
D	D3	Cessna 402, Bonanza	1200 800	entraînements IFR	C/D	2B
	D2	Fokker 27, Bonanza	1700	charters DOM/TOM		3C
	D1	Monomoteurs	1000	ACB	C/D/E	2A
500			1A			

1.6. Constitution d'un aérodrome

1.6.1. Aire de mouvement

L'aire de mouvement se compose :

- De l'aire de manœuvre qui comprend :
 - * Les pistes (aire d'atterrissage)
 - * Les voies de circulation (taxiways).
- De l'aire de trafic destinée à recevoir les aéronefs pendant les opérations d'escale et qui comprend :
 - * Les aires de stationnement, les aires d'entretien et les aires de garage .

1.6.2. Aire d'atterrissage et ses protections

Définitions

- * L'aire d'atterrissage comprend la ou les pistes et leurs prolongements éventuels.
- * Piste [ITAC] : aire rectangulaire aménagée afin de servir sur sa longueur au roulement des aéronefs au décollage et à l'atterrissage ;
- * Accotement [OACI Ann 14] : partie des abords de piste traités de façon à offrir une surface de raccordement entre cette chaussée et le terrain environnant ; limiter le risque d'ingestion de corps étranger par des tétra-moteurs ;
- * Bande aménagée [ITAC] : partie jouxtant les côtés de la piste revêtue (bords et extrémités) ou des prolongements d'arrêt aménagée de façon à limiter les conséquences d'une sortie de piste ; réduire les dommages sur un aéronef sortant accidentellement de la piste
- * Bande (dégagée) [ITAC] : aire débarrassée de tout obstacle pouvant présenter un danger pour un aéronef volant à faible hauteur ; la bande est délimitée par le périmètre d'appui ;
- * Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA) [OACI Ann 14] : appelée aire de recueil par l'ITAC, destinée à réduire les risques matériels d'un aéronef se posant trop court ou trop long ;
- * Prolongement d'arrêt [ITAC] : aménagé pour augmenter la distance d'accélération-arrêt ;
- * Prolongement dégagé [ITAC] : aire débarrassée de tout obstacle pouvant présenter un danger pour un aéronef volant à faible hauteur ;

Chapitre I:Les aérodromes

* Tiroir : partie de la piste comprise entre le seuil de décollage et le seuil d'atterrissage, s'ils sont différents.

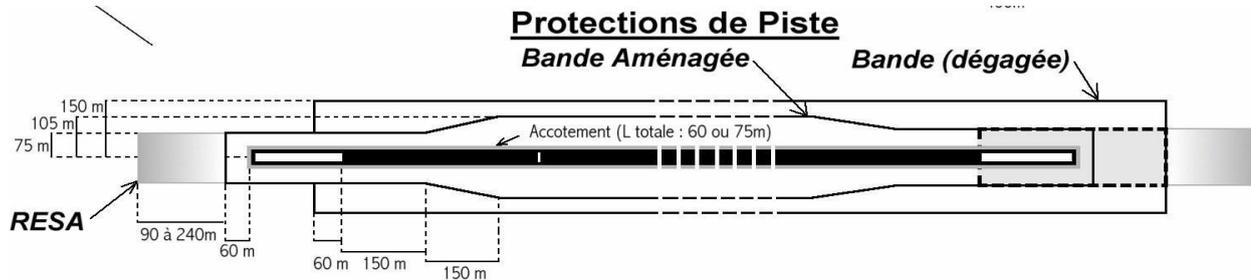


Schéma de la bande

1.6.3. Voies de circulation

- Entrées-sorties de piste
- Point d'attente, aire d'attente
- Voie de relation : non accolée à une aire de stationnement (50 à 60 km/h) ;
- Voie de desserte : accolée à une aire de stationnement (30 à 35 km/h).
- Sur largeur : partie de voie de circulation rajoutée à l'intérieur du virage dans une courbe.
- Congé de raccordement : partie rajoutée à l'intersection de 2 voies de circulation ou d'une seule voie avec une piste ou une aire.

Remarque : la route de service est réservée aux véhicules terrestres et ne fait donc pas partie des voies de circulation, destinées elles aux aéronefs.



Figure 1.2 Voies de circulation

1.6.4. Aire de stationnement

Aire de trafic

stationnement des aéronefs pendant les opérations d'escale (embarquement/débarquement des passagers et du fret) ;

Aire de garage

stationnement des aéronefs en-dehors des opérations d'escale ;

Aire d'entretien

opérations d'entretien et de réparation ne pouvant être faites sur les autres aires ;

Aires spéciales

aires de compensation des compas, de calage des altimètres, de calage des INS (systèmes de

Chapitre I: Les aéroports



Figure 1.3 Aire de stationnement

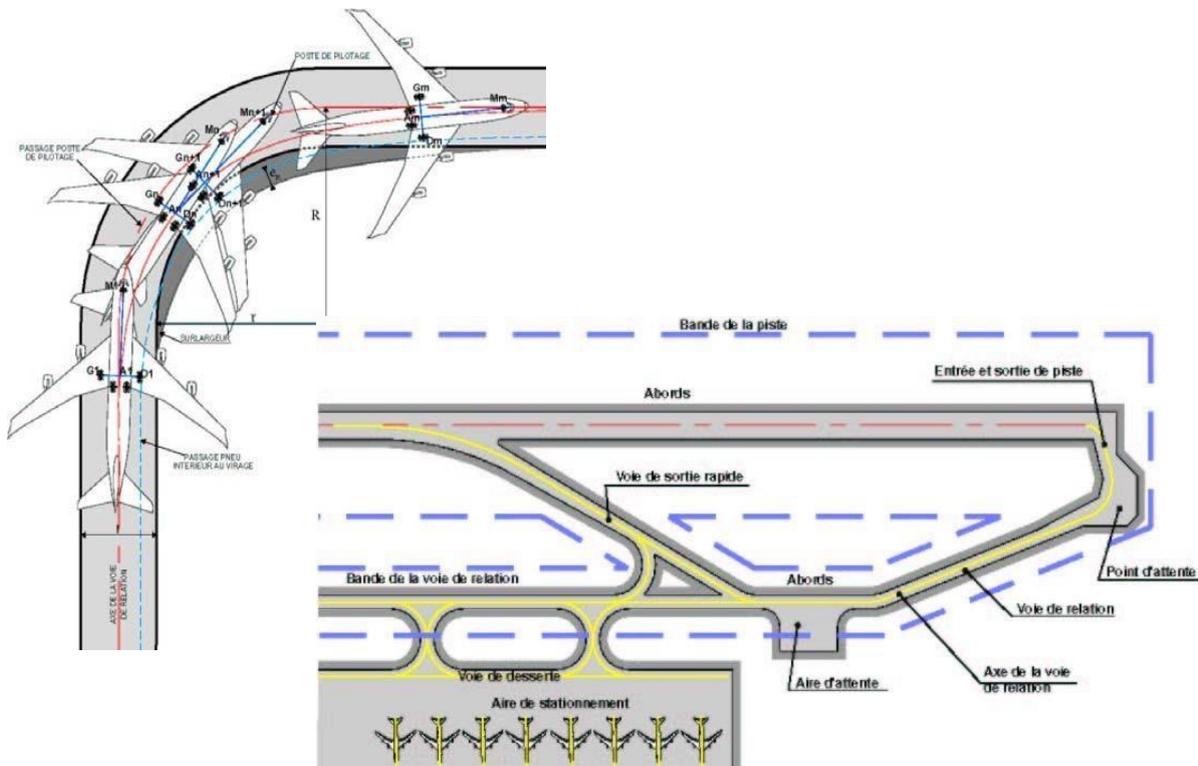


Figure 1.4 Schéma Aire de stationnement

Chapitre I: Les aérodromes

1 ^{er} classeur	2 ^{ème} classeur	3 ^{ème} classeur	4 ^{ème} Classeur
<p>1 Présentation introductive d'un aérodrome</p> <p>2 Classification des aérodromes</p> <p>3 Aire de manœuvre</p> <p>3-1 caractéristiques géométriques a - la piste/ b- les bandes de piste</p> <p>c - les voies de circulation / d- bande de voie de relation</p> <p>3-2 équipements de l'aire de manœuvre</p> <p>3-2-1 le balisage</p> <p>e - balisage non lumineux/ f - balisage lumineux</p> <p>3-2-2 la signalisation</p> <p>g - signalisation pour la circulation aérienne/ h- ...circul. auso</p> <p>3-2-3 les aides à l'approche et à l'atterrissage</p> <p>i - indicateurs visuels de pente d'approche/ j - aides radioélectriques</p> <p>4 Aire de trafic</p> <p>4-1 aires de stationnement spécialisées</p> <p>4-2 circulation, manœuvres et guidage des avions</p>	<p>5 Conception des chaussées aéronautiques</p> <p>6 Construction des chaussées aéronautiques</p> <p>7 Suivi et auscultation des chaussées aéronautiques</p> <p>7-4 évaluation de la portance</p> <p>m- cas d'une chaussée souple</p> <p>n - cas d'une chaussée rigide o- exploitation de l'ensemble des essais de plaque</p> <p>8 Gestion des chaussées aéronautiques - méthode a.c.n. - p.c.n.</p> <p>9 Entretien des chaussées aéronautiques</p>	<p>12 Dégagements aéronautiques</p> <p>12-1 introduction des surfaces de dégagement</p> <p>12-2 surfaces de dégagement associées à l'atterrissage</p> <p>12-3 surface de dégagement associée au décollage</p> <p>12-4 degrés d'infranchissabilité des surfaces de dégagement particulières.</p> <p>12-5 surfaces de dégagement particulières.</p> <p>12-6 différenciations des obstacles vis-à-vis des dégagements</p> <p>p- obstacles mobiles canalisés</p> <p>12-7 balisage des obstacles</p> <p>q- balisage des objets massifs ou minces</p> <p>r - balisage des objets filiformes</p>	<p>13 Aérodromes à caractéristiques spéciales</p> <p>13-1 hélisitations terrestres</p> <p>s - hélisitations de grandes dimensions (ha)</p> <p>t - hélisitations de petites dimensions (hb)</p> <p>u - balisage de l'aire de mouvement</p> <p>v - aides à l'atterrissage</p> <p>13-2 altiports</p> <p>13-3 hydrobases</p> <p>13-4 plates-formes destinées aux u.l.m.</p> <p>13-5 plates-formes destinées aux ballons</p> <p>13-6 plates-formes destinées aux dirigeables</p>

1.7. Code de référence d'aérodrome

Élément de code 1		Élément de code 2		
Chiffre de code	Distance de référence de l'avion	Lettre de code	Envergure	Largeur hors tout du train principal
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	moins de 800 m	A	moins de 15 m	moins de 4,5 m
2	de 800 m à 1 200 m exclus	B	de 15 m à 24 m exclus	de 4,5 m à 6 m exclus
3	de 1 200 m à 1 800 m exclus	C	de 24 m à 36 m exclus	de 6 m à 9 m exclus
4	1 800 m et plus	D	de 36 m à 52 m exclus	de 9 m à 14 m exclus
		E	de 52 m à 65 m exclus	de 9 m à 14 m exclus
		F	de 65 m à 80 m exclus	de 14 m à 16 m exclus

Chapitre I: Les aérodromes

7.1. Point de référence d'aérodrome

- Un point de référence sera déterminé pour chaque aérodrome.
- Le point de référence d'aérodrome sera situé à proximité du centre géométrique initial ou prévu de l'aérodrome et demeurera en principe à l'emplacement où il a été déterminé en premier lieu.
- La position du point de référence d'aérodrome sera mesurée et communiquée aux services d'information aéronautique en degrés, minutes et secondes.

1.7.1. Altitudes d'un aérodrome et d'une piste

- L'altitude d'un aérodrome et l'ondulation du géoïde au point de mesure de l'altitude de l'aérodrome seront mesurées au demi-mètre ou au pied près et communiquées aux services d'information aéronautique.

Dans le cas d'un aérodrome où des aéronefs de l'aviation civile internationale effectuent des approches classiques, l'altitude et l'ondulation du géoïde de chaque seuil ainsi que l'altitude des extrémités de piste et de tout point significatif intermédiaire, haut et bas, le long de la piste seront mesurées au demi-mètre ou au pied près et communiquées aux services d'information aéronautique.

- Dans le cas des pistes avec approche de précision, l'altitude et l'ondulation du géoïde de chaque seuil ainsi que l'altitude des extrémités de piste et du point le plus élevé de la zone de toucher des roues seront mesurées au quart de mètre ou au pied près et communiquées aux services d'information aéronautique.

I.3. Conclusion :

La présentation introductive des aérodromes donne une idée générale sur les infrastructures aéronautiques, ce qui facilite l'étude préliminaire puis détaillée pour l'élaboration d'un projet de construction d'un aérodrome.

Chapitre II

Les Balisages lumineux



II.1-Definition

Le balisage lumineux d'une piste comprend en fait celui de la piste elle-même – lequel est d'autant plus élaboré que la piste doit pouvoir être utilisée dans des conditions de visibilité plus difficiles – et la ligne d'approche dont la constitution obéit à une logique un peu différente.

Le balisage lumineux est un système où il est possible d'identifier 3 domaines:

***la télécommande (automatisme):**

Le terme télécommande recouvre l'ensemble des équipements permettant la commande, le contrôle, la surveillance automatique des différentes fonction du balisage.



Figure 2.1 systèmes des commande de signalisation déferant .

***les équipements en poste:** service énergie (matériels alimentés en parallèle)

Chapitre II: Les Balisages lumineux

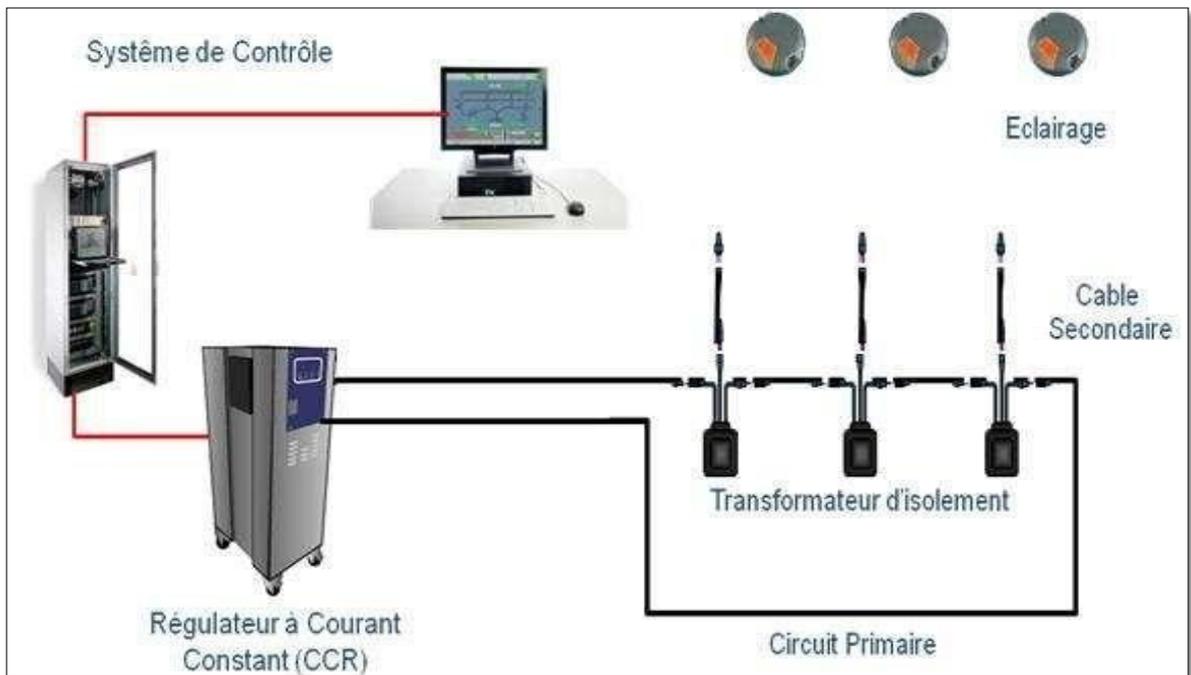


Figure 2.2 Schéma explicatif du fonctionnement des balises

***les équipements sur aires de manœuvre** : câbles, regards, transformateurs d'isolement (TI), feux et panneaux de signalisation aéronautique.



Figure 2.3 Système des balises

II.2 - Classement d'aérodromes:

- **Catégorie A:** aérodromes destinés aux liaisons grandes distances en toutes circonstances. Pistes de 2500 m à 3900 m.
- **Catégorie B:** aérodromes destinés aux liaisons moyennes distances en toutes circonstances et grandes distances sans étape longue au départ. Pistes de 1500 m à 2500 m.
- **Catégorie C:** aérodromes destinés aux liaisons courtes distances et moyennes ou grandes distances avec étape courte au départ. Pistes de 900 à 1500 m.
- **Catégorie D:** aérodromes destinés aux voyages d'affaires, aux sports aériens et à la formation aéronautique, pistes de 450 m à 900 m.
- **Catégorie E:** bases pour hélicoptères. [4]



Figure 2.4: Croquis d'aérodrome.

II.3- Les composantes du balisage:

Les différentes composantes du balisage classées selon l'OACI sont données comme suit:

- L'aire de manœuvre.
- La ou les piste(s).
- Les voies de relation (circulation).
- L'aire de trafic.
- Les voies de desserte (bordent ou traversent le parking).
- Les aires de stationnement.
- Principale / secondaire.
- Implantation (vent, topographie...).
- QFU (direction par rapport au nord).

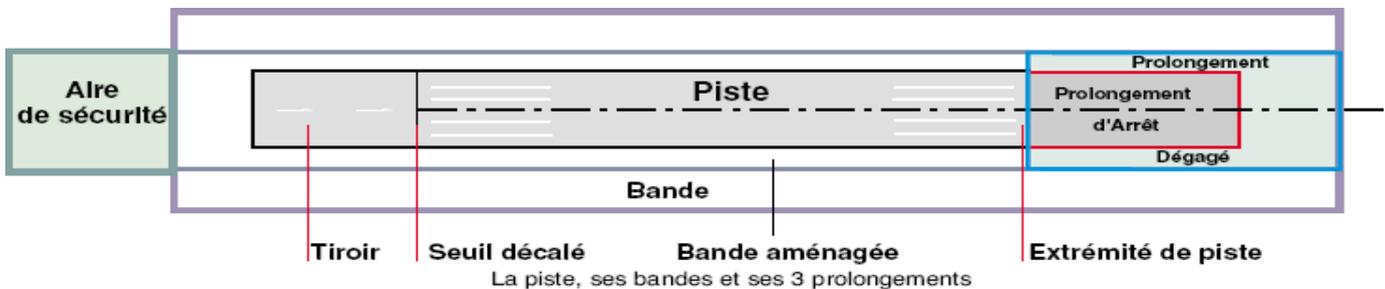


Figure 2.5: Les composantes du balisage

II.4-Définition Balisages lumineux d'aéroports:



Figure 2.6: Balisage lumineux de la piste.

Chapitre II: Les Balisages lumineux

Type de balisage

- * Le balisage peut être BI (basse intensité) tant qu'il n'y a pas de ligne d'approche,
- * Le balisage doit être HI (haute intensité) s'il y en a une, ainsi qu'en cat. III où la rampe d'approche n'est pas obligatoire.

Feux requis

- * Bord de piste : feux de couleur blanche pouvant être remplacés par des feux de couleur :
 - jaune sur le dernier tiers de la longueur ou dans les 600 derniers mètres si LDA > 1800m
 - rouge en amont du seuil décalé (visibles en blanc dans le sens inverse)
- * Extrémité de piste : feux rouges ; seuil de piste : feux verts éventuellement renforcés par des feux à éclats simultanés blancs
- * Axe de piste : « ligne axiale codée » feux encastrés espacés de 15m (anciennement 7,5m) blancs jusqu'avant les 900 derniers m (ou la moitié de piste si LDA < 1800m), puis alternés rouge/blanc puis rouges sur les 300 derniers m.
- * TDZ : barrettes de couleur blanche
- * PA : feux rouges unidirectionnels.

Feux de balisage

Équipements requis selon le type d'approche :

	Approche à vue (vol de nuit...)	Approche classique	Approche de précision de Catégorie I	Approche de précision de Catégorie II	Approche de précision de Catégorie III
Rampe d'approche	dispositif simplifié BI fac.	dispositif simplifié HI fac.	HI cat I obl.	HI cat II obl.	HI cat II obl. et cat III fac.
Piste	<u>Feux à éclats</u> au seuil fac. <u>Latéral</u> BI obl.	<u>Feux à éclats</u> au seuil fac. <u>Latéral</u> HI obl.	<u>Latéral</u> HI obl.	<u>Latéral</u> HI obl. <u>Axial</u> HI, obl. <u>Zone d'impact</u> HI souhai- table	<u>Latéral</u> HI obl. <u>Axial</u> obl. <u>Zone d'impact</u> HI obl.
Taxiway	<u>Latéral</u> BI fac.		<u>Latéral</u> BI obl.	<u>Latéral</u> BI obl. <u>Axial</u> HI e/s obliques et intersections complexes obl.	<u>Latéral</u> BI obl. <u>Axial</u> HI e/s obliques et intersections complexes obl. voies utilisées par PVP < 150 m obl.

Balisages lumineux des aérodromes

Différents systèmes lumineux équipent les aérodromes en fonction de leur catégorie, de l'importance du trafic commercial et des minima météorologiques définis pour le décollage et l'atterrissage.

Sur les aérodromes dotés d'un organisme de la circulation aérienne, la mise en œuvre du balisage est affectée aux agents du contrôle.

En l'absence d'un organisme de la circulation aérienne, le balisage est mis en œuvre par :

- Une personne habilitée,
- Le pilote si l'aérodrome est doté d'une télécommande de balisage – PCL - (3 coups d'alternat sur la fréquence en 5 secondes).

Un groupe électrogène prend le relais en cas de panne de secteur dans les 10 secondes. Un balisage type de piste basse intensité se représente selon le schéma ci-dessous :

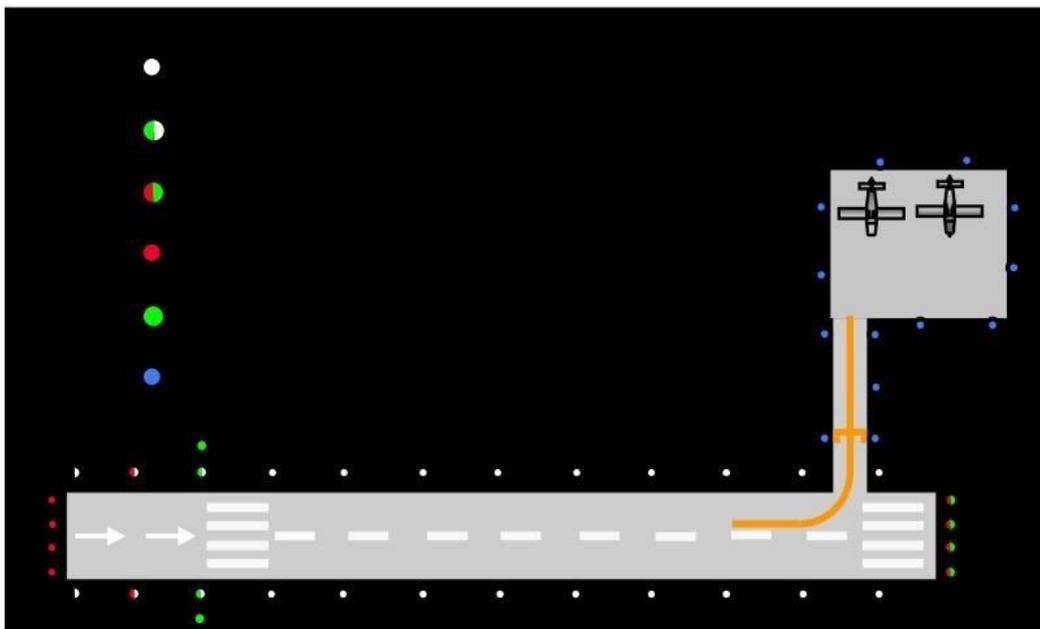


Figure 2.7: Balisages lumineux des aérodromes.

- **Balisage de délimitation de piste :** Les feux de bord de piste sont des feux blancs et sont utilisés pour définir les délimitations de la piste de nuit, ou de jour par mauvaise visibilité ; leur espacement est de 60 mètres. Ils peuvent être de basse intensité ou de haute intensité.
- **Feux de seuil de piste :** Ils marquent le début de la partie de piste utilisable à l'atterrissage
- **Feux d'extrémité de piste :** Ils délimitent l'extrémité aval de la piste et sont vus de couleur rouge du côté de l'approche et verts de l'autre côté.

Chapitre II: Les Balisages lumineux

■ **Balisages complémentaires :**

- O Balisage haute intensité de l'axe de piste
- O Balisage axial des voies de circulation
- O Feux de zone d'impact sous forme de barrettes de feux blancs encastrés
- O Balisage de l'axe de sortie de piste (feux verts et jaunes alternativement)
- O Sur aérodromes homologués, possibilité d'utiliser des balises portatives.

■ **Feux de voies de circulation et parkings :**

voies de circulation et parkings sont délimités par des feux bleus ou éventuellement par des balises réfléchissantes.

■ **Aides lumineuses à l'approche :**

- O Les lignes d'approche haute et basse intensité utilisées lors des approches IFR
- o Les aides visuelles à l'atterrissage, PAPI, VASI.

■ **Obstacles fixes :**

Les obstacles pouvant présenter un risque pour la circulation aérienne au sol comme en vol sont balisés. Le balisage diurne est réalisé à l'aide de couleurs (blanc et rouge, ou blanc et orange) ou à l'aide de sphères alternativement de couleur blanche et rouge dans le cas de câbles électriques ou de transport..

Le balisage lumineux qui peut être utilisé tant de jour que de nuit est réalisé au moyen de feux d'obstacles Ce sont des feux fixes de couleur rouge d'intensité moyenne. Ils sont placés en général au sommet de l'obstacle ainsi qu'à des niveaux intermédiaires de façon à indiquer le contour général et l'importance de l'obstacle.

Dans certains cas, afin d'assurer une meilleure protection des phares de danger sont installés en plus ou à la place des feux d'obstacles. Ces phares émettent une série d'éclats rouges et sont d'une grande intensité lumineuses.

Les obstacles balisés sont indiqués sur les cartes d'aérodrome (VAC ou IAC) pour ceux situés à proximité d'un aérodrome. Les caractéristiques du balisage de tous les obstacles figurent dans le manuel d'Information Aéronautique (RAC-4).

Chapitre II: Les Balisages lumineux

■ Les obstacles mobiles :

Le balisage lumineux des véhicules évoluant sur l'aire de manœuvre est constitué par des feux d'obstacles à éclats de couleur.

Jaune pour les véhicules de service ;

Rouge pour les véhicules de secours ;

Bleu pour les véhicules de police.

Toutes les balises lumineuses, avec leurs systèmes de montage, d'alimentation et de contrôle sont utilisées afin d'aider visuellement le pilote dans ses opérations d'atterrissage, de taxiway et de décollage, la définition du balisage lumineux d'aérodrome (Airfield Ground Lighting).

La figure I.1 représente les trois principales parties de l'AGL.



Figure 2.8 : (Airfield Ground Lighting) AGL.

Chapitre II: Les Balisages lumineux

La partie visible de l'AGL exige des sources lumineuses composées de tous les feux de la piste d'aérodrome suite à leur système de montage ainsi qu'à la disposition de ces balises toute au long des parties de l'AGL. « Voie de circulation, bord de piste, seuil, approche.....etc. »

S'agissant donc de la piste elle-même, son balisage lumineux minimal est celui dont elle doit être équipée pour permettre son utilisation dans des conditions d'exploitation de vol à vue de nuit. À basse intensité, il comprend :

II.4.1- Balisage de bord de piste:

Constitué par des feux de couleur blanche (rouge face à l'atterrissage en amont d'un seuil décalé) régulièrement espacés de 60 m sur deux alignements implantés à moins de 3,00 m de chacun des deux bords latéraux de la piste.

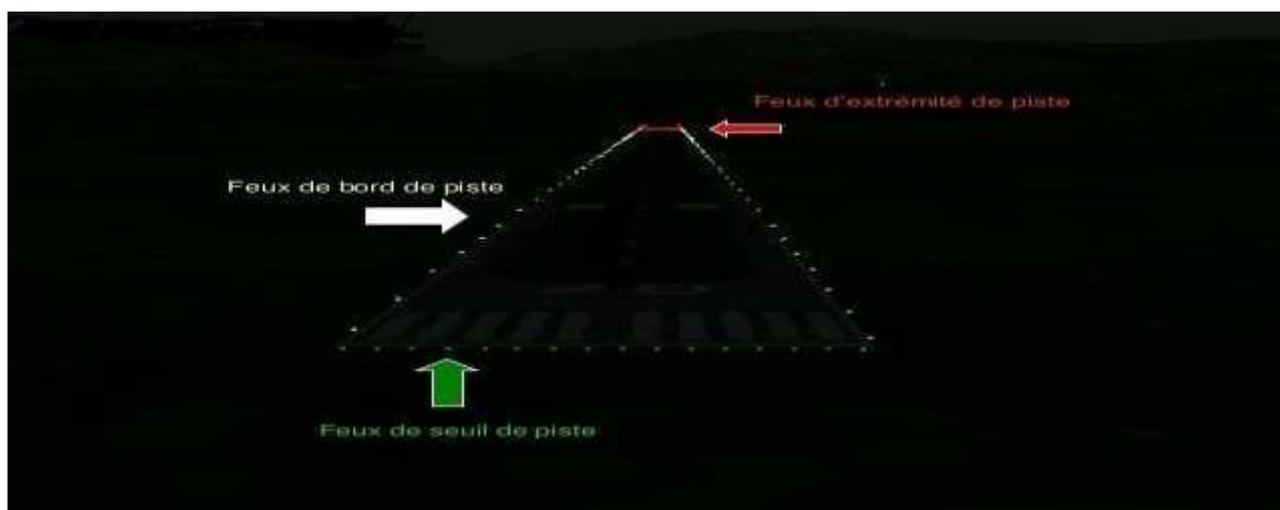


Figure 2.9: Feux (PISTE)

Chapitre II: Les Balisages lumineux

Les 4 éléments principaux en termes de balisage d'aérodromes sont:

- Configuration: Disposition des feux
- Couleur: Couleur des feux ...
- Candelas: Intensité lumineuse.
- Convergence: Zone éclairée.

La figure I.5 représente les différentes configurations de couleurs du balisage.

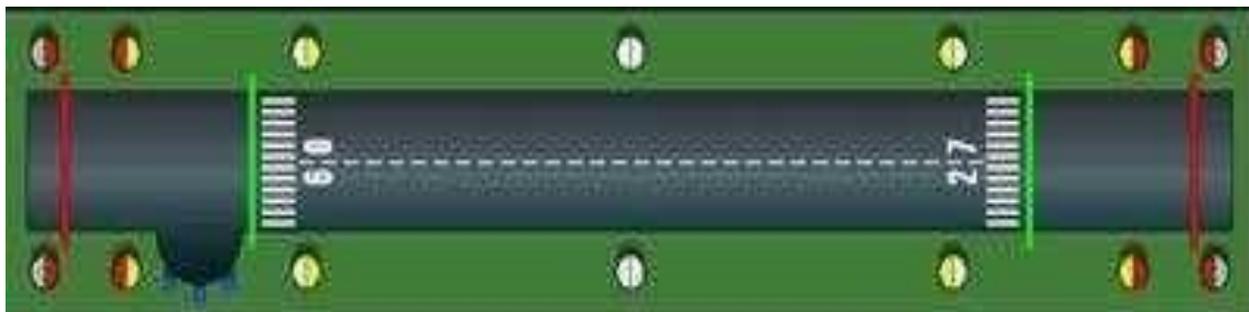


Figure 2.10 : Les couleurs des feux du balisage.

II.4.1.1- Configuration

- Balisage: combinaison de feux donnent une image au pilote
- Toujours considérer les plus mauvaises conditions météo (limitation de la partie visible des aides disponibles) par beau temps, il ne faut pas grand-chose.
- Bien respecter les configurations standards ou les normes en vigueur et dévier le moins possible de la configuration idéale.
- Toutes les aides visuelles sont vues par le pilote sous un angle très faible (environ 3°).
- Les différents feux sont perçus comme des lignes continues. L'emplacement des feux le long de ces lignes doit être très précis ($\leq \pm 6$ mm).

II.4.1.2- Types de balises lumineuses par couleur:

Dans un AGL il est très recommandé de respecter les codes des couleurs attribués à chaque feu du balisage lumineux au niveau des aérodromes, sont répartis comme suit:

Chapitre II: Les Balisages lumineux

BLANC

- * APPROCHE
- * PAPI
- * TDZ
- * BORD DE PISTE
- * AXE DE PISTE
- * OBSTACLE

VERT

- * SEUIL
- * AXE DE VOIE DE CIRCULATION

ROUGE

- * APPROCHE
- * FIN DE PISTE
- * AXE DE PISTE
- * BORD DE PISTE (PROLONGEMENT D'ARRÊT/DEGAGE)
- * OBSTACLE DE CLARANCE

JAUNE

- * BORD DE PISTE (DERNIERS 600M)
- * PROTECTION PISTE
- * RETIL(RAPID EXIT TAXIWAY INDICATOR LIGHTS)

BLEU

- * BORD DE VOIE DE CIRCULATION

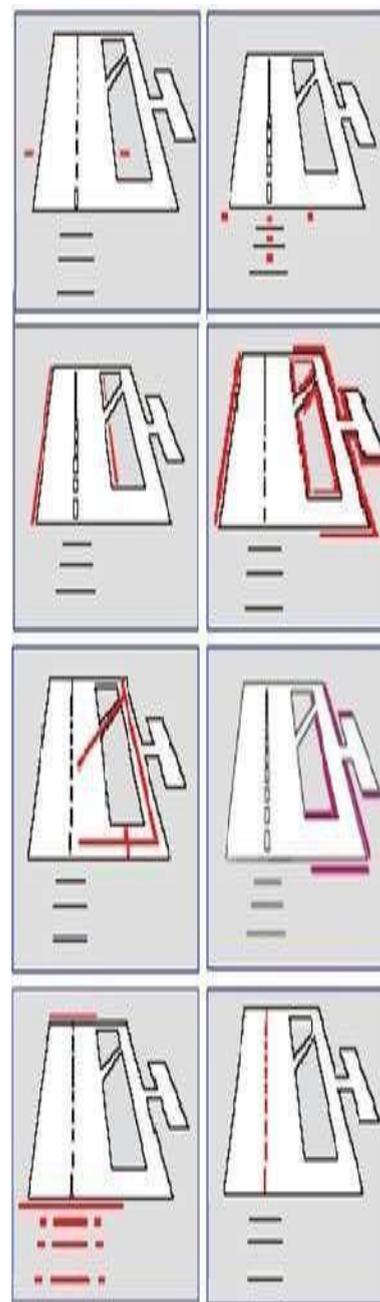


Figure 2.11: L'attribution des couleurs du balisage

Chapitre II: Les Balisages lumineux

L'OACI nous recommande deux types de feux et trois sources lumineuses :

- Encastré (pour tout endroit où un aéroplane est susceptible de rouler dessus).
- Elevé (pour toute autre location). Trois types de source lumineuse:
 - Incandescente (max 500h @ intensité max)
 - Halogène (max 1500h @ I max)
 - LED (max 100,000h @ I max) [4]

II.4.1.3- Feux Encastrés

Il existe trois types de feux qui sont :

- Unidirectionnels,
- Bidirectionnel ou Omnidirectionnel

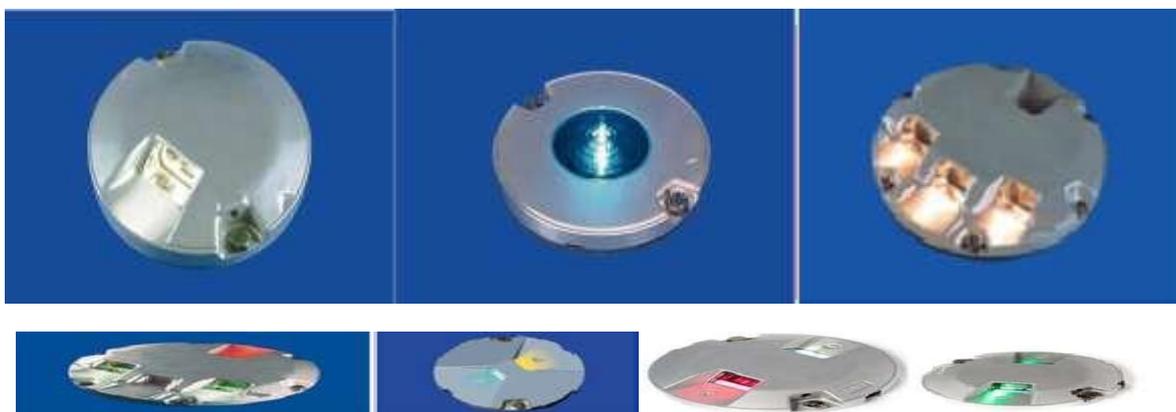


Figure 2.12: types de feux encastrés

II.4.1.4:- Feux Elevés

- 3 types: Unidirectionnels Bidirectionnels ou Omnidirectionnels



Figure 2.13: types de feux Elevés

II.4.2- balisage d'extrémité de piste:

Comprenant six feux directionnels de couleur rouge disposés perpendiculairement à l'axe de la piste à une distance de 3 m au plus au-delà de l'extrémité opposée au seuil d'atterrissage.(voir Figure I.4)

II.4.3- balisage de seuil de piste:

Comprenant six feux directionnels de couleur verte qui, en l'absence de décalage de seuil, se confondent avec les feux d'extrémité correspondant à l'utilisation de la piste dans le sens opposé.

Dans le cas d'un seuil décalé, ce balisage de seuil doit ou bien être composé de feux encastrés ou bien se voir substitué deux barres de flanc composées chacune de 5 feux répartis perpendiculairement à l'axe de la piste sur au moins 10 m au-delà du bord de piste.

II.4.3.1- Seuil décalé (extrémité / seuil)

La figure I.8 représente le balisage lumineux du seuil décalé

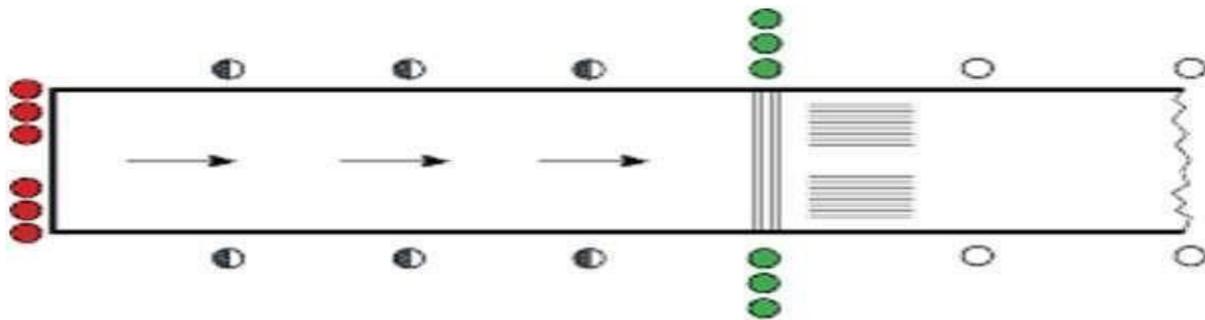


Figure 2.14: Balisage lumineux du seuil décalé

II.4.4 - Balisage d'axe de piste :

Constitué par des feux directionnels espacés de 7,5 m, 15 m ou 30 m (ce dernier intervalle n'étant acceptable que pour la catégorie II). Disposés depuis le seuil jusqu'à l'extrémité opposée, ces feux sont de couleur blanche jusqu'à un point situé à 900 m.

II.4.5 - Balisage des zones de toucher de roues:

Constitué par des barrettes de trois feux de couleur blanche, barrettes disposées tous les 30 m (ou 60 m) symétriquement par rapport à l'axe de la piste depuis le seuil et jusqu'à 900 m de celui-ci.

II.4.6 - Régler l'Annexe 14 de l'OACI :

- « Feu aéronautique à la surface »: feu, autre qu'un feu de bord, spécialement prévu comme aide de navigation aérienne.

- Balise: Objet disposé au-dessus du niveau du sol pour indiquer un obstacle ou une limite

Toutes les balises lumineuses, avec leur systèmes de montage, d'alimentation et de contrôle utilisées afin d'aider visuellement le pilote dans ses opérations d'atterrissage, de taxiway et de décollage.

Fait partie des aides visuelles (avec le marquage du sol)

Basé sur la perception visuelle: grande influence des conditions climatiques et du stade de la journée (nuit, jour, crépuscule)

En parallèle et en harmonisation avec les aides radio (VOR-DME, ILS, PAR).

Conception et ingénierie développées dans le but de rencontrer les besoins de l'aérodrome, les normes internationales et en tenant compte des futures exigences opérationnelles (e.a la maintenance).

Equipement de la meilleure qualité et de dernière génération technologique, ne choisir que du matériel certifié par des laboratoires indépendants

L'installation et la mise en opération doivent être réalisées en accord avec les normes, les bonnes pratiques de cette industries, et les recommandations du fabricant.

Une maintenance de première qualité est un must.

Les performances de l'équipement AGL ont un impact direct sur la sécurité des avions. Le personnel travaillant avec et sur ces équipements doit être compétant, habilité et qualifié. Leurs connaissances doivent être continuellement rafraichies et mises à jours.

II.4.7-L'approche

L'angle correcte de descente est de 3° , cela signifie que le point de toucher de roues idéal est de 300m du seuil qui sépare la zone de toucher de roues d'une distance de 900m.

La figure I.10 représente les feux d'approche



Figure 2.15 feux de L'Approche

L'approche de précision de catégorie I n'appelle que deux modifications à ce qui précède. La première est que le balisage basse intensité soit remplacé par un balisage haute intensité. La seconde concerne le balisage de seuil de piste dont le nombre de feux de couleur verte doit être accru jusqu'à correspondre à un espacement uniforme de 3 m entre les deux lignes de feux de bord de piste.

Pour une approche de précision de catégorie II ou de catégorie III, le balisage de piste requis pour l'approche de catégorie I doit être complété par :

II.4.8 - Les voies de circulations (TAXIWAY)



Figure 2.16: faux TAXIWAY

Les différentes voies de circulations sont représentées par la figure

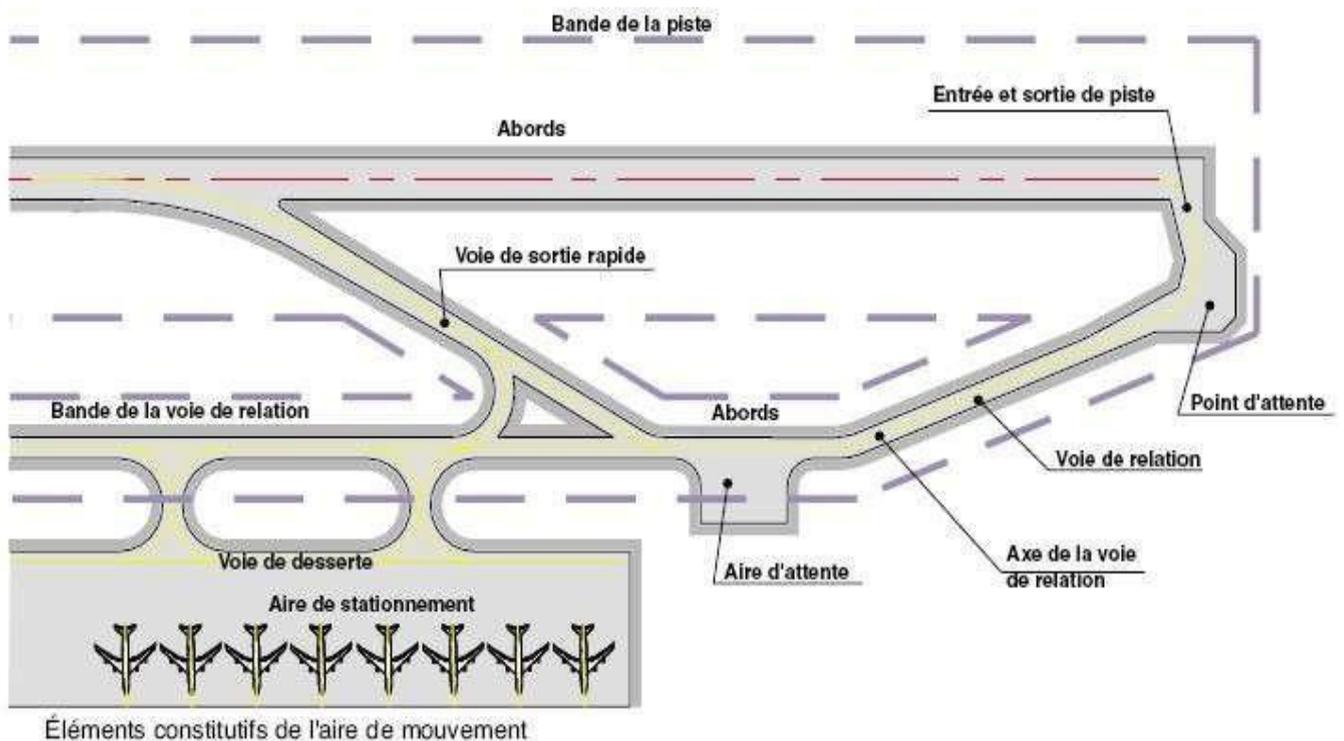


Figure 2.17: TAXIWAY

II.4.8.1- Feux de voie de circulation: TAXIWAY



Figure 2.18: feux « TAXIWAY »

- Bord - bleu / axe – vert
- Barre d'arrêt – rouge
- Axe de sortie normales et rapide de piste – vert/jaune.
- Protection de piste – jaune
- Panneau: - emplacement - jaune sur noir
- direction - noir sur jaune
- Obligation - blanc sur rouge

II.4.8.2-Les aires de stationnements:

- La figure I.8 représente les aires de stationnements qui se trouvent dans un aerodrome.



Figure 2.19: Aires de stationnements.

II.4.9 - Runway Visual Range (Repérage visuel Routier) RVR:

Le RVR est la distance jusqu'à laquelle le pilote d'un aéronef placé sur l'axe de la piste peut voir les marques ou les feux qui délimitent la piste ou qui balisent son axe, il détermine la catégorie sous laquelle il faut opérer ou fermer la piste (QFU).

Il est déterminé en fonction de:

- L'intensité des feux de bord de piste et axiaux de piste.
- La transmissivité atmosphérique
- La luminance de fond. [6]

L'instrument utilisé le plus couramment pour déterminer le RVR est le transmissomètre.



Figure 2.20: RVR

II.4.10 -Papi :

Le PAPI (Precision Approach Path Indicator, ou indicateur de pente d'approche) est un instrument aidant à effectuer une approche correcte (dans le plan vertical) sur un aérodrome ou un aéroport. Il est situé sur le côté de la piste, environ 300 mètres après le début de celle-ci.

Chapitre II: Les Balisages lumineux



Figure 2.21: PAPI AERONAUTIQUE EN SERVICE.



Figure 2.22: MODELE DE PAPI

Le PAPI est composé la plupart du temps de quatre lampes en ligne. Lorsque l'angle d'approche est correct, il y a deux lampes de couleur rouge, et deux blanches. Quand l'avion est trop bas, toutes les lampes paraissent rouges, et quand il est trop haut, elles paraissent blanches.

Chapitre II: Les Balisages lumineux

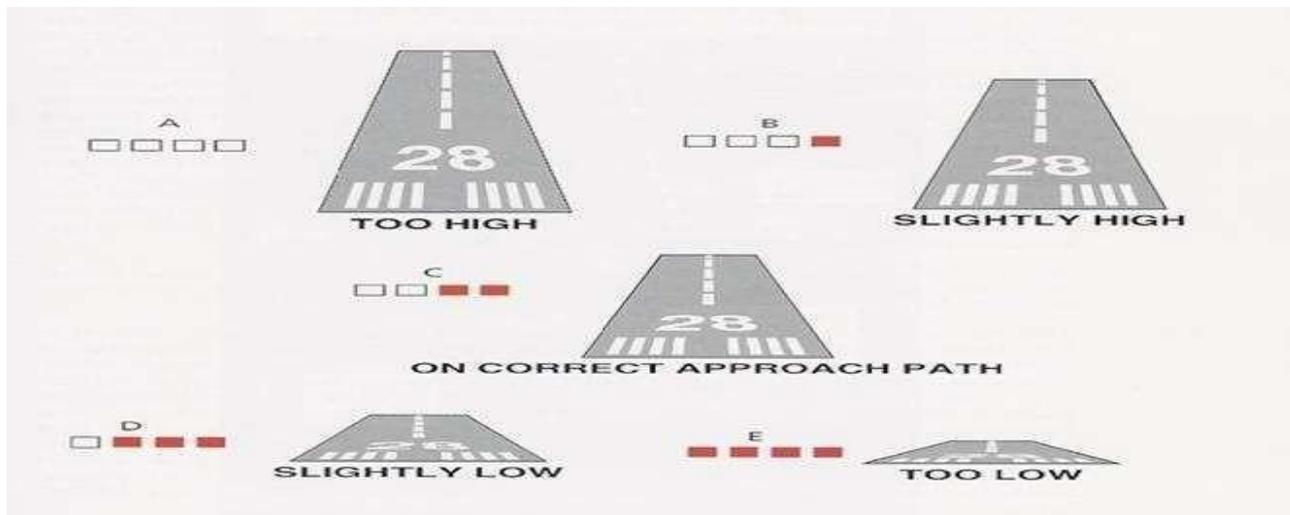


Figure 2.23: Fonctionnement du PAPI - Approche correcte « 3° »

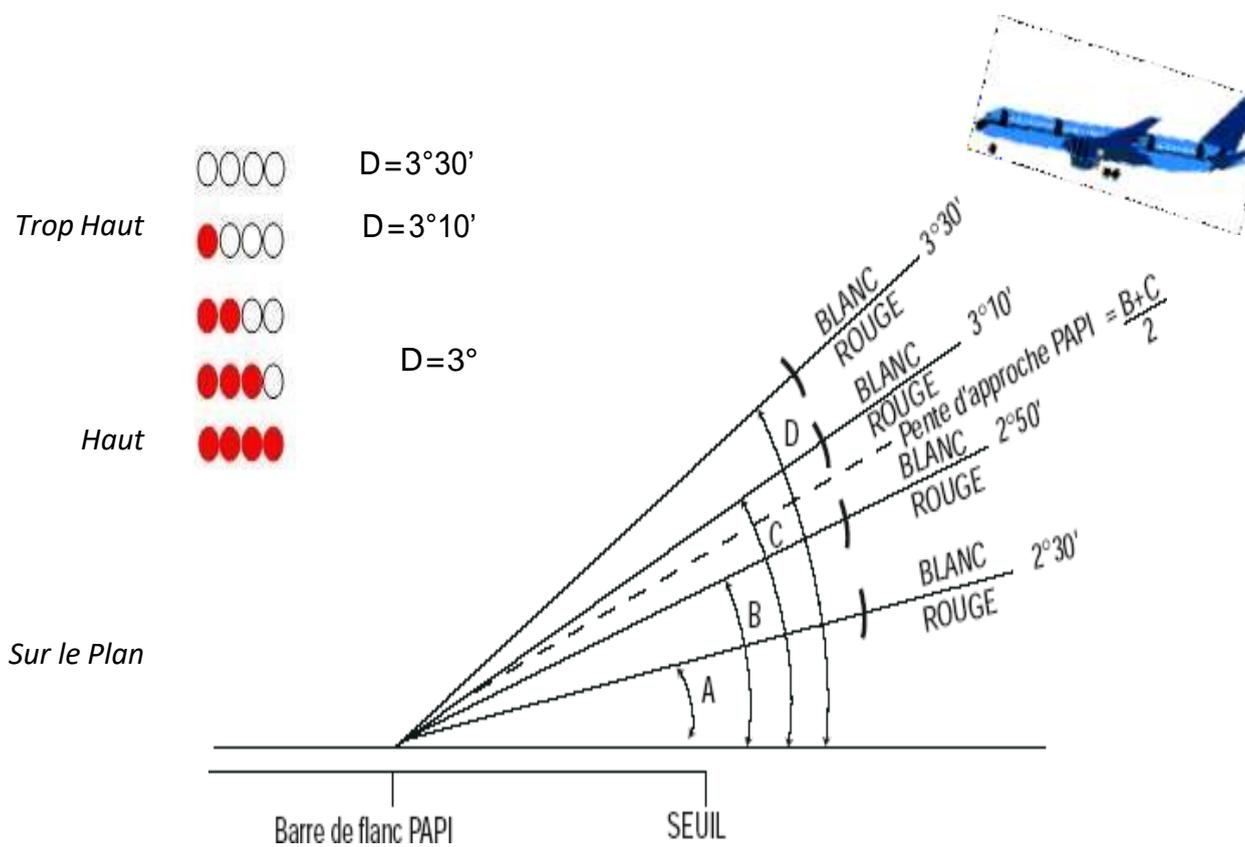


Figure 2.24: Angle correcte transmis par le PAPI.

II.4.11 - Feux de parking:

Éclairage L'éclairage décrit la densité du flux lumineux en un point d'une surface. Il diminue avec le carré de la distance. Vous trouverez des indications sur les valeurs d'éclairage dans les normes correspondantes.



Figure 2.25: Pylône électrique.

- La lumière pour les fonctions visuelles
- éclairage conforme aux normes de la zone de travail
- confortable et sans éblouissement.....ext.

II.4.12 - Manche à vent:

La manche à air, parfois appelée la manche à vent, est un dispositif dont la forme



permet d'indiquer non seulement la direction du vent avec une estimation de sa vitesse

Figure 2.26: Manche à air.

La manche à air est constituée d'un mât auquel est attaché un manchon conique en tissu, resserré à son extrémité¹. Ce manchon comporte cinq anneaux alternant trois rouges et deux blancs. L'air entre par le gros bout du manchon, celui près du mât, et est soulevé dans la direction opposée à celle d'où vient le vent. Chacune des bandes de couleur, lorsque gonflée par le vent, correspond à environ 5 nœuds (environ 9 km/h) ; le manchon est donc à l'horizontale lorsque le vent souffle à plus de 25 nœuds (environ 45 km/h). Cela donne une estimation relativement précise de la direction et de la vitesse du vent jusqu'à cette force.

Chapitre II: Les Balisages lumineux

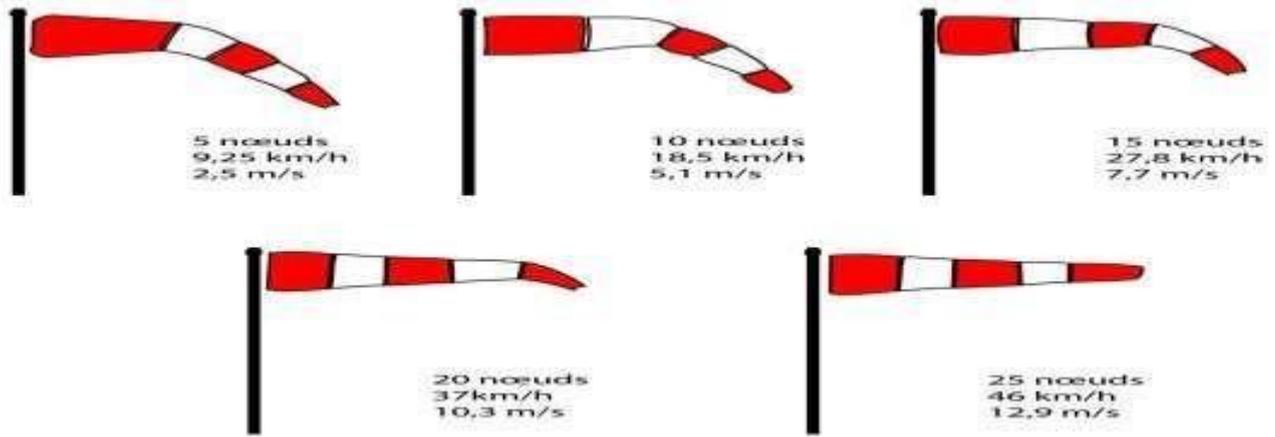


Figure 2.27: fonctionnement Manche à vent

II.4.13 - Les obstacles

Tout obstacle à la navigation aérienne doit être balisé. Sur le plan international, l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale- annexe 14, chapitre 6) et la FAA (Federal Aviation Administration -USA) définissent les caractéristiques des feux de balisage et leurs règles d'installation.



Figure 2.28: différents types de lampes obstacles.

II.5-Aides radioélectrique ILS, VOR, DME:

II.5.1-Instrument Landing System (ILS):

Ce système permet de localiser le plan vertical et aussi de guider le plan de descente.

La figure I.10 représente l'ILS



Figure 2.29: Instrument Landing System

II.5.2-VHF Omnidirectionnel Range (VOR):

Il permet d'indiquer:

- le Cap à suivre;
- DME (Distance Measurement Equipment);



Figure 2.30: VOR.

II.6- ICAO (International Civil Aviation Organisation):

II.6.1-Historique de l'OACI: (Organisation de l'aviation civile internationale)

- OACI créée en 1944 à Chicago
- Regroupe les agences de l'Aviation Civile Nationale du monde entier
- Nécessité d'uniformiser l'aviation à cause de la mondialisation et l'évolution de l'aviation civile après la 2ème GM
- Météorologie, aéroports, équipements électroniques, aéronefs, navigation, utilisation de l'espace aérien,...
- QG à Montréal, Canada.

II.6.2- Présentation de l'E.N.N.A :

ENNA: L'Établissement National de la Navigation Aérienne

- L'entreprise Nationale de l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (E.N.E.M.A) est Créée le 26/12/1968.
- En 07/05/1983 la dénomination de l'E.N.E.M.A a été remplacée par l'Entreprise Nationale d'Exploitation et de la Sécurité Aéronautique E.N.E.S.A .
- Le 18/05/1991. L'Entreprise Nationale d'Exploitation et de la Sécurité Aéronautique E.N.E.S.A est transformée dans sa nature juridique en Établissement public à caractère industriel et commercial doté de l'autonomie financière dénommée <<Établissement National de la Navigation Aérienne>> abréviation E.N.N.A, le siège de cet établissement se situe à Alger .1, avenue de l'indépendance. Cet établissement est placé sous la tutelle du ministère de transport.

II.6.3-Les missions de l'E.N.N.A:

Les missions de l'E.N.N.A. ont pour objectifs et tâches principaux d'assurer :

- Le contrôle de la circulation aérienne.
- L'information aéronautique en vol et au sol et la diffusion des informations météorologiques nécessaires à la navigation aérienne.
- L'organisme gère le domaine aéronautique qui est constitué de l'espace aérien, les terrains, bâtiments et installations nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

Chapitre II: Les Balisages lumineux

- Il contribue à l'effort de développement en matière de recherche appliquée dans les techniques de la navigation aérienne.
- Au plan international, l'établissement assure l'émission, la diffusion et la retransmission des messages d'intérêt aéronautique et météorologique.

II.6.4-L'organisation de l'ENNA :

- L'Établissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A) est composé d'une Direction générale (D.G) , et de cinq directions secondaire:
- Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (D.E.N.A).
- Direction Technique de la Navigation Aérienne (D.T.N.A).
- Direction de Développement de la Navigation Aérienne (D.D.N.A).
- Direction des ressources des Finances et de la Comptabilité (D.R.F.C).
- Direction juridique des ressources Humaines et Moyen (D.J.R.H).

II.7-Conclusion:

Balisage lumineux d'aérodrome, aidant le pilote et tout autre appareil qui peut survoler, il doit passer par deux étapes adopter un très importantes sont le décollage et l'atterrissage, donc il à mis en place des balises lumineuses au niveau de la piste d'avion afin d'orienter le pilote pendant toute les manœuvres effectuer sur piste.

Chapitre III

Mise en œuvre des Balisages Lumineux

1. INTRODUCTION

Ce document s'attache à concevoir le balisage lumineux et de définir les objectifs de niveau de performance de l'entretien du balisage lumineux par la description des inspections et actions d'entretien courant et révisions.

Il convient de préciser que les spécifications du présent document ont pour objet de définir les objectifs de niveau de performance de l'entretien et pas de définir si un dispositif lumineux est opérationnellement hors service. Ce niveau de performance est évalué par des objectifs qualitatifs concernant principalement le maintien des caractéristiques des éléments par des actions de maintenance et des vérifications, d'une part, et des objectifs quantitatifs relatifs aux pourcentages de feux de balisage en service qui dépendent de la catégorie d'exploitation, d'autre part.

2. CONCEPTION DU BALISAGE LUMINEUX

2.1. Conception du balisage lumineux

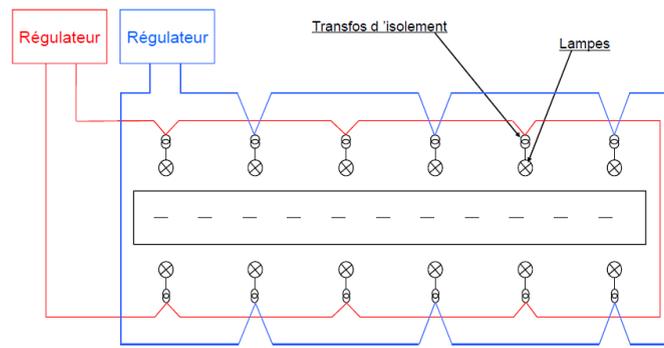
2.1.1. Démarche à suivre

- Déterminer la catégorie d'approche et de décollage
- Déterminer en fonction les RVR associées
- Définir les fonctions de balisage adaptées
- Définir le nombre de feux (feux panneaux, indicateur de direction du vent, ...) à installer par fonction
- Définir le nombre et la longueur des boucles qui chemineront le long de la piste
- Déterminer le nombre et la puissance des régulateurs
- Définir le réseau fourreau et les emplacements des regards (chambres de tirage)
- Définir les emplacements des régulateurs dans la centrale
- Etudier la centrale électrique de l'aéroport ou prévoir la réfection si nécessaire ou son adaptation
- Calcul des besoins en puissance par entité :
 - o Balisage
 - o Navigation aérienne : Tour, Aides à la navigation sur piste
 - o Service de sauvetage et lutte contre l'incendie
 - o Installations commerciales : aérogare, ...
 - o Autres
- Estimation du budget
- Mise en oeuvre

2.1.3. Principe technique d'une fonction balisage pour assurer la sécurité

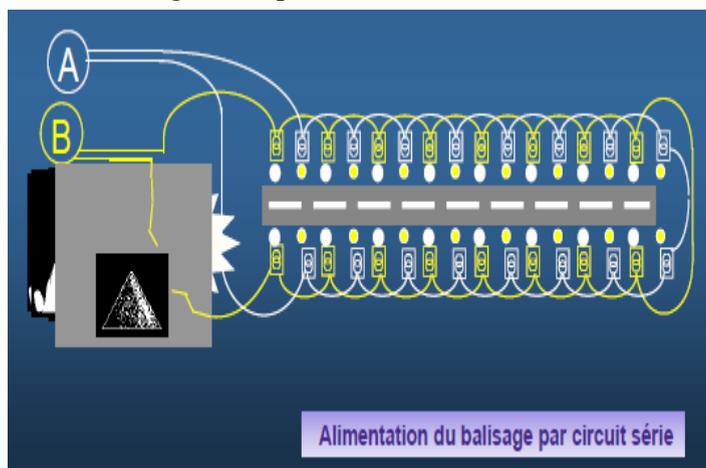
La conception d'une fonction balisage pour assurer la sécurité doit tenir compte de :

- un enchevêtrement obligatoire ;
- Balisage en série
- Alimentation par régulateur à courant constant
- Transformateur pour alimentation feu
- Variation de brillance.



Avantage du bouclage enchevêtré

2 ou 3 sources d'alimentation de balisage de la piste :



La fiabilité est assurée en répartissant les feux d'une même fonction sur plusieurs boucles enchevêtrées

Dispositifs lumineux nécessitant d'être alimentés à partir d'au moins 2 boucles de balisage :

- Dispositifs lumineux d'approche (sauf pour les lignes d'approche simplifiées) ;
- Feux de bord de piste ;
- Feux de seuil de piste ;
- Feux d'extrémité de piste ;
- Feux d'axe de piste ;
- Feux de zone de toucher des roues
- Voie de circulation essentielle et barre d'arrêt

2.2. Intensité lumineuse – Photométrie

2.2.1. Spécificités auxquelles doivent répondre les feux pour assurer la sécurité

- Frangibilité des feux : RAM 8.01, Volume I, 5.3.1.4 à 5.3.1.7.
- Caractéristiques des feux
 - o Couleur des feux RAM 8.01, Volume I, appendice 1 ;
 - o Photométrie et ouvertures des faisceaux RAM 8.01, Volume I, appendice 2
- Positionnement des feux : RAM 8.01, volume I, Chapitre 5 ;
- L'intensité lumineuse des feux doit être suffisante et en rapport avec les conditions de visibilité et de luminosité ambiante.
- Pour les pistes équipés de feux de type haute intensité lumineuse doivent être possibles (4 à 5 niveaux de brillance).
- Les fonctions de balisage suivantes doivent pouvoir fonctionner avec des rapports d'intensités lumineuses compatibles :
 - o Dispositif d'approche
 - o Feux de bord de piste
 - o Feux de seuil de piste
 - o Feux de zone de toucher de roues ;
 - o Feux d'axe de piste ;
 - o Feux de voies de circulation et barre d'arrêt .

(PAPI) Precision

Approach Path Indicator



1. Introduction

L'indicateur visuel de pente d'approche est conçu pour fournir des indications visuelles quant à la pente d'approche à suivre. Ce dispositif est installé sur des aéroports qui présentent des caractéristiques physiques extrêmement diverses et est destiné à être utilisé par tous les types d'avions, quelle que soit leur taille.

L'implantation de ce dispositif doit être calculée de sorte à garantir à l'avion en approche une marge de franchissement suffisante au-dessus de tous les obstacles, ainsi qu'une marge de franchissement du seuil.



2. Réglementation internationale

- Règlement UE No 139/2014 du 12 février 2014 établissant des exigences et des procédures administratives relatives aux aéroports conformément au règlement (CE) no 216/2008 du Parlement européen et du Conseil.
- Décision de l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne n° 2015/001/R of the executive director of the agency of 29 January 2015 amending Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design (CS-ADR-DSN).

3. Principe du PAPI

Le PAPI est destiné à indiquer au pilote sa position par rapport à la pente d'approche qu'il doit suivre lors de la phase d'atterrissage.

3.1. Principe général de fonctionnement

Le dispositif PAPI est constitué d'une barre de quatre unités lumineuses alignées perpendiculairement à l'axe de piste et également espacées. Il est installé sur le côté gauche de la piste, à moins que cette disposition ne soit physiquement impossible.

L'installation d'un PAPI peut être schématisée comme ci-dessous :

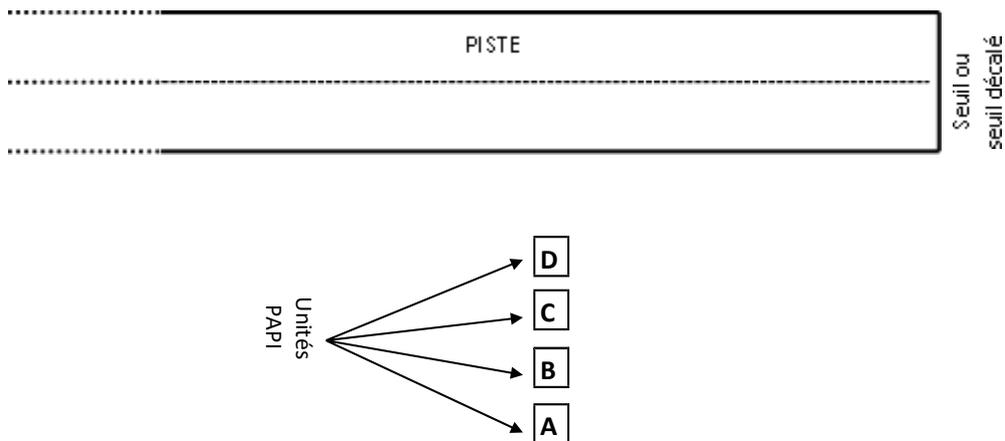


Figure 3.1 Schéma Principe du PAPI

Chaque unité lumineuse émet dans la direction de l'approche, un faisceau lumineux blanc dans sa partie supérieure et rouge dans sa partie inférieure comme le montrent les schémas ci-dessous :

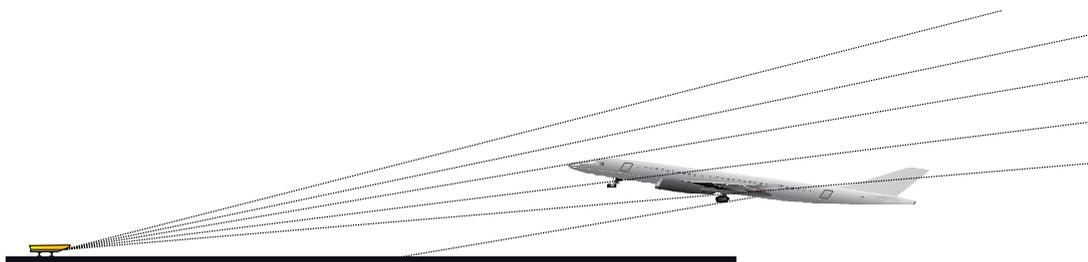


Figure 3.2 Schéma Principe général de fonctionnement du PAPI

Chapitre III: Mise en œuvre des Balisages lumineux

Le pilote en approche, voit l'indication donnée par le PAPI comme indiqué dans les schémas suivants :



Vision des 4 unités du PAPI en lumière blanche :

L'avion est situé **bien au-dessus** de la pente d'approche nominale



Vision de 3 unités du PAPI en lumière blanche et de la dernière unité en lumière rouge :

L'avion est situé un **peu au-dessus** de la pente d'approche nominale



Vision de 2 unités du PAPI en lumière blanche et des 2 autres unités en lumière rouge :

L'avion **suit la pente d'approche nominale**

Figure 3.3 l'indication donnée par le PAPI



3.2 Définition de la pente d'approche donnée par le PAPI :

Chaque unité lumineuse reçoit un calage en site qui lui est propre. L'unité lumineuse la plus proche du bord de piste, conventionnellement notée D, reçoit l'angle de calage le plus élevé.

L'angle de calage des unités suivantes est obtenu en retranchant successivement 20 minutes d'angle à l'angle de calage de l'unité précédente.

La réglementation permet aussi d'avoir pour le PAPI un secteur "sur la pente" de 30 minutes d'angle. Dans ce cas l'angle de calage de l'unité B est obtenu en retranchant 30 minutes d'angle à l'angle de calage de l'unité C.

Le plan nominal de descente du PAPI est défini entre les plans des unités B et C, à égale distance de ces 2 plans. Le pilote évolue donc entre les transitions des unités B et C pour suivre la pente nominale.

Les angles des plans indiqués par les unités B et C étant séparés de 20' le plan nominal est donc à $\pm 10'$ des angles de ces plans.

Dans le cas où le secteur "sur la pente" retenu est de 30' les angles des plans indiqués par les unités B et C sont séparés de 30' et le plan nominal est donc à $\pm 15'$ des angles de ces plans.

L'unité A recevant l'angle de calage le plus bas (θ_A) et le calage des unités suivantes étant obtenu en ajoutant successivement 20 minutes d'angle à l'angle de calage de l'unité précédente :

- $\theta_B = \theta_A + 20'$
- $\theta_C = \theta_B + 20'$ ($\theta_C = \theta_B + 30'$ si le secteur "sur la pente" est de 30 minutes d'angle)
- $\theta_D = \theta_C + 20'$

Le schéma suivant illustre les informations qui précèdent :

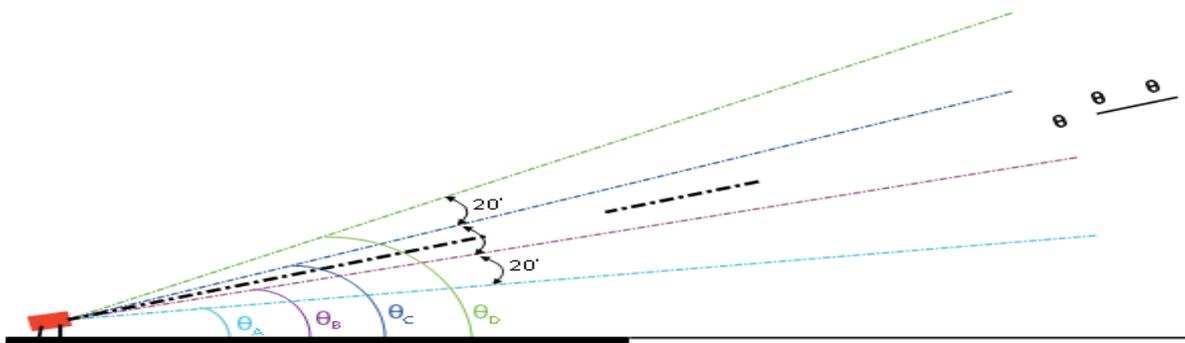


Figure 3.4 Schéma la pente d'approche donnée par le PAPI

4. Méthodologie d'implantation d'un PAPI

Le calage de la pente du PAPI et sa distance d'implantation par rapport au seuil sont calculés pour garantir à l'avion de référence choisi :

- une marge de franchissement suffisante au-dessus de tous les obstacles (MFO);
- une marge de franchissement du seuil (MFS).

Ci-dessous le logigramme résumant la méthodologie à suivre pour définir l'implantation d'un PAPI (les numéros indiqués correspondent aux paragraphes du guide évoquant les thèmes cités) :

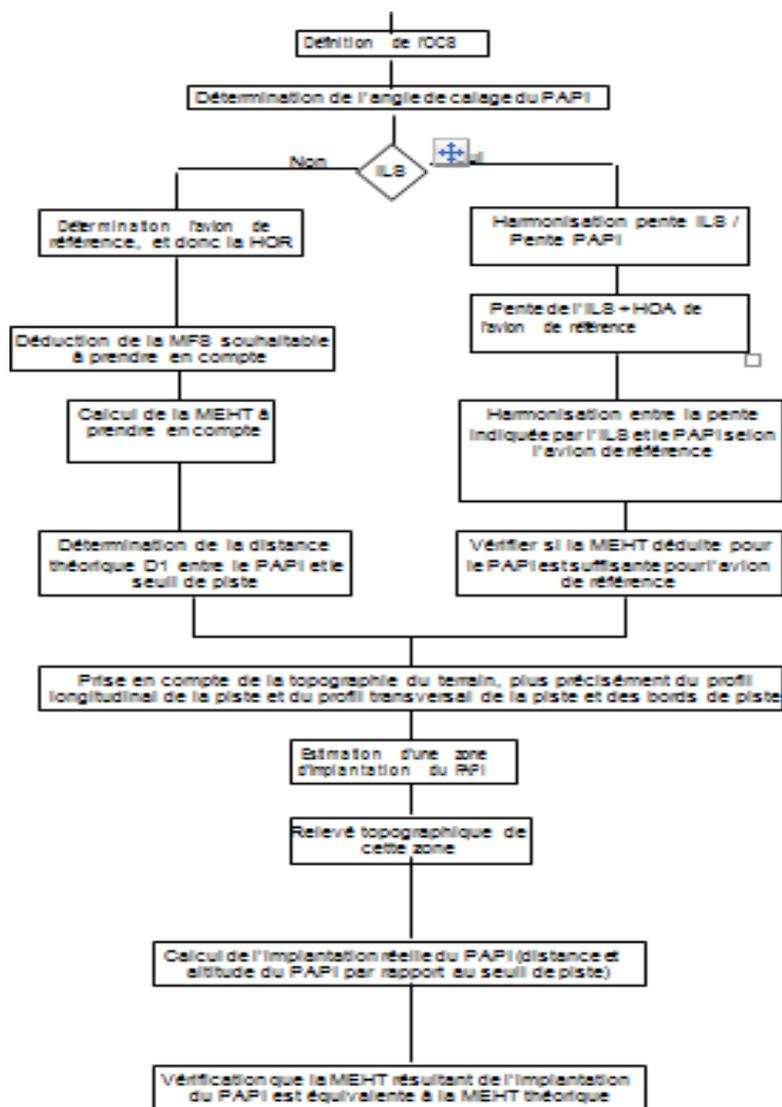
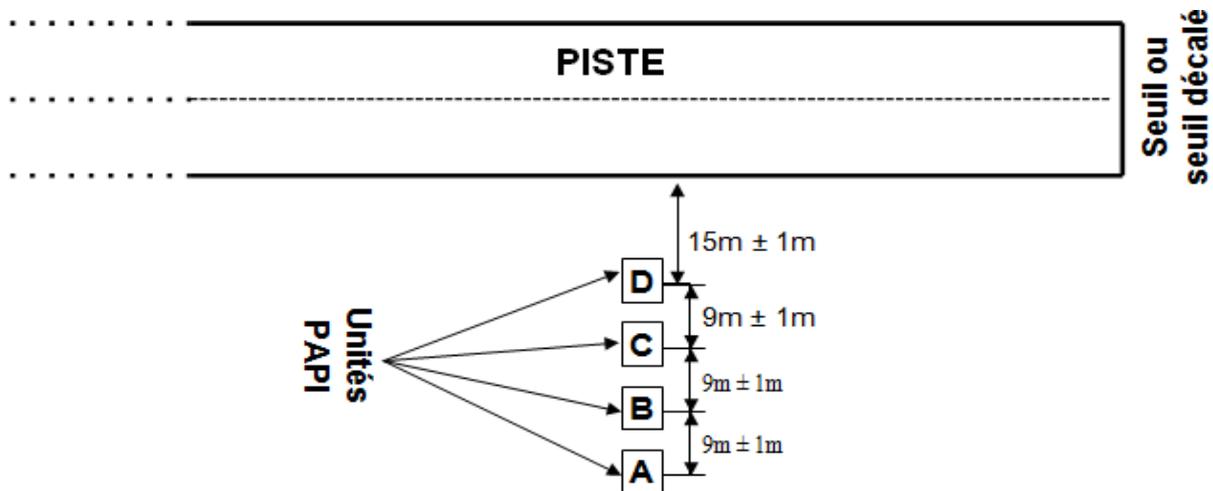


Figure 3.5 Schéma méthodologie d'implantation d'un PAPI

5. Installation d'un PAPI

5.1. Paramètres d'implantation du PAPI par rapport au bord de la piste :

D'après l'instruction relative à l'implantation et à l'installation des PAPI sur les aérodromes, et sauf cas particuliers, les distances des unités PAPI par rapport au bord de la piste doivent être conformes au schéma ci-dessous :



Cas particuliers :

Comme vu précédemment, il est possible de rapprocher entre elles les unités du PAPI seulement s'il est nécessaire de réduire la profondeur de l'OCS pour éviter de devoir prendre en compte un obstacle trop contraignant. Pour la même raison les unités lumineuses pourront être calées en azimuth avec un angle de 5° maximum par rapport à l'axe de la piste.

5.2. Tolérances d'alignement des unités PAPI :

Les 4 unités PAPI pourront être installées sur une pente transversale moyenne comprise entre -1,25 et +1,25 uniformément répartie le long des ensembles. Une pente est ici considérée comme positive si elle est montante par rapport au bord de piste et est considérée comme négative dans le cas contraire.

Les parties avant des unités lumineuses sont positionnées sur une même horizontale avec des ajustements de $\pm 2,5$ cm sur l'ensemble des unités.

➤ Ci-dessous un schéma reprenant ces indications (exemple pour une pente transversale montante) :

Chapitre III: Mise en œuvre des Balisages lumineux

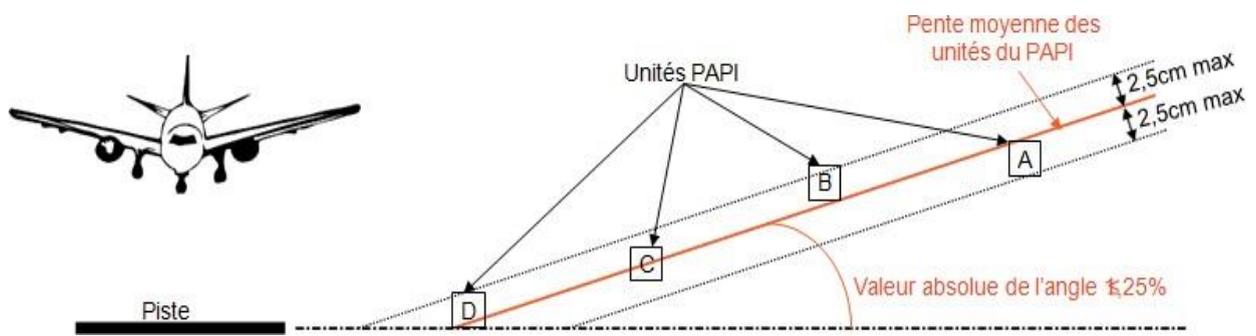


Photo d'un PAPI installé sur un sol en pente. Pour compenser la pente et afin que les unités soient positionnées selon les tolérances décrites ci-dessus, chaque unité du PAPI est positionnée à une hauteur différente.

Chapitre III: Mise en œuvre des Balisages lumineux

De même les unités lumineuses (l'avant des unités) sont alignées sur une même perpendiculaire à l'axe de piste avec des ajustements de ± 5 cm entre elles (cf schéma ci-dessous).

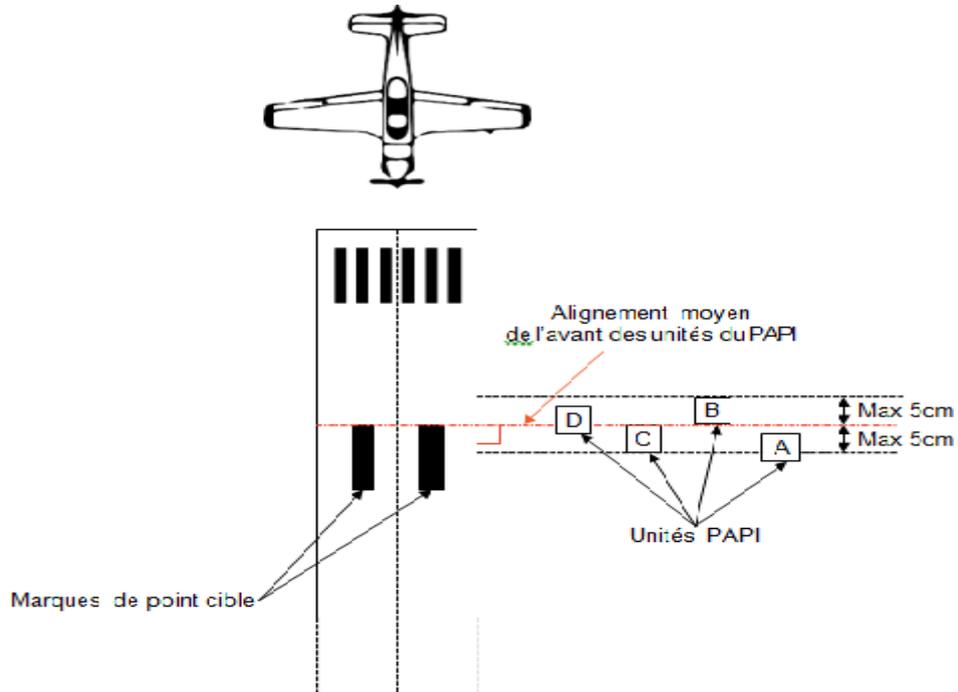


Figure 3.6 Schéma des unités PAPI



Enfin, afin d'assurer une perception optimale du signal du PAPI par les pilotes, les unités lumineuses sont calées en azimuth parallèlement à l'axe de piste avec une tolérance de $\pm 1^\circ$, soit $\pm 1,75$ cf schéma ci-dessous).

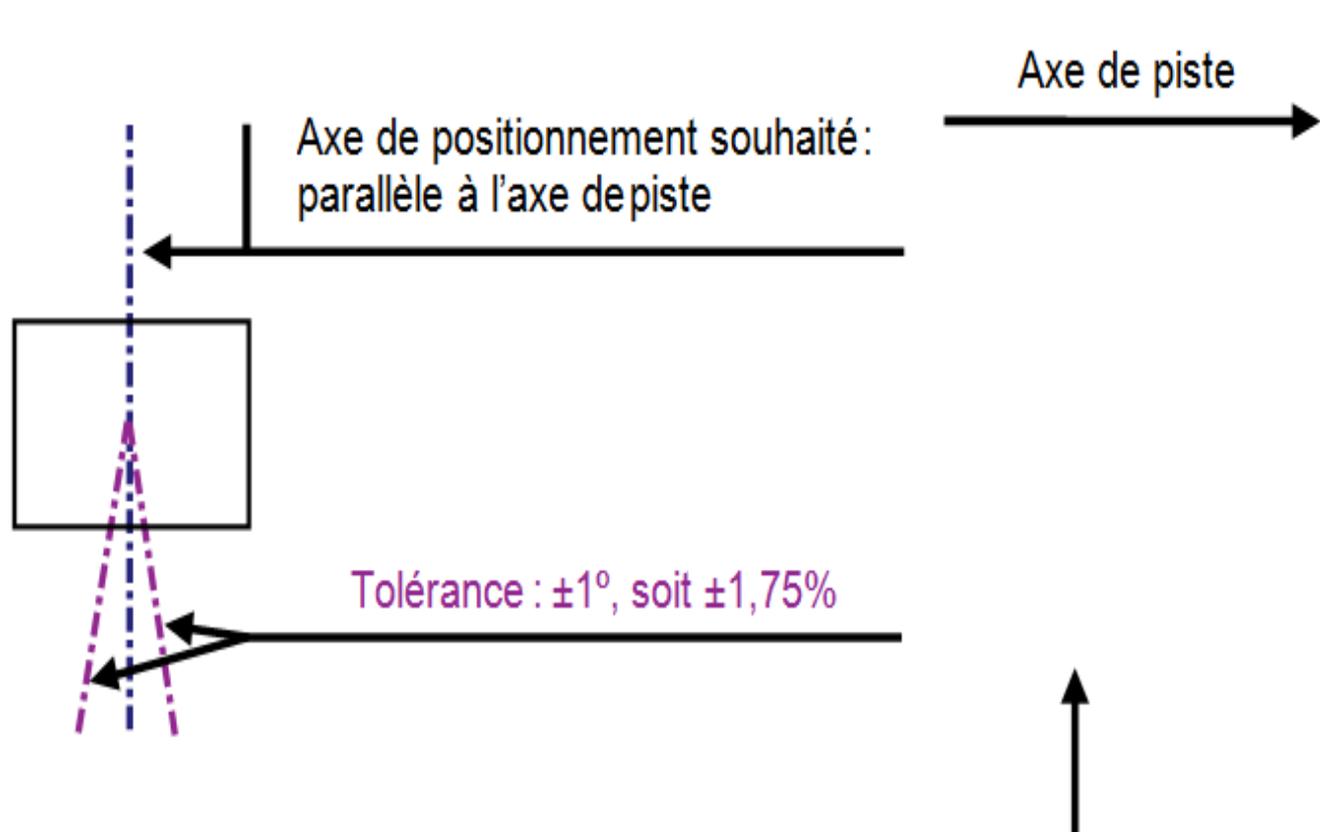


Figure 3.7 Schéma tolérances d'alignement des unités PAPI

Conclusion :

Une fois l'implantation théorique du PAPI définie pour obtenir l'harmonisation du signal du glide avec l'information donnée par le PAPI, il faut déterminer l'implantation réelle du PAPI pour obtenir cette harmonisation.

Pour ce faire il faut tenir compte du profil transversal de la piste et des accotements et des différences d'altitude entre les différentes positions déterminées (Calcul de l'implantation réelle du PAPI).

Chapitre IV

Contrôle et télémaintenance



Introduction

La maintenance des installations de balisage s'inscrit dans l'objectif du maintien en conditions opérationnelles des infrastructures des aires de mouvement aéroportuaires. Elle recouvre l'ensemble des mesures qui permettent de maintenir ou de rétablir l'état fonctionnel des équipements, d'en évaluer la conformité aux référentiels réglementaires applicables et globalement de réduire les risques de défaillances d'exploitation.

Ses principaux éléments peuvent se décliner en :

- * inspections ;
- * entretien courant et révisions ;
- * réparations.

Dans tous les cas, la maintenance devra établir :

- * un schéma organisationnel qui la situe dans la structure générale de l'aéroport, qui définit les rôles et responsabilités des intervenants et décrit les moyens humains et matériels ;
- * des procédures et consignes pour définir les interventions sur site, les modes opératoires, les retours D'expérience et le report des événements ;
- * une documentation régulièrement mise à jour et structurée : plans et synoptiques d'ensemble, plans et schémas des sous-systèmes, documentations techniques et notices des matériels installés, fiches de suivi et d'évolution des matériels ;
- * des plans de formation et d'évaluation des compétences et qualifications requises pour l'accomplissement des tâches à exécuter.

IV.2. Mise en œuvre préventive

Les 2 paragraphes suivants présentent les concepts d'inspection et d'entretien courant et révision qui figurent aux paragraphes 1.4.3 et 1.4.4 du Manuel des services d'aéroport - 9e partie.

« L'inspection comprend toutes les mesures de vérification et d'évaluation de l'état de fonctionnement d'un élément, y compris les contrôles isolés et les vérifications périodiques. Ces dernières sont effectuées conformément à un plan qui définit la préparation et les modalités de la vérification, de même que les mécanismes de compte rendu et d'évaluation des résultats. Sur la base de cette évaluation, l'exploitant détermine s'il faut effectuer des opérations supplémentaires d'entretien ou même des réparations. »

« L'expression « entretien courant et révision » englobe toutes les mesures prises pour maintenir ou remettre en état de marche une installation ou un appareil. Ces mesures devraient être prises selon un plan précisant la périodicité des opérations d'entretien, la nature de ces opérations et les moyens utilisés pour indiquer que l'installation ou l'appareil est conforme. ».

1.1. Densité de trafic

- Faible : lorsque le nombre de mouvements à l'heure de pointe moyenne n'est pas supérieur à 15 mouvements par piste, ou lorsqu'il est généralement inférieur à un total de 20 mouvements sur l'aérodrome.
- Moyenne : lorsque le nombre de mouvements à l'heure de pointe moyenne est de l'ordre de 16 à 25 mouvements par piste, ou lorsqu'il y a généralement un total de 20 à 35 mouvements sur l'aérodrome.
- Forte : lorsque le nombre de mouvements à l'heure de pointe moyenne est de l'ordre de 26 mouvements par piste ou plus, ou lorsqu'il est généralement supérieur à un total de 35 mouvements sur l'aérodrome.

1.2. Feu hors service

Un feu sera jugé hors service lorsque l'intensité lumineuse moyenne du faisceau principal est inférieure à 50 % de la valeur spécifiée dans la figure appropriée de l'appendice 2 de l'Annexe 14 de l'OACI.

Cette notion est à considérer du point de vue de la maintenance et non en terme d'exploitation.

Exemple : pour un feu d'axe de piste pour lequel l'intensité minimale de référence est 5 000 cd, un tel feu est déclaré hS4 lorsque son intensité moyenne est inférieure à 2 500 cd.

1.3. Feux de protection piste

Feux destinés à avertir les pilotes et les conducteurs de véhicules qu'ils sont sur le point de s'engager sur

une piste en service.

- ✓ **Note** : ces feux sont jaunes et clignotants. Il existe un type A avec des feux élevés et un type B avec des feux encastrés.

IV.3. Opérations de maintenance

3.1. Télécommande

3.1.1 Généralités

Le terme « télécommande » recouvre l'ensemble des équipements permettant la commande, le contrôle, la surveillance automatique des différentes fonctions du balisage.

Le système peut se décomposer en plusieurs ensembles fonctionnels :

Au niveau du bloc technique PSNA5 :

- IhM du service de la circulation aérienne (AtS) :

Platine de contrôle/commande sur les pupitres

Vigie ;

- IhM « techniques » du service technique du PSNA ;

· Système de gestion de l'ensemble des IhM au niveau du Bloc technique PSNA, y compris supervision et enregistrement ;

- Interface(s) de communications entre l'AtS et le gestionnaire du balisage (opérateur exploitant l'aérodrome) ;

Au niveau de l'exploitant de l'aérodrome :

Platine de contrôle-commande sur un pupitre en vigie

- Interface(s) de communications entre le gestionnaire du balisage et l'AtS ;

- Automatisation de contrôle/commande (central et déporté) ;

- Interfaces avec les équipements (régulateurs, alimentations, systèmes divers.) ;

- Supervision et maintenance (y compris enregistrement).

De même, ces différents ensembles fonctionnels peuvent se décliner à travers des typologies techniques différentes :

- Câblerie : ensemble des liaisons physiques entre les différents éléments, technologie « optique » ou paires métalliques, internes ou externes ;

- Alimentations spécifiques ou générales ;

- Interfaces « électriques » entre les différents composants du système et entre le système et les

éléments de balisage ;

· Composants du système (écrans tactiles, platines à boutons, automates, PC, écrans supervisions, imprimantes...).

3.1.2 Essais fonctionnels

Il s'agit de vérifier le fonctionnement « normal » des fonctions balisage à la disposition de l'AtS allumage, extinction, gamme de brillance des différentes configurations de balisage.

Ces essais peuvent être en partie conjugués avec la vérification visuelle sur site du balisage effectuée à l'occasion de l'inspection quotidienne de la piste.

3.1.2.1 Principes des tests.

essais fonctionnels. Il s'agit d'effectuer, depuis une position de contrôle en Vigie, les actions d'activation des fonctions balisage, de vérifier visuellement la gestion dynamique des couleurs des touches et de constater la cohérence des retours d'information et l'absence de défauts. Dans le cas où la Vigie possède plusieurs IhM, l'activation des fonctions sera effectuée au moins sur une IhM (changement d'Ih chaque jour), le contrôle visuel des retours d'information se faisant sur toutes les IhM pour chaque état de balisage sélectionné.

· barres d'arrêt. Il s'agit de mettre en route le système depuis une position de contrôle (allumage barres permanentes et commandables) et de vérifier le fonctionnement dynamique de chaque barre commandable

avec un véhicule simulant un avion.

· fonction LVP. Il s'agit d'actionner depuis une position Vigie, les touches nécessaires à la mise en œuvre des procédures LVP, d'en contrôler la bonne exécution sur site et les retours d'information sur les IhM.

Pour tous ces essais, les services techniques vérifieront sur les systèmes de supervision (enregistrement) la trace des événements et leur cohérence avec les observations visuelles.

3.1.2.2 Périodicités

Les périodicités à retenir sont les suivantes :

- quotidienne sauf pour la fonction LVP (si elle existe) et barres d'arrêt (si elles existent) ;
- hebdomadaire pour les barres d'arrêt ;

- mensuelle, au moins, pour la fonction LVP : à définir en fonction des contraintes liées à la mise en route et contrôle de l'alimentation électrique auxiliaire (par exemple, groupes électrogènes s'ils sont sollicités en LVP) et des systèmes autres que le balisage mis en œuvre en LVP.

3.1.3 Vérifications techniques

Il s'agit de vérifier le fonctionnement du système en réponse à des défauts des éléments de balisage gérés par la partie contrôle du système et la cohérence des informations d'état en général.

3.1.3.1 Principes des tests

Les défauts sont générés soit directement au niveau des éléments du balisage (par exemple, lors du contrôle de ces éléments) soit simulés au niveau des interfaces électriques entre les entrées télé-contrôle et ces mêmes éléments.

2.1.4 entretien et contrôle des constituants

La classification tient compte de la typologie définie au paragraphe 3.1.1 Généralités sur la télécommande. En règle générale, les éléments constitutifs du système de contrôle/commande ne sont pas des matériels spécifiques au balisage aéroportuaire mais des produits standards industriels.

3.1.4.1 composants du système

Il s'agit, entre autres, des écrans tactiles, platines à boutons, automates, PC.

L'entretien s'effectue selon les spécifications et la périodicité définies par les constructeurs.

3.1.4.2 alimentations spécifiques ou générales

Il s'agit d'effectuer les opérations d'entretien selon les spécifications des constructeurs, de mesurer les différentes caractéristiques des alimentations utilisées par les composants du système et de contrôler leur autonomie (onduleurs, chargeurs).

Les périodicités à retenir sont :

- suivant les spécifications constructeurs pour l'entretien ;
- mensuel pour le contrôle des paramètres ;
- semestriel pour le contrôle de l'autonomie.

3.1.4.3 interfaces électriques

Cette partie concerne les modems, les cartes parafoudre, boîtiers divers de communication et d'adaptation

électrique.

L'entretien est effectué suivant spécifications et périodicités des constructeurs, avec une périodicité semestrielle pour la vérification des composants parafoudre.

3.1.4.4 Câblerie

Les éléments de câblerie sont soumis à diverses contraintes liées aux conditions d'installation.

On peut considérer en général que ces contraintes sont plus agressives en milieu extérieur et il en découle un découpage en fonction de l'environnement.

1. Cheminement en intérieur de bâtiments uniquement :

- Une fois par an, un contrôle visuel des liaisons sera effectué le long des divers cheminements en portant l'attention sur les blessures liées à des rayons de courbure inadaptés ou aux articles de fixation sur les chemins de câbles des bâtiments ou des baies techniques. On vérifiera la tenue et la qualité des connexions sur les extrémités équipées de fiches de raccordement.

tous les deux ans, vérification des caractéristiques électriques (ou optiques) des liaisons.

2. Cheminement avec parties hors bâtiments :

- Une fois par an contrôle visuel sur les parties « visitables » et vérification des caractéristiques électriques (ou optiques).

IV.4. équipements en poste

4.1.1 Cahier de suivi

Les actions de maintenance (préventives et correctives) sur les installations liées au balisage lumineux sont consignées dans le cahier de suivi de chaque poste.

Ce cahier de suivi doit permettre de retracer de manière synthétique toutes les interventions exécutées dans le poste et contiendra au moins les



Figure 4. 2 Cahier de suivi

informations suivantes :

- date et heure d'entrée ;
- nom et signature de toutes les personnes présentes ;
- raison de la visite ;
- description sommaire des travaux ;

4.1.2 État général du poste

4.1.2.1 généralités

Afin d'assurer la fiabilité des systèmes de balisage, les matériels électriques installés dans les postes doivent fonctionner dans un environnement sain et dans les plages de température et d'hygrométrie définies par les constructeurs.

Lors de pannes sur ces matériels, les équipes de maintenance doivent pouvoir intervenir dans de bonnes conditions de sécurité et dans un environnement rationnel et fonctionnel.

4.1.2.2 Points à contrôler

Un contrôle des points suivants est à réaliser pour atteindre l'objectif fixé ci dessus :

- documentation présente :
 - schémas, synoptiques et étiquetage des installations du poste ;
 - cahier de suivi des maintenances et interventions ;
 - bon rangement et accessibilité des pièces détachées ;
- état général du poste :
 - propreté du sol, des murs... ;
 - étanchéité du poste : pas d'infiltration d'eau et pas d'écoulement sur les appareils électriques ;
 - ventilation et/ou climatisation du poste ;
 - pas de matériels encombrant dans les allées du poste ;
 - pas de présence de rongeurs ou d'oiseaux ;
 - état général des caniveaux et présence obligatoire des plaques de couverture ;
 - éclairage de secours autonome.

D'autres points de sécurité sont à vérifier dans ce type de postes mais ne rentrent pas dans ce guide sur la

maintenance du balisage (détecteurs incendies, de fuite sur citerne, d'intrusion ; extincteurs, EPI...).

4.1.2.3 Périodicité

Un examen visuel de ces différents points est à réaliser semestriellement.

Cette périodicité est à adapter en fonction des modifications éventuelles apportées aux infrastructures du poste ou en fonction de la présence ou non de machines thermiques (groupes électrogènes ou autres). En règle générale, un contrôle visuel global peut être réalisé par les techniciens de maintenance à chacune de leur intervention dans le poste.

4.2.3 Régulateurs à courant constant (CCR)

4.2.3.1 généralités

De manière générale, l'architecture retenue pour la conception de l'alimentation du balisage lumineux est celle de circuits série. Les feux de balisage sont alimentés par l'intermédiaire de régulateurs à courant constant (CCR) qui sont télécommandés et réglables en niveaux d'intensités électriques.

Les valeurs des niveaux d'intensités dépendent du nombre de brillances et les configurations standards rencontrées sont les suivantes :

- 4 brillances : 3,3A ; 4,4A ; 5,5A ; 6,6A ;
- 5 brillances : 2,8A ; 3,4A ; 4,1A ; 5,2A ; 6,6A.

Les CCR sont des générateurs de courant dont les puissances nominales atteignent 30kVA, pouvant mettre en œuvre des tensions de type htA.

4.2.3.2 Points à contrôler

L'entretien est conforme à la notice du constructeur.

Les vérifications suivantes sont à effectuer :

- état général :
- état de propreté du régulateur ;
- dépoussiérage du bas des armoires, afin d'éviter l'accumulation de poussières qui nuirait au bon refroidissement ;
- dépoussiérage des cartes électroniques et des éléments de la partie Bt ;
- serrage des connexions de puissance (boucle, alimentation, terre) et des connexions internes (vis et

- borniers) : possibilité d'utiliser une caméra thermographique pour visualiser les éventuels "pointschauds" ;
- état des parafoudres sur la partie ht ;
 - pour isolement et continuité des boucles primaires ;
 - contrôle/Commande du CCR :
 - correspondance entre les consignes de courant et les valeurs affichées des courants des différentes brillances ;
 - remontée des défauts (voir paragraphe 3.1 télécommande).

4.2.3.3 charge de la boucle primaire et réglage de charge du ccr

Des détails sur la charge de la boucle et le réglage se trouvent en annexe au paragraphe 5.3.1 Évaluation de la charge d'une boucle.

4.2.3.4 suivis des CCR

Il est procédé au suivi dans le temps et à l'archivage par régulateur de toute intervention, vérification ou évolution éventuelle de réglage.

Les informations à faire figurer sur ces fiches de suivi sont, au moins :

- date, nom et signature de l'intervenant ;
- la ou les fonctions alimentées ;
- la charge globale sur la boucle primaire et le réglage de la charge ;
- la longueur approximative de la boucle primaire ;
- les matériels alimentés : nombres de tI, feux et panneaux... ;
- valeurs de référence d'isolement et de continuité à la mise en service ;
- valeurs d'isolement et de continuité des différents contrôles ;
- les dysfonctionnements ou pannes et mesures correctives associées.

4.2.3.5 isolements et continuité des boucles primaires

La mesure de la résistance d'isolement permet de suivre le vieillissement de la boucle : câbles primaires et transformateurs d'isolement.

La valeur de la résistance d'isolement dépend de la tension de mesure, de la qualité de l'installation (câbles primaires, transformateurs d'isolement, connecteurs), de la qualité des modifications éventuelles sur ces mêmes matériels, de l'environnement de ces matériels : humidité voire immersion.

La mesure de la continuité permet, d'une part, de vérifier la cohérence entre la valeur mesurée et la valeur de référence et, d'autre part, de savoir s'il n'y a pas une mauvaise résistance de contact entre connecteurs. Une différence entre la valeur mesurée et la valeur calculée, ou une variation significative entre deux mesures périodiques, permet de mettre en évidence un défaut, généralement de connectique, sur la boucle. Les valeurs de référence pour l'isolement et la continuité sont publiées en annexe (cf. paragraphes 5.3.2 et

4.2.3.6 Périodicité

Est effectuée tous les mois la vérification de la correspondance entre les consignes de courant et les valeurs affichées des courants des différentes brillances.

Sont effectués tous les 6 mois :

- la vérification de l'état des parafoudres, avec vérifications supplémentaires après chaque période orageuse ;
- les mesures de la continuité et de l'isolement des boucles primaires de balisage avec vérifications supplémentaires avant et après chaque intervention sur tout élément constitutif de la boucle primaire (transformateurs d'isolement, connecteurs, câbles) ;
- la vérification de remontée des défauts.

Sont effectués tous les ans sur les CCR :

- la vérification de l'état général des équipements ;
- la vérification de la charge de la boucle primaire et les réglages de charge ;
- l'analyse et l'archivage des fiches de suivi des matériels.

4.2.4 autres équipements de balisage

4.2.4.1 alimentations spécifiques ou générales

Il s'agit d'effectuer les opérations d'entretien selon les spécifications des constructeurs, de mesurer les différentes caractéristiques des alimentations utilisées par les composants du système et de contrôler leur autonomie (onduleurs, chargeurs).

Les périodicités à retenir sont :

- suivant les spécifications constructeurs pour l'entretien ;
- mensuel pour le contrôle des paramètres ;

4.2.4.2 départs pour équipements alimentés en parallèle

4.2.4.2.1 Généralités

Les opérations d'entretien portent essentiellement sur le contrôle des câbles d'alimentation des matériels alimentés en parallèle, notamment les feux à éclats (RtIL), les feux séquentiels d'approche, les feux d'obstacles, les indicateurs de direction de vent, les alimentations 24 ou 48V, certains panneaux de signalisation.

4.2.4.2.2 Vérifications

Les actions associées sont conformes aux normes en vigueur, telle la NF C15100, et comprennent notamment :

- nettoyage ;
- serrage des bornes : possibilité d'utiliser une caméra thermographique pour visualiser les éventuels "pointschauds" ;
- mesure de la prise de terre;
- isolement entre conducteurs : phases/neutre et phases/terre ;
- continuité des conducteurs de protection ;
- continuité des liaisons équipotentielles ;
- contrôle du serrage des conducteurs au tableau ;
- vérification des tenants et aboutissants par rapport aux schémas de repérage.

4.2.4.2.3 Périodicité

La périodicité de ces vérifications est annuelle.

IV.4. équipements sur aire de manœuvre (hors feux)

4.1 Infrastructures de balisage

Les infrastructures de balisage sont destinées à recevoir ou supporter les équipements liés au balisage lumineux. Elles sont installées sur les aires de mouvement (pistes, voies de circulation) ou à proximité immédiate et font partie intégrante des dispositifs de balisage devant répondre aux exigences liées à la sécurité de l'exploitation (résistance à la charge, aux chocs mécaniques et au souffle des réacteurs) et à la fiabilité des équipements de balisage.

Les éléments à considérer sont les regards et chambres de tirage, les massifs supports des feux élevés, les saignées et les fourreaux.

3.3.1.1 regards et chambres de tirage

Les regards sont destinés à recevoir différents éléments permettant le fonctionnement des feux de balisage (transformateurs, câbles, connectiques, systèmes de contrôle/commande des feux, relais...).

Les chambres de tirage permettent de réaliser aisément le passage de câbles, sous une chaussée par exemple.

4.1.1 extérieur

Les regards et chambres de tirage ne doivent en aucun cas constituer un obstacle sur une piste, un accotement, une bande de piste, une bande de voie de circulation pour le cas où un aéronef sortirait de la piste ou de la voie de circulation.

Il convient de s'assurer de l'intégrité mécanique, de la stabilité et de la conformité des regards et chambres de tirage ainsi que de la non-présence de tassements importants autour de ces ouvrages ou de saillies pouvant résulter de mouvements de terrain.

Il convient de vérifier le repérage et l'identification de chaque élément et la cohérence avec les plans et schémas des installations.

4.1.2 Intérieur

Pour assurer une maintenance rapide sur les différentes boucles de balisage, les équipements électriques (transformateurs, câbles, connecteurs, relais, systèmes de contrôle/commande des feux etc..) sont, en règle générale, disposés de manière fonctionnelle :

- les transformateurs, connecteurs et autres équipements électriques sont de préférence positionnés sur des chemins de câbles, cornières ou autres systèmes permettant, entre autres, une mise hors d'eau des appareils électriques ;
- une attention particulière est portée aux différents rayons de courbure des câbles et cordons. Les rayons de courbure de ces différents câbles seront conformes aux prescriptions détaillées fournies par constructeurs
- les éléments électriques sont repérés au moyen d'étiquettes avec marquage indélébile permettant un repérage rapide de la fonction.
- circuit de terre : en règle générale, à l'intérieur des regards, les retours des masses des feux sont reliés à la terre par l'intermédiaire d'une barrette ou d'un autre système lui-même relié à la terre, soit par conducteur en cuivre nu ceinturant la piste, soit par un piquet de terre disposé en fond de regard ou à proximité regard. Les écrans des câbles 6 kV au niveau des connectiques sont également reliés à la terre.

4.1.3 Périodicité

Un examen visuel permet de vérifier au moins une fois par an l'état général de ces ouvrages tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

4.2.1 Massifs supports

4.2.2 Généralités

Les feux élevés (feux d'approche et de piste, voies de circulation, PAPI...) et les panneaux de signalisation aéronautique sont positionnés sur des massifs en béton de ciment ayant des dimensions variables en fonction du type de feu et de la nature du terrain.

Ces massifs supports ne doivent en aucun cas constituer un obstacle sur une piste, un accotement, une bande de piste, une bande de voie de circulation pour le cas où un aéronef sortirait de la piste ou de la voie de circulation.

4.2.3. Points à contrôler

Il convient de s'assurer de l'intégrité mécanique, de la stabilité et de la non-présence de tassements

importants autour de ces ouvrages ou de saillies pouvant résulter de mouvements de terrain.

Une attention particulière est portée sur les massifs des indicateurs visuels de pente d'approche (voir les paragraphes 3.4.6 Cas particulier du PAPI).

L'intégrité des interfaces de fixation des feux dans les massifs est vérifiée visuellement : stabilité, rigidité, état (hauteur, oxydation, filetage...).

4.2.4. Périodicité

Les vérifications définies ci-dessus sont effectuées au moins une fois par an.

Compte tenu des mouvements de terrain éventuels, des vérifications plus fréquentes sont réalisées dans les mois suivant une nouvelle installation de massifs de balisage.

4.3.1.3 Fourreaux et buses

4.3.1.3.1 Généralités

Les divers câbles d'alimentation, télécommandes des fonctions de balisage peuvent cheminer dans des fourreaux ou des buses reliant les divers regards ou chambres de tirages entre eux et assurant leur protection mécanique.

4.3.1.3.2 Points à contrôler

Les plans d'installations des réseaux de buse et de fourreaux sont tenus à jour dans le cadre de la maintenance pour faciliter le repérage des câbles, leurs positionnements et leurs remplacements éventuels. Pour éviter l'obstruction des fourreaux par des dépôts et faciliter le passage de nouveaux câbles, les extrémités de fourreaux dans les regards ou les chambres de tirage sont, en règle générale, équipées de bouchons.

4.3.1.3.3 Périodicité

Un examen visuel annuel de ceux-ci est suffisant pour s'assurer de leur non-dégradation.

Il est recommandé de vérifier la non-obstruction des buses ou fourreaux dans les zones sensibles (traversées de chaussée, par exemple) pour permettre le changement rapide d'un câble défectueux. Une périodicité de cinq ans peut être adoptée.

4.3. Équipements sur aire de manœuvre (hors feux)

4.3.1 Infrastructures de balisage

Les infrastructures de balisage sont destinées à recevoir ou supporter les équipements liés au balisage lumineux. Elles sont installées sur les aires de mouvement (pistes, voies de circulation) ou à proximité immédiate et font partie intégrante des dispositifs de balisage devant répondre aux exigences liées à la sécurité de l'exploitation (résistance à la charge, aux chocs mécaniques et au souffle des réacteurs) et à la fiabilité des équipements de balisage.

Les éléments à considérer sont les regards et chambres de tirage, les massifs supports des feux élevés, les saignées et les fourreaux.

4.3.2 Regards et chambres de tirage

Les regards sont destinés à recevoir différents éléments permettant le fonctionnement des feux de balisage (transformateurs, câbles, connectiques, systèmes de contrôle/commande des feux, relais...).

Les chambres de tirage permettent de réaliser aisément le passage de câbles, sous une chaussée par exemple.

4.3.3 Extérieur

Les regards et chambres de tirage ne doivent en aucun cas constituer un obstacle sur une piste, un accotement, une bande de piste, une bande de voie de circulation pour le cas où un aéronef sortirait de la piste ou de la voie de circulation.

Il convient de s'assurer de l'intégrité mécanique, de la stabilité et de la conformité des regards et chambres de tirage ainsi que de la non-présence de tassements importants autour de ces ouvrages ou de saillies pouvant résulter de mouvements de terrain.

Il convient de vérifier le repérage et l'identification de chaque élément et la cohérence avec les plans et schémas des installations.

4.3.4 intérieur

Pour assurer une maintenance rapide sur les différentes boucles de balisage, les équipements électriques (transformateurs, câbles, connecteurs, relais, systèmes de contrôle/commande des feux etc..) sont, en règle générale, disposés de manière fonctionnelle :

- les transformateurs, connecteurs et autres équipements électriques sont de préférence positionnés sur des chemins de câbles, cornières ou autres systèmes permettant, entre autres, une mise hors d'eau des appareils électriques ;
- une attention particulière est portée aux différents rayons de courbure des câbles et cordons. Les rayons de courbure de ces différents câbles seront conformes aux prescriptions détaillées fournies par les constructeurs

les éléments électriques sont repérés au moyen d'étiquettes avec marquage indélébile permettant un repérage rapide de la fonction.

· circuit de terre : en règle générale, à l'intérieur des regards, les retours des masses des feux sont reliés à la terre par l'intermédiaire d'une barrette ou d'un autre système lui-même relié à la terre, soit par le conducteur en cuivre nu ceinturant la piste, soit par un piquet de terre disposé en fond de regard ou à proximité du regard. Les écrans des câbles 6 kV au niveau des connectiques sont également reliés à la terre.

Ces différentes connexions de masse sont sujettes à des détériorations importantes compte tenu de leur environnement. Un examen visuel permet de détecter les corrosions importantes pouvant entraîner à terme une rupture d'un circuit terre et un risque électrique pour le personnel intervenant sur les circuits de balisage. La propreté intérieure des regards et chambres de tirage doit également être vérifiée afin d'éviter l'accumulation des boues, pierres, végétaux ou autre réduisant l'efficacité des interventions de maintenance.

Méthode de la nacelle

Généralités

Une des méthodes de référence de vérification de calage des unités PAPI afin de disposer des valeurs de calage des unités lumineuses est la méthode de la nacelle.

L'exactitude étant exprimée en termes de fidélité et de justesse, cette méthode permet :

- de réaliser des observations à grande distance car le PAPI est conçu pour ce type d'utilisation ;
- de faire des mesures répétables et reproductibles (fidélité) ;
- de faire des mesures précises (justesse)

La solution retenue pour permettre des observations du calage angulaire du PAPI à grande distance et à une hauteur importante tout en conservant la possibilité d'observations en position statique repose sur l'utilisation d'une nacelle élévatrice mobile dont les caractéristiques doivent autoriser une hauteur d'observation allant jusqu'à 15 m (pour tenir compte du profil en long terrain) et permettre un positionnement dans la zone en amont du PAPI à



Figure 4.3 Déploiement de la nacelle

différentes distances souhaitées en fonction du calage de chaque unité lumineuse.

Le calage angulaire des faisceaux lumineux des unités du PAPI est ensuite mesuré à partir de la position de l'observateur au moyen d'un théodolite installé à proximité des unités PAPI.

Description de la méthode

La nacelle est positionnée à environ 150 m du PAPI dans l'axe centré entre les unités B et C.

La hauteur de mesure est ajustée par le conducteur de la nacelle en fonction de l'observateur situé dans la nacelle afin de lui permettre de visualiser clairement la zone de transition entre les faisceaux blancs et rouges de l'unité lumineuse mesurée et d'avoir ses yeux dans le faisceau blanc en position debout standard. La zone de transition est ensuite évaluée par l'observateur par simple fléchissement des jambes.



Figure 4.4 Unités PAPI vues de la nacelle

Le théodolite est installé à une distance et une hauteur de telle sorte que le manipulateur (géomètre) puisse prendre, aux différents angles de calage considérés, les points de visée sur les unités lumineuses du PAPI, sur l'axe de piste au travers des PAPI et sur l'observateur positionné sur la nacelle. Le manipulateur vise l'observateur entre les deux yeux et suit ses déplacements verticaux.

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

Les mesures angulaires à l'aide du théodolite sont relevées lorsque l'observateur sur la nacelle repère la zone de transition qui correspond au passage du rouge au blanc pour une observation visuelle débutant de la partie inférieure du faisceau de couleur rouge jusqu'à la partie supérieure du faisceau de couleur blanche. Lorsque l'observateur indique la transition, le manipulateur au sol relève le calage angulaire indiqué par le théodolite.

Note : la transition haute est nette et franche, le passage du rose (zone intermédiaire entre le rouge et le blanc) au blanc est très marqué au niveau du contraste de par le changement de couleur du faisceau et de l'intensité lumineuse. Il est à noter une multiplication de l'intensité lumineuse jusqu'à 6,5 fois lors du Passage du rouge au blanc.

Positionnement de la nacelle

La nacelle sera positionnée suivant le schéma ci-dessous :

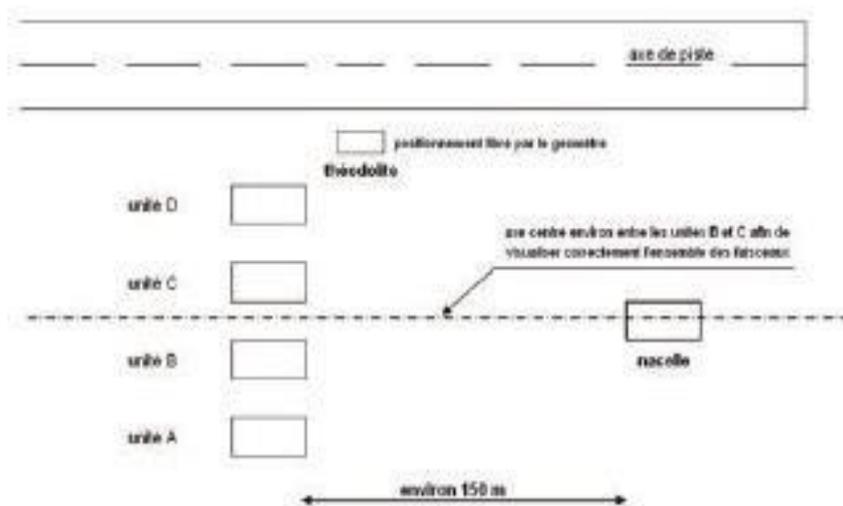


Figure 4.5 Positionnement de la nacelle

Afin de pouvoir se trouver dans les zones de transition des faisceaux rouges et blancs des 4 unités (angle d'ouverture en azimut des faisceaux compris entre $\pm 10^\circ$), il est impératif que la nacelle soit à peu près positionnée dans l'axe centré entre les unités B et C.

Positionnement du théodolite

Le positionnement du théodolite (emplacement) sera défini par le géomètre en fonction du type de théodolite utilisé. En tout état de cause, la méthode employée par le géomètre devra permettre de relever les angles de l'unité à contrôler (unité A puis B puis C puis D).

Principales vérifications à réaliser avant de mesurer les angles de calage

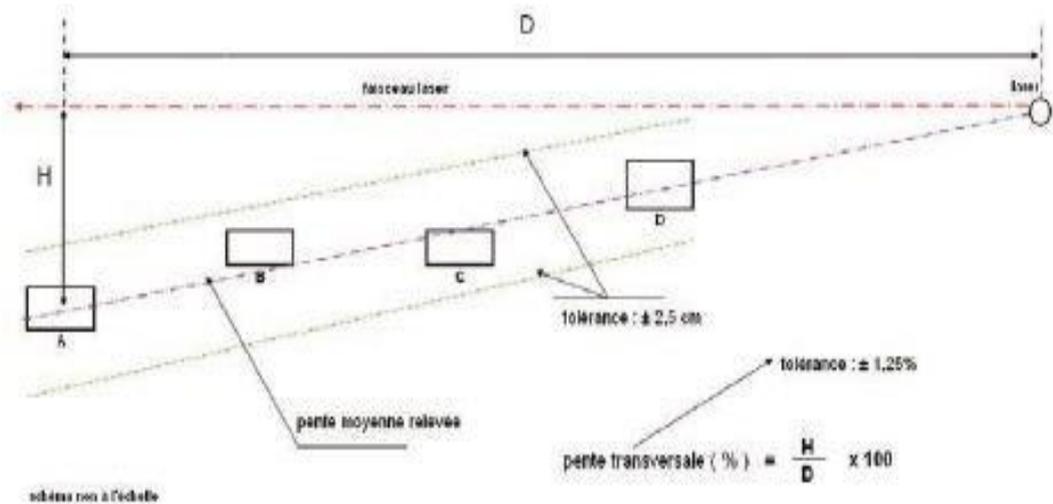
Avant de mesurer les angles de calage des unités du PAPI et en complément de la vérification de l'horizontalité décrite au paragraphe 3.4.6.2.3, il devra être procédé à une vérification de l'horizontalité ($\pm 2,5$ cm, pente de 1,25 %) de l'ensemble des unités lumineuses.

La vérification de l'horizontalité (tolérance en hauteur et pente transversale admissible) de l'ensemble des éléments peut se faire par :

- l'utilisation d'un théodolite pour relever les hauteurs de l'ensemble des unités lumineuses et du niveau de l'axe de piste
- l'utilisation d'un niveau laser (recherche automatique, niveau à bulle,...) dont le signal est positionné juste au-dessus des coffrets sur la partie avant des unités lumineuses.

Exemple de calcul vérification horizontalité des éléments :

- des moyens de communication pour dialogue avec le contrôleur de la vigie et entre opérateurs (VhF).



Mesures à réaliser

Pour chaque unité lumineuse du PAPI, 5 mesures d'angle de calage sont effectuées avec la méthode de la nacelle. Les valeurs relevées sont reportées dans un tableau. La valeur d'angle de calage de l'unité PAPI retenue sera la moyenne des 5 valeurs mesurées, les valeurs considérées aberrantes ne devront pas être retenues dans le calcul de la moyenne.

On peut estimer à une demi-journée le temps nécessaire pour réaliser les mesures des 4 unités lumineuses du PAPI.

Conditions de la validation de la mesure :

- la nacelle devra être positionnée à environ 150 m de la barre PAPI, aucune valeur ne devra être prise à une distance inférieure à 100 m
- la nacelle devra être positionnée dans l'axe centré entre les unités B et C.

Tableau de relevés des mesures proposées:

Distance unité PAPI-nacelle : environ... m

Distance unité PAPI-théodolite : environ... m

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

Repère unité PAPI :	Calage souhaité :			
Angle mesuré				
mesure 1 : m1	mesure 2 : m2	mesure 3 : m3	mesure 4 : m4	mesure 5 : m5
moyenne	$(m1 + m2 + m3 + m4 + m5)/5$			
calage				

Liste minimum des besoins (humains, matériels) pour réaliser les mesures:

- 2 opérateurs (1 observateur, 1 manipulateur [géomètre] au sol)
- 1 nacelle télescopique (avec conducteur) adaptée aux besoins spécifiques du site (mode de déplacement et hauteur)
- 1 théodolite équipé d'une base de données
- 1 appareil de mesure de la distance
- 1 niveau laser éventuellement pour remplacement du théodolite lors de la mesure horizontalité

IV.5. Exigences fonctionnelles du balisage lumineux

5.1. Généralités

Un système d'entretien préventif des aides visuelles est mis en place pour assurer la fiabilité du balisage lumineux et l'objectif de ce programme mis en place sera le maintien des installations dans un état qui ne nuise pas à la sécurité, à la régularité ou à l'efficacité de la navigation aérienne.

Le principe qui définit les exigences relatives aux systèmes visuels est le suivant : afin d'assurer la continuité du guidage, la panne de feux ne doit pas se traduire par une altération fondamentale de la configuration du dispositif lumineux.

Il convient de rappeler que les présentes spécifications ont pour objet de définir les objectifs de niveau de performance du système d'entretien et non pas de définir si un dispositif est opérationnellement hors service.

5.2 informations complémentaires

Les pourcentages indiqués en annexe au paragraphe 5.4 Objectifs de maintenance des aides visuelles se rapportent aux pourcentages maximums admissibles de feux hors service et doivent être convertis en nombres entiers, piste par piste et fonction par fonction, c'est-à-dire que tout dépassement de ce nombre maximum pour une fonction de balisage nécessite une intervention corrective du service en charge de la maintenance dans les plus brefs délais.

Lors des calculs associés à la détermination des nombres de feux maximum admissibles hors service, les valeurs obtenues seront arrondies au nombre entier inférieur le plus proche.

Les dispositions additionnelles sur feux hors service représentent des contraintes complémentaires qui s'appliquent, pour une fonction donnée, aux configurations non acceptables en terme de feux hors service.

Le terme consécutif s'applique à une direction parallèle à l'axe de la piste ou de la voie de circulation et le terme contigu s'applique à la perpendiculaire.

5.3 Mesures photométriques

5.3.1 Généralités

La fréquence des mesures photométriques en ce qui concerne les feux qui équipent des pistes avec approches de précision de catégorie II ou III est fondée sur la densité de circulation, le niveau local de pollution, la fiabilité du matériel de balisage lumineux installé et l'évaluation des mesures prises sur le

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

terrain. En tout cas, elle ne doit pas être inférieure à deux fois par année pour ce qui est des feux encastrés et à une fois par année pour ce qui a trait aux autres feux.

En ce qui concerne les feux de piste, les évaluations de l'intensité moyenne portent sur tous les feux afin d'assurer un suivi dans le temps et d'évaluer la dégradation des performances.

En ce qui concerne les feux d'approche, les évaluations de l'intensité moyenne portent, autant que possible en fonction de la hauteur d'installation des feux, sur tous les feux jusqu'à 300 m en amont du seuil et il est recommandé d'effectuer les mesures au-delà.

En ce qui concerne les feux de voie de circulation, les mesures photométriques doivent être effectuées sur les fonctions spécifiques suivantes : les feux de barres d'arrêt et les feux de sortie de piste jusqu'au dégagement des aires critiques/sensibles.

Il est à noter que les caractéristiques des feux telles que l'ouverture du faisceau principal, le rapport entre l'intensité maximum et l'intensité minimum de ce même faisceau, la conformité des courbes isocandela et la couleur sont vérifiées lors des qualifications de type des matériels (agrément ou certificat de conformité StAC).

5.3.2 Exploitation des résultats

L'analyse des résultats des mesures photométriques permet de vérifier la conformité aux exigences de maintenance décrites en annexe au paragraphe 5.4 - Objectifs de maintenance des aides visuelles quant aux pourcentages admissibles des feux hors service (intensité moyenne en deçà de 50 % de la valeur de référence - voir Définition).

Le non-respect de ces exigences, si le nombre de feux hS de la fonction considérée est supérieur au nombre maximum admissible pour l'exploitation considérée, doit entraîner une action de maintenance corrective dans le délai approprié : nettoyage des feux de la fonction, changement de lampes, contrôle des intensités électriques...

Suite à ces actions, il convient d'effectuer une mesure photométrique complémentaire pour évaluer leur impact et leur efficacité.

L'objectif de ces mesures photométriques est de permettre la mise en place d'actions de maintenance préventives adaptées en terme de fréquence et de périodicité pour prendre en compte l'environnement local avec le type d'exploitation, la densité de trafic, les conditions climatiques...

5.3.3 Périodicité pour les feux encastrés

Du fait des caractéristiques mécaniques et optiques mais aussi de l'emplacement des feux encastrés qui, par définition, sont installés sur les zones roulables, la densité de trafic est le facteur déterminant.

Les périodicités de référence ou de base sont celles relatives à la densité de trafic « faible » et des facteurs multiplicateurs sont associés à chaque niveau de densité de trafic supérieur : la valeur de ce facteur est de 2 pour la densité de trafic « moyenne » et de 4 pour la « forte ».

Le tableau suivant, donne le nombre de mesures annuelles régulières en fonction de la catégorie d'exploitation et de la densité de trafic.

type d'exploitation/Densité de trafic	Faible	Moyenne	Forte
Cat II/III	2	4	8
Cat I	1	2	4
Décollages			
RVR < 150 m	2	4	8
150 m < RVR < 550 m	1	2	4
RVR > 550 m	1 pour 2 ans	1	2

Conformément aux dispositions du paragraphe 1.3 Champ d'application, d'autres périodicités de mesures sont acceptables, sous réserve de garantir un niveau de performance équivalent.

5.4. Mesure de continuité d'une boucle primaire de balisage

L'appareil à utiliser est un multimètre équipé de la fonction ohmmètre et la mesure s'effectue sur des CCR et des boucles consignés dans le respect des règles de sécurité en vigueur.

La résistance d'un câble de section 6 mm² est d'environ 3 Ω/km et celle des transformateurs d'isolement (tI) est, en moyenne suivant les puissances, d'environ 0,10 Ω. Pour simplifier les calculs et si l'on considère une densité moyenne de 10 tI par kilomètre, il est possible de ramener la résistance de l'ensemble à 4 Ω/km.

Ainsi, la valeur de continuité calculée correspond-elle à la longueur de la boucle en km multipliée par 4. La valeur de référence est la valeur mesurée lors de la mise en service. Elle doit être proche de la valeur calculée.

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

La mesure de la continuité permet, d'une part, de vérifier la cohérence entre la valeur mesurée et la valeur de référence et, d'autre part, de savoir s'il n'y a pas une mauvaise résistance de contact entre connecteurs. Une différence entre la valeur mesurée et la valeur calculée ou une variation significative entre deux mesures périodiques, permet de mettre en évidence un défaut, généralement de connectique, sur la boucle.

5.4.1. Mesure de résistance d'isolement d'une boucle primaire de balisage.

L'appareil à utiliser est un mégohmmètre avec accumulateur et tension de mesure allant jusqu'à 5000V. La mesure s'effectue sur des CCR et des boucles consignées dans le respect des règles de sécurité en vigueur.

Si le câble de boucle est isolé 6 kV, choisir la tension d'essai 5000V ; s'il est isolé 1 kV, choisir 1000V.

Lancer la mesure et laisser le câble se charger au minimum une minute.

NB : ne pas oublier de décharger le câble après la mesure, en mettant l'âme à la terre au moyen d'un câble isolé.

La valeur minimale R de résistance de la boucle en $M\Omega$ se détermine de la manière suivante :

Avec :

$$R = \frac{U_{\text{essai}}}{2 \times n_{\text{TI}} + 10 \times l_{\text{boucle}}} \text{ en } M\Omega$$

- U_{essai} : tension appliquée pour l'essai ;
- 2 (μA) : valeur maximale du courant de fuite par transformateur d'isolement ;
- n_{TI} : nombre de TI sur la boucle primaire ;
- 10 (μA) : valeur maximale du courant de fuite par 1 km de câble ;
- l_{boucle} : longueur de la boucle primaire en km.

IV.6. Objectifs de maintenance des aides visuelles

6.1 Piste avec approche de précision de catégorie I

Fonction	Pourcentage maximum	Dispositions additionnelles sur feux hors service
Approche	15 %	2 feux consécutifs ou contigus hS ^d
PAPI	Nil	Pas de lampe hS
Seuil de piste	15 %	2 feux contigus hS
Bord de piste	15 %	2 feux consécutifs hS
Axe de piste (si installé)	15 %	2 feux consécutifs hS
Fin de piste	15 %	2 feux contigus hS
Feux à éclats d'identification de piste (RtIL)	Nil	Feux synchronisés et dépendants (si un feu hS, extinction de l'ensemble)
Voies de sortie rapide (si installé)	Nil	2 feux consécutifs hS
Protection de piste de type A (hors sol)	Nil	Pas de lampe hS
Protection de piste de type B (encastrés)	Nil	2 feux contigus ou plus de 2 feux hS
Point d'arrêt intermédiaire	Nil	Plus d'un feu hS
Panneaux d'obligation	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message et pas de dégradation sur les 2 panneaux installés de part et d'autre de la VdC à une même localisation
Panneaux d'indication	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message

HS : hors service.

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

6.2 Pistes avec approches de précision de catégorie ii/iii

Fonction	Pourcentage maximum	Dispositions additionnelles sur feux hors service
Approche 450 derniers mètres (dont renfort Cat. II)	5%	2 feux consécutifs ou contigus hS
Approche en amont des 450 derniers mètres	15 %	2 feux consécutifs ou contigus hS
PAPI	Nil	Pas de lampe hS
Seuil de piste	5%	2 feux contigus hS
Bord de piste	5%	2 feux consécutifs hS
Axe de piste	5%	2 feux consécutifs hS
Zone de toucher des roues	10 %	Plus d'un feu par barrette* et 2 feux consécutifs hS
Fin de piste	15 %	2 feux contigus hS
Feu à éclats d'identification de piste (RtIL)	Nil	Feux synchronisés et dépendants (si un feu hS, extinction de l'ensemble)
Voies de sortie rapide**	10 %	2 feux consécutifs hS
Voies de circulation utilisées par RVR < 350 m	Nil	2 feux consécutifs hS
Autres voies de circulation	Nil	3 feux consécutifs hS
Barres d'arrêt (feux rouges)	Nil	2 feux contigus ou plus de 2 feux hS
Barres d'arrêt (segment de confirmation)	Nil	2 feux consécutifs ou plus de 2 feux hS
Protection de piste de type A (hors sol)	Nil	Pas de lampe hS
Protection de piste de type B (encastrés)	Nil	2 feux contigus ou plus de 2 feux hS
Panneaux d'obligation	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message et pas de dégradation sur les 2 panneaux installés à une même localisation
Panneaux d'indication	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message

**Une barrette de zone de toucher est l'ensemble constitué par les 3 feux installés d'un côté de l'axe de piste.*

***Jusqu'à la limite du codage jaune/vert.*

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

6.3 Pistes utilisées pour les décollages avec $rVr < 550$ m

Fonction	Pourcentage maximum	Dispositions additionnelles sur feux hors service
Bord de piste	5%	2 feux consécutifs hS
Axe de piste	5%	2 feux consécutifs hS
Fin de piste	25 %	2 feux contigus hS
Voies de circulation utilisées par RVR < 350 m	Nil	2 feux consécutifs hS
Autres voies de circulation	Nil	3 feux consécutifs hS
Barres d'arrêt (feux rouges)	Nil	2 feux contigus ou plus de 2 feux hS
Barres d'arrêt (segment de confirmation)	Nil	2 feux consécutifs ou plus de 2 feux hS
Protection de piste de type A (hors sol)	Nil	Pas de lampe hS
Protection de piste de type B (encastrés)	Nil	2 feux contigus ou plus de 2 feux hS
Point d'arrêt intermédiaire	Nil	Plus d'un feu hS
Panneaux d'obligation	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message et pas de dégradation sur les 2 panneaux installés à une même localisation.
Panneaux d'indication	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message

6.4 Pistes utilisées pour les décollages avec $rVr \geq 550$ m

Fonction	Pourcentage maximum	Dispositions additionnelles sur feux hors service
Bord de piste	15 %	2 feux consécutifs hS
Fin de piste	15 %	2 feux contigus hS
Autres voies de circulation	Nil	3 feux consécutifs hS
Protection de piste de type A (hors sol)	Nil	Pas de lampe hS
Protection de piste de type B (encastrés)	Nil	2 feux contigus ou plus de 2 feux hS
Point d'arrêt intermédiaire	Nil	Plus d'un feu hS
Panneaux d'obligation	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message et pas de dégradation sur les 2 panneaux installés à une même localisation.
Panneaux d'indication	Nil	Pas d'altération de la lisibilité du message

IV.7. calage des feux

7.1 Introduction

Les références de calage des feux sont données par rapport à l'azimut et au site où :

- l'azimut représente, dans le plan horizontal, l'angle compris entre l'axe vertical du faisceau principal du feu et la droite constituée par l'axe de piste ;
- le site représente, dans le plan vertical, l'angle compris entre l'horizontale et l'axe horizontal du faisceau principal.

L'azimut et le site sont illustrés sur les schémas ci-dessous.

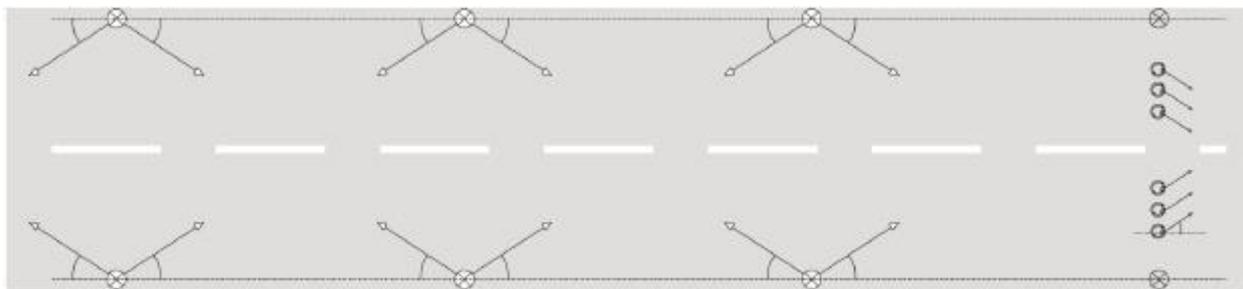


Figure 4.6 Représentation de l'azimut (piste vue de dessus)



Figure 4.7 Représentation du site (piste vue de profil)

Les calages des feux en azimut et site sont présentés dans les figures suivantes du paragraphe 5.5.3.

Pour les feux de piste et d'approche, le calage du feu en azimut est constitué par le petit axe de l'ellipse et le calage en site par le grand axe de la figure associée.

7.2 Généralités

Les calages des feux et instructions associées sont précisés par le constructeur du matériel qui fournit tout appareil spécifique de réglage et décrit les procédures associées.

Pour clarifier les procédures de calage, il faut distinguer les feux hors sol qui se répartissent en deux familles les feux unidirectionnels de type projecteur et les feux bidirectionnels, et les feux encastrés. Ainsi les calages peuvent-ils être obtenus soit de manière optique par la conception du feu, auquel cas le feu est installé parallèlement à l'axe de piste pour l'azimut et de niveau pour le site (cas de certains feux encastrés), soit par calage mécanique (cas des feux de type projecteur), soit par combinaison optique et mécanique (cas de certains feux encastrés).

Pour un feu hors sol unidirectionnel de type projecteur (feu d'approche par exemple), ces calages correspondent à l'orientation du feu par rapport à l'axe de piste et par rapport à l'horizontale.

Pour un feu hors sol bidirectionnel (feu de bord de piste par exemple), le feu est installé de niveau pour assurer le calage dans le plan vertical des deux faisceaux lumineux opposés.

Le calage en azimut est généralement assuré de manière optique en alignant l'axe mécanique du feu parallèlement sur l'axe de piste.

Quant aux feux encastrés, ces derniers sont installés de niveau et le calage en site est fixé par le système optique du matériel considéré (ensemble prisme/lampe conçu par l'industriel). Le calage en azimut peut être également optique, dans le cas d'une embase installée parallèlement à l'axe de la piste ou de la voie de circulation, ou mécanique, dans le cas où le faisceau du feu est droit et l'embase décalée de l'azimut considéré.



Figure 4.8 Schéma de principe d'un balisage lumineux - Pistes avec approches de Précision Cat. I-II-III

Schémas d'installation et de calage

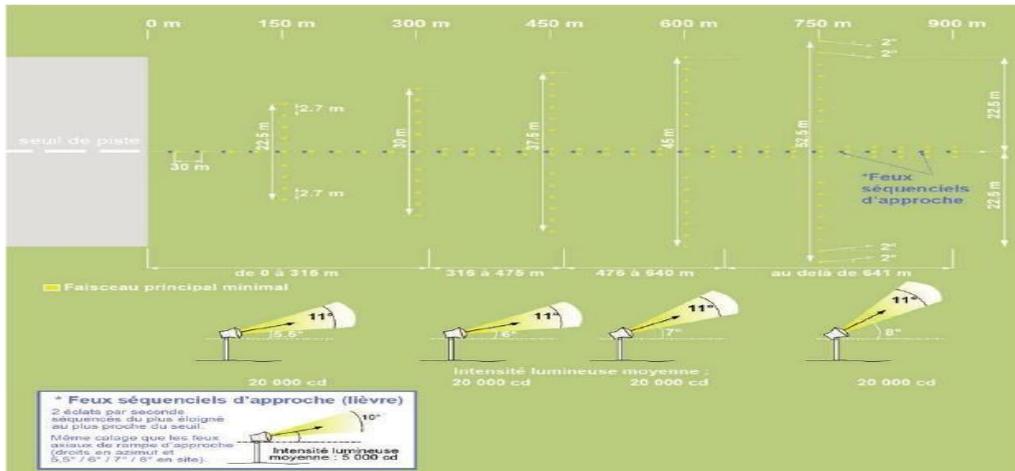


Figure 4.9 Feux de rampe d'approche Cat. I

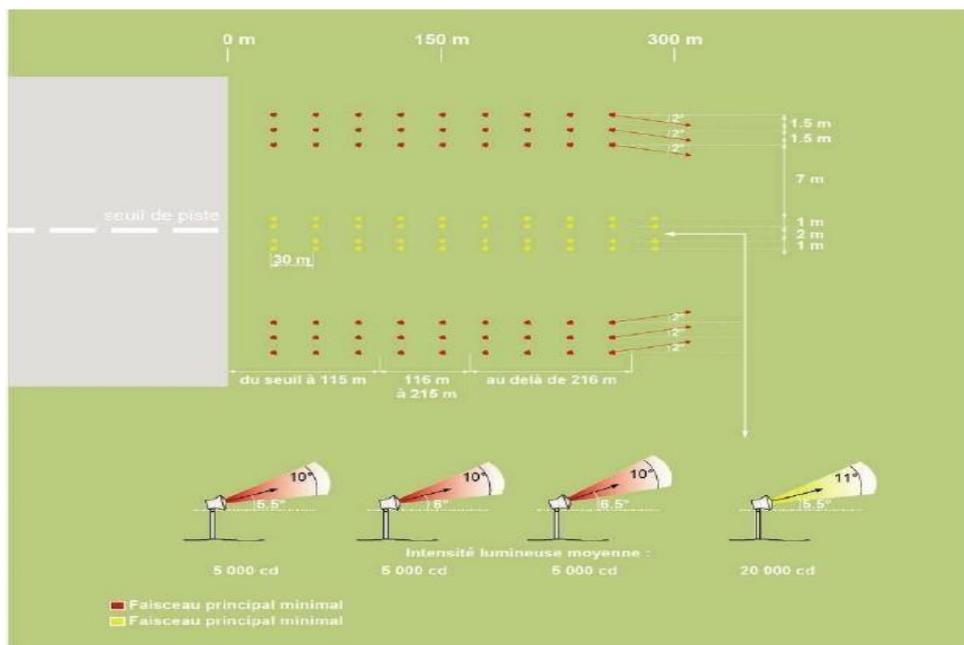


Figure 4.10 Feux de rampe d'approche renforcée Cat. II

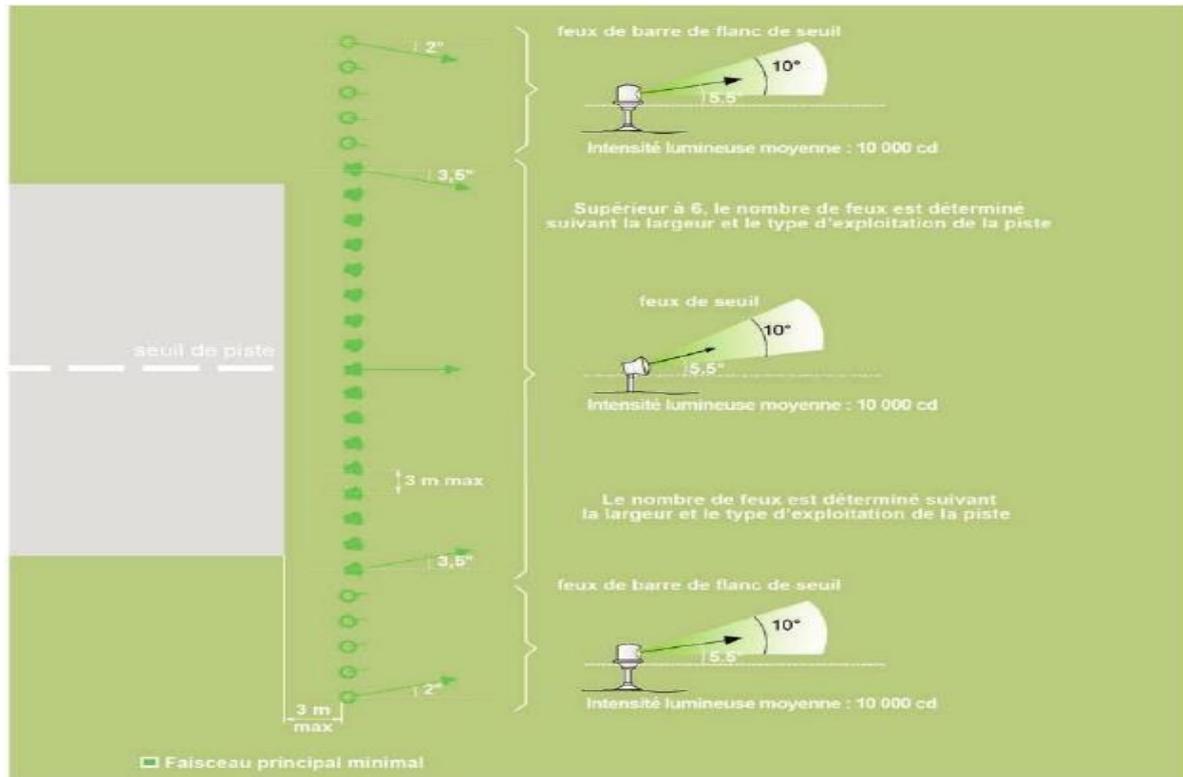


Figure 4.11 Feux de seuil de piste

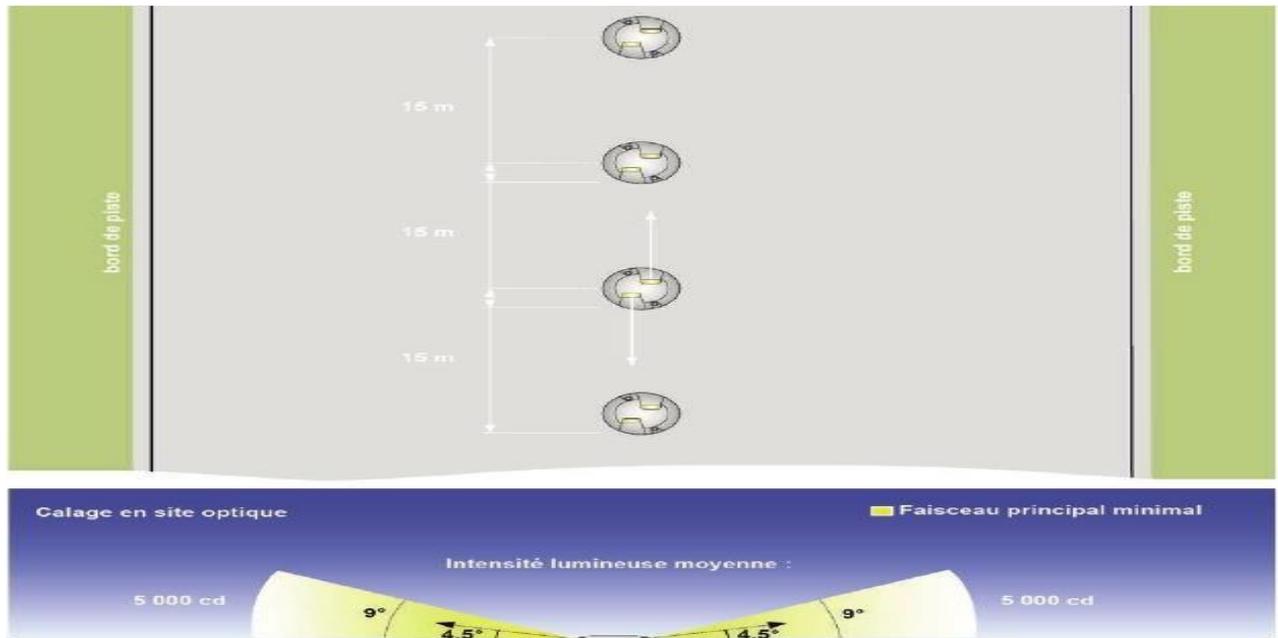


Figure 4.12 Feux d'axe de piste

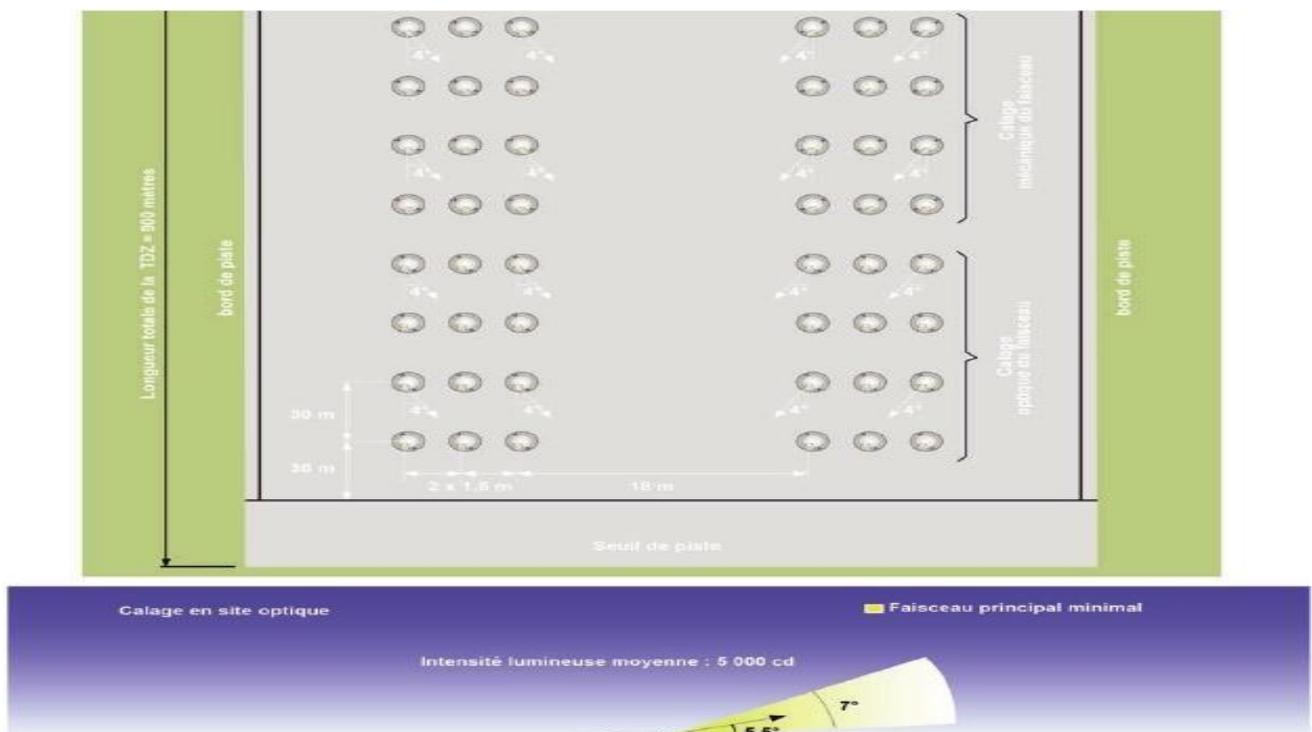


Figure 4.13 Feux de zone de toucher des roues (TDZ)

IV.8. Mesures photométriques

8.1 Introduction

Il n'est pas possible d'estimer l'intensité lumineuse d'un feu de balisage à l'œil nu : au niveau des intensités lumineuses mises en jeu dans le balisage de piste, l'œil humain peut, entre 2 sources lumineuses proches, distinguer la plus intense si le rapport entre les deux est de l'ordre de 2.

Afin d'évaluer le niveau d'intensité lumineuse d'un feu de balisage, il est donc indispensable d'effectuer des mesures photométriques.

8.2 Certification et performances photométriques

Les feux de balisage installés en France sur les pistes aux instruments doivent avoir été agréés ou certifiés conformes par le StAC.

Lors de l'évaluation de la conformité des feux de balisage, les performances photométriques des matériels installés en France sont mesurées : lors de ces essais plusieurs centaines de points de mesures sont effectuées sur un même feu afin d'évaluer la répartition spatiale de l'intensité lumineuse en fonction du site et de l'azimut : intensité moyenne et rapport entre l'intensité maximum et l'intensité minimum du faisceau principal et courbe iso candela.

Les caractéristiques photométriques des feux dépendent de leurs fonctions et l'intensité moyenne est la moyenne arithmétique de plusieurs dizaines de points du faisceau principal.

La figure ci-dessous présente la répartition spatiale de référence d'un feu d'approche avec les points à considérer (points rouges) pour le calcul de l'intensité moyenne de 20 000 cd minimum ainsi que les courbes

iso candela associées (courbes à intensités lumineuses égales), soit 10 000 cd pour le faisceau principal et 2 000 et 1 000 pour les faisceaux secondaires.

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

Les 8 carrés apparaissant également sur la figure représentent les points de mesures pour évaluer la conformité du feu en couleur (mesures colorimétriques) lors de la certification : les 5 points de l'ellipse principale constituent une norme, les 3 points extrêmes, une simple recommandation.

Cette certification de type des feux de balisage permet de s'assurer de la conformité des performances photométriques et colorimétriques des feux neufs, performances qui se dégraderont dans le temps du fait de l'usure des composants, notamment des lampes ou sources lumineuses, mais aussi de l'état de salissure des optiques.

8.3. Évaluation de l'intensité lumineuse d'un feu

L'intensité lumineuse d'un feu installé sur site peut être évaluée, entre autres, par une mesure effectuée avec un luxmètre portable qui permet d'obtenir une grandeur physique appelée Éclairement (en lux).

Le luxmètre devra être choisi afin d'être compatible avec les caractéristiques propres à la technologie du feu (incandescent, led).

La relation qui existe entre l'intensité lumineuse et l'éclairement est la suivante : $I = E \cdot d^2$, où d est la distance entre la source (le feu) et le luxmètre.

Le principe d'une mesure au luxmètre sur site est de se placer à une distance de référence qui dépendra du type de feu et de chercher la valeur maximum d'éclairement.

Il faut ensuite appliquer à cette valeur maximum un coefficient spécifique, qui peut être fourni par le constructeur, pour relier cette intensité maximum à l'intensité moyenne du feu considéré.

En l'absence d'information précise fournie par le constructeur sur le sujet, une valeur par défaut de 0,70 peut être retenue.

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

La distance de mesure à retenir dépend des caractéristiques du luxmètre, de celles du feu (intensité lumineuse nominale, taille de la source) mais aussi de l'environnement lumineux ambiant. Des distances de l'ordre de 3 et 5 m ont montré leur efficacité⁷.

Il est recommandé d'effectuer ces mesures d'intensités lumineuses de nuit pour éviter d'avoir à prendre en compte la luminosité ambiante (lumière du jour variable en fonction du soleil et des conditions météorologiques) et sur piste sèche afin de ne pas rencontrer de phénomènes de réflexion de la lumière qui fausseraient, en augmentant les éclairagements mesurés, les mesures photométriques.

Le tableau ci-dessous donne les distances recommandées en fonction du type de feux (hors-sol ou encastré avec une ou plusieurs fenêtres) et de l'intensité lumineuse de référence.

Fonction	Intensité de référence (cd)	type (m)	Distance recommandée
Approche blanc	20000	hors sol et Encastré	5
Approche rouge	5000	hors sol	3
		Encastré 1 fenêtre	3
		Encastré 2 ou 3 fenêtres	5
Seuil	10000	hors sol	3
		Encastré 2 ou 3 fenêtres	5
Bord de piste	10000	hors sol	3
		Encastré 2 ou 3 fenêtres	5
Axe de piste/tDZ	5000	Encastré	3
Fin de piste	2500	hors sol	3
		Encastré 2 ou 3 fenêtres	5

Distances recommandées en fonction du type de feux et de l'intensité lumineuse de référence.

Chapitre IV: Contrôle et télémaintenance

8.4. Exploitation des mesures

Les intensités moyennes évaluées lors des mesures photométriques sont à comparer aux valeurs de référence des objectifs de maintenance définis dans le présent document : un feu sera jugé hors service lorsque l'intensité lumineuse moyenne du faisceau principal est inférieure à 50 % de l'intensité de référence inscrite dans le tableau ci-dessous.

Ces valeurs de référence sont rappelées dans le tableau du paragraphe précédent et l'application de ce critère de service en terme de maintenance est donc le suivant :

Fonction	Intensité (cd)	
	de référence	de service
Approche blanc	20000	10000
Approche rouge	5000	2500
Seuil	10000	5000
Bord de piste (blanc)	10000	5000
Bord de piste (jaune)	4000	2000
Axe de piste (blanc)	5000	2500
Axe de piste (rouge)	750	375
tDZ	5000	2500
Fin de piste	2500	1250

8.5 Exemples

Le tableau suivant, donne des exemples de mesures et d'exploitation des données pour différents feux.

Fonction	type (h/E)*	Distance (m)	Mesure Emax (lux)	I _{max} (cd)	coefficient (constructeur/défaut)	I _{moyen} (cd)	Référence OACI	Service ou hS
Approche	h	5	1257	31425	0.70	21998	10000	OK
Approche	h	5	502	12550	0.70	8785	10000	hS
Seuil	E	5	275	6875	0.85	5844	5000	OK
Seuil	h	3	604	5436	0.85	4620	5000	hS
Axe	E	3	332	2988	0.82	2450	2500	hS
Axe (rouge)	E	3	68	612	0.82	502	375	OK
Bord de piste	h	3	1692	15228	0.75	11421	5000	OK
Bord de piste	h	3	733	6597	0.75	4948	5000	hS
Fin de piste	E	3	240	2160	0.90	1944	1250	OK

H: hors sol - E: encastré

IV.7.Conclusion

Le balisage lumineux d'une piste comprend en fait celui de la piste elle-même – lequel est d'autant plus élaboré que la piste doit pouvoir être utilisée dans des conditions de visibilité plus difficiles – et la ligne d'approche dont la constitution obéit à une logique un peu différente. S'agissant donc de la piste elle-même, son balisage lumineux minimal est celui dont elle doit être équipée pour permettre son utilisation dans des conditions d'exploitation de vol à vue de nuit. À basse intensité.

Conclusion générale

Le balisage lumineux d'une piste comprend en fait celui de la piste elle-même – lequel est d'autant plus élaboré que la piste doit pouvoir être utilisée dans des conditions de visibilité plus difficiles – et la ligne d'approche dont la constitution obéit à une logique un peu différente.

Les travaux décrits dans le présent mémoire ont trait à l'étude d'un système de contrôle et commande du balisage lumineux d'aéroport piloté par un automate programmable, que L'automate constitue donc le coeur de l'automatisme. elle permet de contrôler, coordonner et d'agir sur la partie opérative c'est à dire la partie physique, dans tous les domaines industrie.

Après avoir terminé les travaux de ce projet, le programme marché très bien suit au cahier des charges pour chaque type du balisage, lampes pistes, lampes PAPI, lampes approche, lampes taxiway, lampes manche à vent, lampes éclairages parking et lampes obstacles éclairages.

Un système d'entretien préventif des aides visuelles est mis en place pour assurer la fiabilité du balisage lumineux et l'objectif de ce programme mis en place sera le maintien des installations dans un état qui ne nuise pas à la sécurité, à la régularité ou à l'efficacité de la navigation aérienne.

Le principe qui définit les exigences relatives aux systèmes visuels est le suivant : afin d'assurer la continuité du guidage, la panne de feux ne doit pas se traduire par une altération fondamentale de la configuration du dispositif lumineux.

Il convient de rappeler que les présentes spécifications ont pour objet de définir les objectifs de niveau de performance du système d'entretien et non pas de définir si un dispositif est opérationnellement hors service.

Bibliographie

- [1] livre Les automates programmables industriels. Technologie, choix et mise en oeuvre des automates programmables industriels. Philippe LE BRUN Lycée Louis ARMAND 173 Bd de Strasbourg 94736 NOGENT sur Marne Décembre 1999.
- [2] Livre les automates programmables, tome 1 caractéristique et méthodologie de programmation Dr. Ir. H.LECOCQ professeur, 2005
- [3] Article d'encyclopédie Automates Programmables Industriels Mr Alain GONZAGA (7/11/2004)
- [4] Normes et pratiques recommandées internationales es aérodromes , Annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale, volume 1 cinquième édition juillet 2009 organisation de l'aviation civile internationale OACI.
- [5] Guide de maintenance du balisage lumineux des aérodromes
Projet / Opération , DCS/GT CHEA Référence , Guide de maintenance balisage Version : V1R1 du 29/03/2007 Auteur : Pierre-Yv on MOAL
- [6] Guide de maintenance du balisage lumineux des aérodromes Service, technique de l'aviation département Sûreté, Équipements civile,
Rédaction STAC Division Équipements avec la collaboration des DAC/Ouest, DAC/ Sud et DAC/Sud -Est, Conception département SINA groupe Documentation, diffusion des connaissances (DDC) janvier 2008.
- [7] livre Automates programmables industriels Mr Philippe LE BRUN (Décembre 1999)
- [8] régulateur a courant constant monophasé type CEI et FAA -6021031 DIAM 4000 Conformité aux normes ICAO Aérodrome design manuel ,part 5CEI 61822,61821 CENELEC (ENV 50231) AENA (PPT2,rev5/1995 et ed4/2004.
- [9] POLYTECH' Cours GRAFCET Mr: Robert Valette et Mr L. BERGOUGNOUX (Marseille 2004–2005)