

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De l'Enseignement Supérieure Et De La Recherche Scientifique



Université De Blida
Département D 'Aéronautique



Mémoire

De Fin D'études

En vue de l'obtention du Diplôme D'Ingénieur D'état en Aéronautique.

Option : Opérations Aériennes.

THEME

Conception Et Exploitation D'un Aéroport

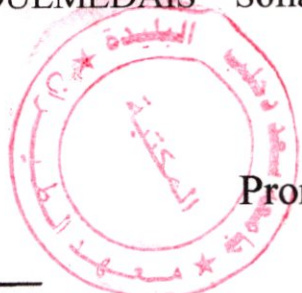
Fait par :

Mr.GUESSAB Mounir.

Mr.BOULMEDAIS Sofiane.

Promoteur :

Mr.ELAICHI Toufik.



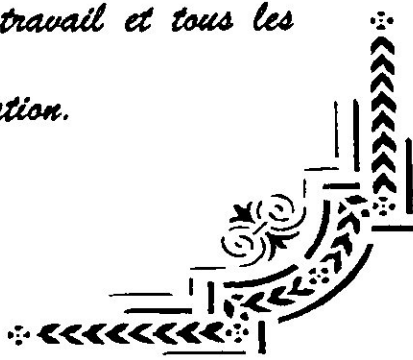

Promotion 2004 - 2005



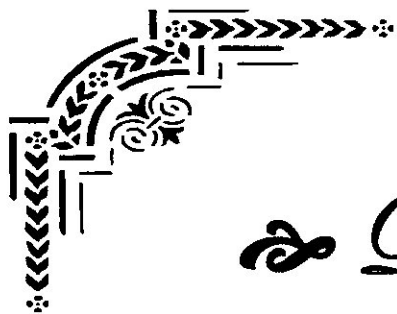
Remerciements

*Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir
donné la force de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier particulièrement notre
promoteur Mr. ELAICHI pour ses orientations et son
assistance pour mieux réaliser ce travail.*



*Nous remercions toutes personnes ayant participé de
près ou de loin à la réalisation de ce travail et tous les
professeurs qui ont participé à notre formation.*



à Dédicace à

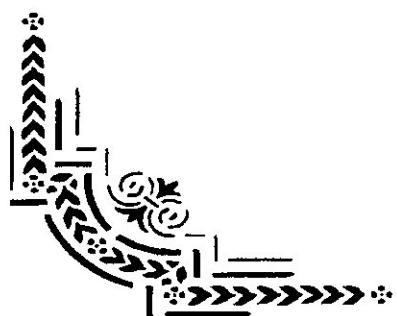
Nous dédions ce modeste travail à :

Nos chers Mères, Pères,

Frères, Sœurs,

Et

Tous ceux qui nous chers.



Mounir et Sofiane

RESUME

Dans ce modeste travail, on a donné une image sur les différentes normes à appliquer dans la conception des aérodromes et les différents aspects à respecter lors d'exploitation de ces aérodromes.

Pour cela on suivi les étapes suivantes, en premier lieu une étude générale sur les aéroports et ces caractéristiques physiques ; en deuxième lieu une autre étude sur la conception des aérodromes.

ABSTRACT

In this modest work, we give an idea on the different norms to apply in the conception of the airfields and the different aspects to respect at the time of exploitation of these airfields.

For this object we follow-up the following steps, in the first place a general survey on the airports and these physical features; in second place another survey on the conception of these airfields.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	I
DEDICACE	II
RESUME	III
INTRODUCTION	01
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES AEROPORTS	
I.1 REGIMES JURIDIQUES	03
I.1.1 Les Aérodromes Créés Par L'état.....	03
I.1.2 Les Aérodromes Non Créés Par L'état	03
I.2 GESTION	04
I.2.1 Les Gestionnaires	04
I.2.2 Propriétaires Et Gestionnaires D'aéroport	04
I.3 STRUCTURES AEROPORTUAIRES	04
I.4 EXPLOITATION TECHNIQUE DES AERODROMES	04
I.4.1 Gestion Technique D'un Aérodrome	05
I.5 EXPLOITATION COMMERCIALE DES AEROPORTS	05
I.5.1 Les Différents Intervenants.....	05
I.5.2 Recettes Et Dépenses D'exploitation	06
CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES PHYSIQUES	
II.1 CLASSIFICATION DES AERODROMES	10
- Le Code De Référence De L'Aérodrome.....	10

II.2 LA PISTE	11
II.2.1 Orientation De La Piste.....	11
II.2.2 Longueur De La Piste.....	12
II.2.3 Largeur De La Piste.....	16
II.2.4 Profil En Long De La Piste	17
II.2.5 Profils En Travers De La Piste	19
II.2.6 Croisements De Pistes.....	20
II.2.7 Pistes Parallèles.....	20
II.2.8 Accotements De Piste.....	21
II.2.9 Prolongement D'arrêt.....	21
II.2.10 Prolongement Dégagé.....	22
II.2.11 Raquette De Retournement.....	23
II.3 LES BANDES DE PISTE	24
II.3.1 Longueur De La Bande.....	24
II.3.2 Largeur De La Bande.....	24
II.3.3 Bande Aménagée	25
II.3.4 Pentes De La Bande.....	25
II.4 LES VOIES DE CIRCULATION ET LEURS BANDES	26
II.4.1 Les Voies De Circulation.....	26
II.4.2 Bande De Voie De Relation	30
II.5 DEGAGEMENTS AERONAUTIQUES	38
II.5.1 Surfaces de dégagement associées à l'atterrissage.....	38
II.5.2 Trouée de décollage.....	45

CHAPITRE III : AIDES VISUELLES

III.1	EQUIPEMENTS DE L'AIRE DE MANŒUVRE.....	49
III.1.1	Le Balisage	49
III.1.2	La Signalisation	64
III.2	LES AIDES A L'APPROCHE ET A L'ATTERRISSAGE.....	71
III.2.1	Indicateurs Visuels De Pente D'approche... ..	71
III.2.2	Aides Radioélectriques.....	73

CHAPITRE IV : CHAUSSEES AERONAUTIQUES

IV.1	LES TYPES DE CHAUSSEE AERONAUTIQUE	78
IV.1.1	Les chaussées souples.....	78
IV.1.2	Les chaussées rigides.....	78
IV.1.3	Avantages et inconvénients de ces types de chaussée.....	79
IV.2	LES CHARGES DE CALCUL	79
IV.2.1	Les masses des avions	79
IV.2.2	Les atterrisseurs d'avion	80
IV.3	METHODE DE DIMENSIONNEMENT.....	81
IV.3.1	Dimensionnement forfaitaire.....	82
IV.3.2	Dimensionnement de la chaussée souple	83
IV.3.3	Dimensionnement de la chaussée rigide.....	83
IV.3.4	Dimensionnement optimisé	84
IV.4	GESTION DES CHAUSSEES AERONAUTIQUES -METHODE A.C.N.- P.C.N.....	85
IV.4.1	Méthode A.C.N.- P.C.N.....	85
IV.4.2	Détermination des A.C.N.....	86

IV.4.3 Détermination des P.C.N.....	88
-------------------------------------	----

CHAPITRE V : AEROGARES ET AIRE DE STATIONNEMENT

V.1 AEROGARES PASSAGERS	92
V.1.1 L'aérogare Et Ses Fonctions	92
V.1.2 Liaisons Entre L'aérogare Et Les Avions Pour Les Passagers	99
V.1.3 Evolutivité, Flexibilité, Extensibilité Du Bâtiment	100
V.1.4 Sûreté	100
V.1.5 Dimensionnement D'une Aérogare	102
V.1.6 Différents Concepts D'aérogare	108
V.1.7 Règlements Généraux	109
V.2 AEROGARES DE FRET	110
V.2.1 Notions Générales Sur Le Fret Aérien	110
V.2.3 L'aérogare de fret	111
V.3 AIRE DE STATIONNEMENT	118
V.3.1 L'organisation Des Postes De Stationnement	118
V.3.2 Le calcul du nombre de postes de stationnement	119
V.3.3 Positions de stationnement	120

CONCLUSION	123
-------------------------	------------

BIBLIOGRAPHIE

ABREVIATION

INTRODUCTION

Vu l'évolution du trafic aérien dans le monde entier et vu l'importance du transport aérien, les utilisateurs tel que les compagnies aériennes avaient besoin de nouveaux sites pour satisfaire à cette demande. Pour cela on a choisi de donner une image synthèse sur la conception de ces sites (AÉROPORTS) et les normes à respecter lors de la conception.

Le transport aérien reconnaît plusieurs étapes. La première guerre mondiale avait ouvert la voie au transport aérien par les progrès qu'elle avait fait faire à l'aviation et par la mise sur le marché d'un parc important d'aéronefs qui ne demandaient qu'à être désarmés.

La seconde guerre mondiale a également métamorphosé (changé) le paysage aéronautique en produisant des avions qui font de longues distances mais exigeant des infrastructures adaptées, accessibles en toutes circonstances et en toute sécurité.

D'une part, l'aéroport constitue bien souvent un enjeu pour le développement économique d'une région car il est au cœur du transport de passagers et de marchandises (fret), crée de nombreux emplois dans des domaines techniques, commerciaux entre autres et favorise le développement d'infrastructures (réseaux autoroutier, ferroviaire par exemple). D'autre part, son activité génère des contraintes (servitudes aéronautiques et radioélectriques, zones de dégagement) et des nuisances (sonores notamment). La conception d'un aérodrome doit donc tenir compte de ce contexte tout en respectant les contraintes techniques liées à son activité même : l'accueil de passagers, le stationnement, la maintenance d'aéronefs, le transport de marchandises.

INTRODUCTION

Notre travail consiste :

1-Dans la première partie, nous allons présenter des généralités sur les aéroports ainsi que leurs caractéristiques physiques.

2-La deuxième partie sera consacrée à l'élaboration de la conception des aéroports (les aides, les chaussées aéronautiques, les aérogares et les aires de stationnement).

Chapitre I

Généralités Sur Les Aéroports

I.1 REGIMES JURIDIQUES :

Il existe deux grandes catégories d'aérodromes :

- 1- les aérodromes créés par l'Etat.
- 2- les aérodromes créés par une personne autre que l'Etat.

I.1.1 Les Aérodromes Créés Par L'état :

➤ **La régie directe :**

L'Etat gère directement les installations qu'il a lui-même créées.

➤ **Les établissements publics :**

Un établissement public est une personne publique :

- a- Qui est, en principe, rattachée à une collectivité publique (établissements publics étatiques et/ou locaux).
- b- Qui est contrôlée par l'Etat.

➤ **Les autorisations d'occupation temporaires (A.O.T) :**

Pour une courte durée, l'Etat confie à un tiers la gestion de l'aérodrome. Il ne doit s'agir que d'une situation transitoire.

➤ **Les Concessions aéroportuaires :**

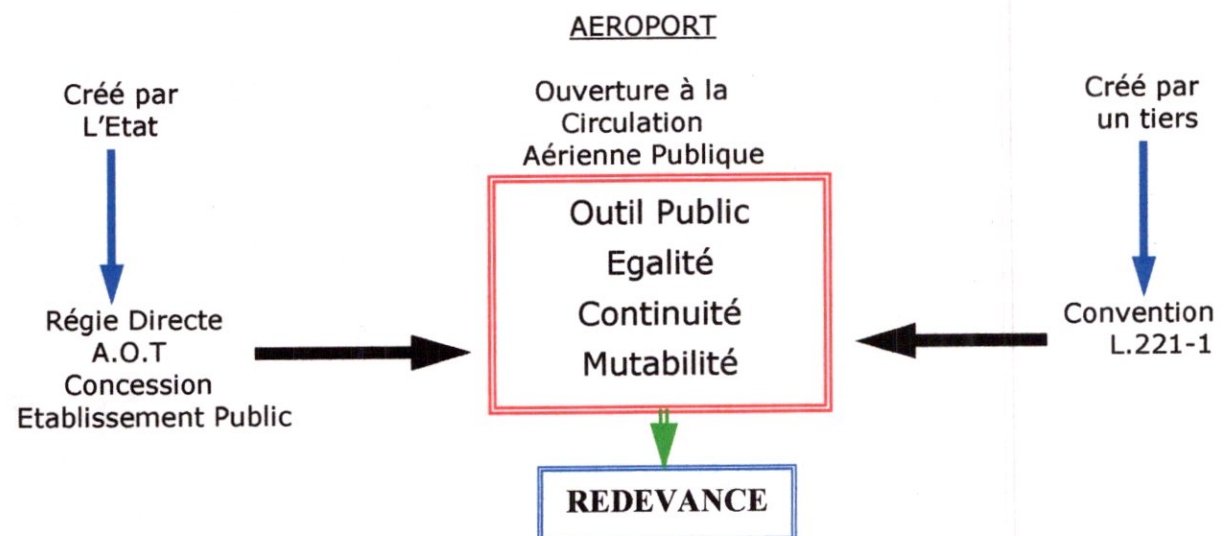
Définition de la concession :

C'est l'acte par lequel une personne publique confie à une personne morale ou physique de droit public ou privé, appelée concessionnaire, la gestion d'un service public.

En contrepartie des obligations qu'il accepte, le concessionnaire est autorisé à percevoir une redevance auprès des usagers qui bénéficient du service rendu, ou de l'occupation du domaine.

I.1.2 Les Aérodromes Non Créés Par L'état :

Si l'aérodrome est ouvert à la Circulation Aérienne Publique alors il existe une convention entre l'Etat et le Créateur, qui est appelée « La Convention L.221.-1 ».



I.2 GESTION :

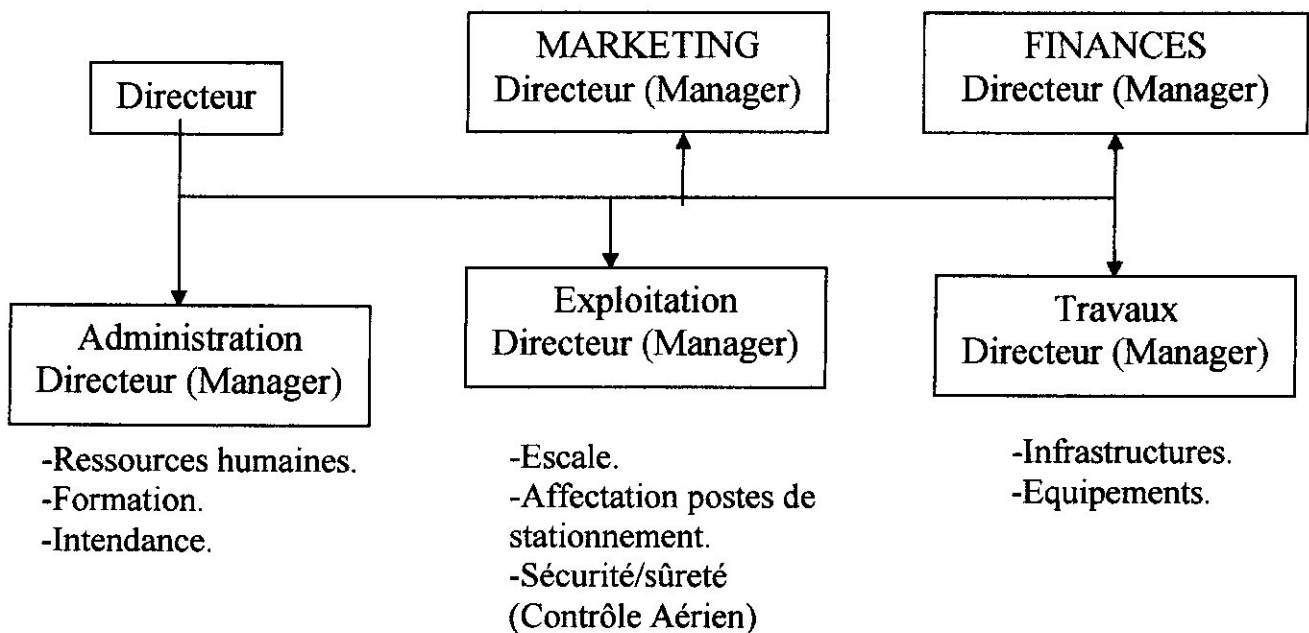
I.2.1 Les Gestionnaires :

- Les chambres de commerce et d'industrie.
- Les collectivités locales et leurs groupements.
- Les sociétés d'économie mixte.

I.2.2 Propriétaires Et Gestionnaires D'aéroport :

- Propriété publique (Etat, collectivités) et exploitation par les autorités nationales de l'aviation civile.
- Propriété publique (Etat, collectivités) et exploitation par un opérateur indépendant (publique ou privé).
- Propriété privée et exploitation par un opérateur indépendant (privé).

I.3 STRUCTURES AEROPORTUAIRES :



I.4 EXPLOITATION TECHNIQUE DES AERODROMES :

On inclut dans le domaine de l'exploitation technique :

- ✉ Tous ce qui concerne les mouvements d'avions qu'il s'agisse de la circulation au sol ou en vol.
- ✉ Tous ce qui concerne les opérations effectuées au sol et n'intéressant qu'indirectement des mouvements d'avions (activités météo, télécommunication, etc...).

I-4-1 Gestion Technique D'un Aérodrome :

Elle fait intervenir des fonctionnaires de chacune des trois directions de la direction générale de l'aviation civile :

- le commandant d'aérodrome, fonctionnaire de la navigation aérienne, chargé de la protection, de la sûreté, et du fonctionnement des services techniques.
- Un responsable du service de la météorologie.
- Un responsable du service locale des bases aérienne, chargé de la gestion du domaine aéronautique, de l'établissement des projets d'infrastructures aéroportuaires, de l'exécution des travaux et de leurs contrôle.

Dans le cas des aéroports principaux ces différents fonctionnaires dépendent d'un chef unique : Le directeur de l'aéroport principal.

Les différentes fonctions et services à assurer sur un aérodrome sont :

- Le contrôle d'aérodrome.
- Le contrôle d'approche.
- Le service d'opérations aériennes.
- Le bureau de pistes.
- Le bureau d'information aéronautique.
- Les services SSIS.
- La météo.
- La maintenance des équipements de navigation aérienne.
- L'entretien des aires et des bâtiments.
- La police d'aérodrome.

I.5 EXPLOITATION COMMERCIALE DES AEROPORTS :

I.5.1 Les Différents Intervenants :

On peut distinguer en général 3 intervenants au niveau d'un aéroport :

1. L'Etat : C'est lui qui assure dans tous les cas :

- ↳ Le contrôle de la circulation aérienne publique.
- ↳ Les missions de police et de contrôle de l'application des règlements de navigation et de transport aérien.

2. Le Créateur :

C'est en général le propriétaire (ou le locateur) du terrain.

3. Le Gestionnaire : Le créateur a à sa charge l'exploitation commerciale des aérodromes. Le plus souvent l'Etat exploite directement les petits aérodromes dont il est le créateur, il d'agit de l'exploitation en régie directe.

Cependant, dans le cas d'aérodromes plus importants, l'Etat concède tout ou partie de la gestion de l'exploitation à un gestionnaire qui peut être :

- ❖ Un établissement privé.
 - ❖ Un tiers, le plus souvent une Chambre de Commerce et d'Industrie.
- ✈ L'exploitation commerciale d'un aéroport est par définition :

L'ensemble des activités de l'aéroport relatives au fonctionnement de l'aérogare, de la gare de fret, l'exploitation des hangars, l'accès à l'aéroport, les prestations fournies aux usagers, la construction et l'entretien des bâtiments et tout le service commercial destiné à apporter aux usagers les commodités et services dont ils ont besoins.

Toutes ces activités se traduisent pour les intervenants par des recettes et dépenses dues à l'exploitation de l'aéroport.

I.5.2 Recettes Et Dépenses D'exploitation :

I.5.2.1 Les Recettes :

Elles sont constituées par le produit d'un certain nombre de redevances prélevées par le concessionnaire auprès des usagers. Ces redevances sont de deux types :

A. Les Redevances Aéronautiques :

Elles sont directement fonction de l'importance de l'activité aéronautique s'exerçant sur l'aéroport (nombre de mouvements d'avions, trafic passager, etc...).

Ces redevances dont les tarifs étaient, jusqu'en 1974 fixés par l'Etat, sont désormais fixées par le concessionnaire qui doit toutefois demander l'accord, à posteriori de l'administration.

L'Etat fixe l'assiette et le concessionnaire fixe le taux de la redevance.

Description :

Elles sont au nombre de 5 :

- ✈ La redevance à l'atterrissage.
- ✈ La redevance de carburant.
- ✈ La redevance passagers.
- ✈ La redevance de stationnement.
- ✈ La redevance de balisage.

1. La redevance à l'atterrissage :

Elle est acquittée par tout aéronef effectuant un atterrissage sur l'aéroport. Son tarif est fonction du poids maximale au décollage de l'aéronef et son taux à la tonne est d'autant plus élevé que l'aéronef est plus lourd.

2. La redevance de carburant :

Sur tous les aérodromes ouvert à la circulation aérienne publique, l'occupation de terrains ou d'immeuble en vue de distribuer les carburants pour aéronef, donne lieu au profit de l'exploitant de l'aéroport au paiement d'une redevance,

Cette redevance comprend un élément fixe et un élément variable calculé d'après les quantités de carburant délivrés.

3. La redevance passagers :

Cette redevance est due par le transporteur pour l'utilisation des ouvrages locaux d'usage commun servant à l'embarquement au débarquement et à l'accueil des passagers, et pour tout passagers voyageant sur un aéronef exploité à des fins commerciales. Elle est appliquée aux passagers au départ de l'aéroport.

4. La redevance de stationnement :

Sur tout aéroport on peut distinguer trois catégories de surface destinées de stationnement :

Aire de trafic : aire où sont déposés ou embarqués les voyageurs avant que l'aéronef rejoigne la piste ou une autre aire de stationnement.

Aire de garage : aire où demeure l'aéronef entre deux vols successifs.

Aire d'entretien : aire destinée à l'entretien des appareils.

5. La redevance de balisage :

Elle est due pour tout mouvement d'aéronef ayant lieu alors que le balisage lumineux est en fonctionnement.

B. Les Redevances Extra-Aéronautiques :

Elles sont liées essentiellement aux activités commerciales ayant lieu sur l'aéroport.

Les taux de ces redevances sont fixés par le concessionnaire qui doit tenir compte des pressions des différents utilisateurs.

Description :

Les recettes extra-aéronautiques correspondent aux services rendus par le concessionnaire aux différents utilisateurs. Elles constituent une part importante des recettes (25 à 50 %). Elles proviennent des redevances suivantes :

- ↳ Redevances domaniales.
- ↳ Redevances pour prestation de service.
- ↳ Redevances d'assistance aéroportuaire.
- ↳ Redevances parking auto.

1. Redevances domaniales :

Elles sont exigibles du fait de l'occupation de terrains, locaux à usage privés, bâtiments administratifs, techniques ou industriels.

Les taux de ces redevances sont très variables suivant l'emplacement et l'utilisation de la surface louée.

2. Redevances commerciales :

Elles résultent d'un contrat particulier avec chaque commerce. Elles consistent en général en un pourcentage prélevé sur le chiffre d'affaire.

Chapitre II

Caractéristiques Physiques

Le taux varie entre 5 et 10 % du chiffre d'affaires pour les commerces, loueurs de voitures et restaurants-bar.

Il peut atteindre 20 à 25 % dans le cas des boutiques de vente en détaxe.

3. Redevances pour prestation de service :

Ces redevances sont habituellement facturées pour l'électricité, le chauffage, le conditionnement, l'eau froide, l'entretien des locaux, l'enlèvement des ordures, le téléphone, etc...

4. Redevances d'assistance aéroportuaire :

Ces redevances sont perçues sous forme de rémunération accessoire pour les opérations d'assistance aéroportuaire et d'escale (services de manutention, chargement et déchargement des appareils, opérations d'assistance technique à l'arrivée et au départ, nettoyage des appareils, opérations commerciales et administratives ainsi que pour l'alimentation en eau et vidange des toilettes d'avions).

Evolution Des Recettes Extra-Aéronautiques En Fonction Du Trafic :

Pour un volume de trafic donné, le montant des recettes extra-aéronautiques est très variable d'un aéroport à un autre.

Il dépend en effet d'un certain nombre de facteurs dont les plus importants sont :

❖ La nature du trafic :

Le chiffre d'affaire et la nature des commerces dépendent dans une large mesure du pouvoir d'achat et des motivations des passagers.

❖ La politique du concessionnaire :

Le concessionnaire a la possibilité de promouvoir par différentes actions (publicité, tarifs préférentiels, etc ...) l'installation d'activités commerciales et industrielles dans la zone aéroportuaire.

- ❖ Le dimensionnement des installations peut enfin constituer un élément important dans la mesure où le développement d'activités extra-aéronautiques dépend souvent des surfaces disponibles.

C. Total des recettes :

Les recettes aéronautiques étant assez bien corrélées au trafic et les recettes extra-aéronautiques ne l'étant pas du tout, il sera de même pour les recettes totales. Le montant des recettes dépend de la nature du trafic, de la politique du concessionnaire et du dimensionnement des installations.

Eléments de code 1		Eléments de code 2		
Chiffre de code	Distance de référence de l'avion	Lettre de code	Envergure	Largeur hors tout de train principal (a)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Moins de 800m	A	Moins de 15m	Moins de 4.5m
2	800m à 1200m exclus	B	15m à 24m exclus	4.5m à 6m exclus
3	1200m à 1800m exclus	C	24m à 36m exclus	6m à 9m exclus
4	1800m et plus	D	36m à 52m exclus	9m à 14m exclus
		E	52m à 65m exclus	9m à 14m exclus
		F	65m à 80m exclus	9m à 16m exclus

(a) Distance entre les bords extérieurs des roues du train principal.

II.2 LA PISTE :

II.2.1 Orientation De La Piste :

Plusieurs facteurs influent sur le choix de l'implantation et de l'orientation d'une piste, parmi lesquels on peut citer :

- Les considérations environnementales dont notamment celles concernant le bruit.
- Les considérations météorologiques et plus particulièrement la répartition des vents de laquelle résulte le coefficient théorique d'utilisation de la piste et l'incidence de brouillards localisés,
- La topographie de l'emplacement de l'aérodrome ainsi que de ses abords et notamment la présence d'obstacles,
- La nature et le volume de la circulation aérienne résultant de la proximité d'autres aérodromes ou de voies aériennes,
- Les considérations relatives aux performances des aéronefs,

D'une manière générale, les pistes devraient être orientées de telle façon que les avions ne survolent pas des zones à forte densité de population et évitent les obstacles. Par ailleurs, elles devront autant que possible être orientées dans la direction des vents dominants.

II.1 CLASSIFICATION DES AERODROMES :

Le 2 octobre 1946 une loi stipule que les aérodromes publics et privés « destinés à la circulation aérienne publique font l'objet d'une classification établie en tenant compte des caractères et de l'importance du trafic qu'ils doivent assurer ».

Le code de référence d'aérodrome :

En 1982 l'O.A.C.I. adopte un code de référence à deux composantes, conformément à la norme imposée par l'Annexe 14 à la Convention de Chicago, que les servitudes aéronautiques instituées par ce même décret assureraient à la navigation aérienne « des conditions de sécurité au moins équivalentes à celles qui résultent des standards et des recommandations de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale ».

Les modifications apportées par l'arrêté du 31 décembre 1984 résultent ainsi d'une tentative de mise en vis-à-vis des classifications françaises et de l'O.A.C.I. permettant de transférer dans la première les spécifications adoptées par l'Organisation internationale.

Il apparut alors et pour les mêmes raisons que pour l'I.T.A.C. que la classification du code de l'aviation civile devrait être complétée de manière analogue.

L'Annexe 14 à la Convention relative à l'Aviation Civile Internationale définit un code de référence d'aérodrome à caractéristiques normales comportant deux éléments liés aux caractéristiques de performances et aux dimensions des avions appelés à utiliser cet aérodrome.

Le premier de ces deux éléments est un chiffre fondé sur la distance de référence de l'avion définie par l'Annexe 14 comme étant la longueur minimale, indiquée par son manuel de vol approuvé par l'autorité compétente ou dans une documentation équivalente du constructeur de l'avion, nécessaire pour son décollage à la masse maximale certifiée au décollage, au niveau de la mer, dans les conditions correspondant à l'atmosphère standard, en air calme et avec une pente de piste nulle.

Le second élément du code de référence est une lettre fondée sur les valeurs maximales des envergures et des largeurs hors tout des trains principaux des avions auxquels l'installation est destinée.

Eléments de code 1		Eléments de code 2		
Chiffre de code	Distance de référence de l'avion	Lettre de code	Envergure	Largeur hors tout de train principal (a)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Moins de 800m	A	Moins de 15m	Moins de 4.5m
2	800m à 1200m exclus	B	15m à 24m exclus	4.5m à 6m exclus
3	1200m à 1800m exclus	C	24m à 36m exclus	6m à 9m exclus
4	1800m et plus	D	36m à 52m exclus	9m à 14m exclus
		E	52m à 65m exclus	9m à 14m exclus
		F	65m à 80m exclus	9m à 16m exclus

(a) Distance entre les bords extérieurs des roues du train principal.

II.2 LA PISTE :

II.2.1 Orientation De La Piste :

Plusieurs facteurs influent sur le choix de l'implantation et de l'orientation d'une piste, parmi lesquels on peut citer :

- Les considérations environnementales dont notamment celles concernant le bruit.
- Les considérations météorologiques et plus particulièrement la répartition des vents de laquelle résulte le coefficient théorique d'utilisation de la piste et l'incidence de brouillards localisés,
- La topographie de l'emplacement de l'aérodrome ainsi que de ses abords et notamment la présence d'obstacles,
- La nature et le volume de la circulation aérienne résultant de la proximité d'autres aérodromes ou de voies aériennes,
- Les considérations relatives aux performances des aéronefs,

D'une manière générale, les pistes devraient être orientées de telle façon que les avions ne survolent pas des zones à forte densité de population et évitent les obstacles. Par ailleurs, elles devront autant que possible être orientées dans la direction des vents dominants.

Coefficient théorique d'utilisation d'une piste :

S'agissant de l'influence du vent sur l'orientation à donner à une piste, l'élément important est le vent traversier, terme sous lequel est désignée la composante du vent perpendiculaire à l'axe de la piste. Les manoeuvres d'atterrissage et de décollage deviennent en effet difficiles, vraiment dangereuses lorsque le vent traversier dépasse une valeur limite.

De manière à apprécier l'adéquation d'une orientation envisagée en fonction d'autres critères, on se réfère au coefficient théorique d'utilisation de la piste, qui est la valeur, exprimée en pour-cent, du rapport du nombre N_f d'observations favorables pour lesquelles la vitesse du vent traversier reste inférieure à cette vitesse limite sur le nombre total N d'observations :

$$C = 100 \times N_f/n$$

Code chiffre	Vitesse limite de vent traversier	Coefficient globale d'utilisation minimal
1	5 m/s ou 10 noeuds	70%
2	7 m/s ou 14 noeuds	80%
3	10 m/s ou 20 noeuds	95%
4	13 m/s ou 26 noeuds	95%

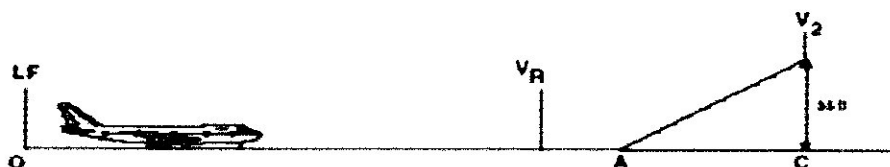
1- Coefficient D'utilisation En Fonction De Code chiffre

II.2.2 Longueur De La Piste :

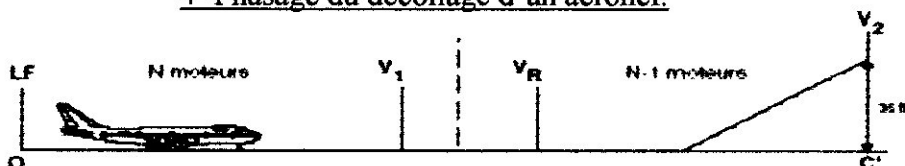
II.2.2.1 Méthode de détermination :

A. Distance de décollage :

Le décollage d'un avion est la succession d'évènements intervenant depuis son lâcher de freins (L.F.) jusqu'à ce qu'il ait atteint une hauteur de 35 ft.



4- Phasage du décollage d'un aéronef.

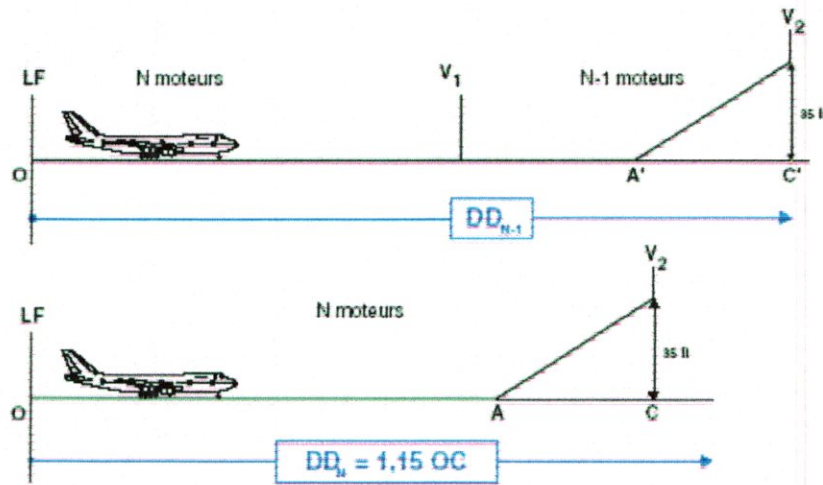


Avec : LF : lâché des freins

V₁ : vitesse de décision

V_R : vitesse de l'avion lorsque la roulette de nez quitte le sol

V₂ : vitesse de montée initiale

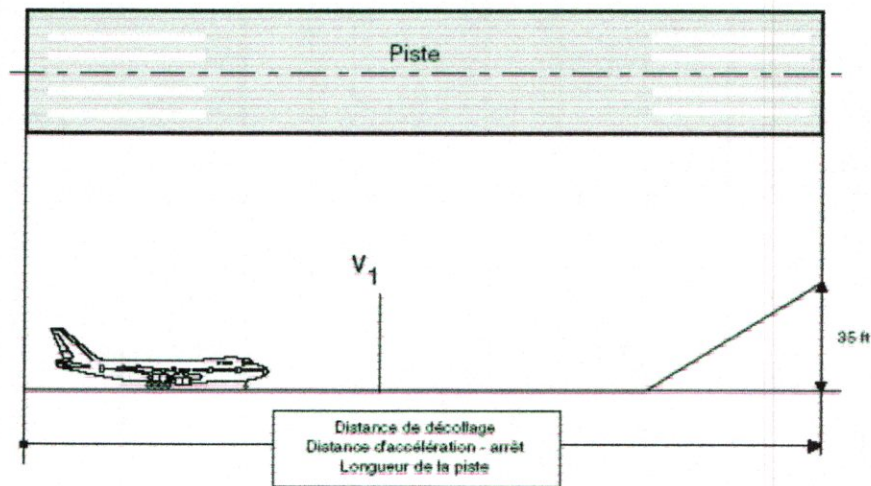


6- Distance de décollage = sup (DD_{N-1}, DD_N)

La longueur d'aménagement de piste à prévoir pour le décollage du type d'appareil considéré devra donc être la plus longue distance choisie entre $1,15 \times OC$ et OC' correspondant aux vitesses indiquées sur la figure 6. La plus longue de ces deux distances est dite distance de décollage.

B. Distance d'accélération-arrêt :

La longueur de piste doit être aménagée pour ce type d'avion devra naturellement aussi être au moins égale à la distance d'accélération-arrêt nécessaire, depuis le lâcher de freins, pour immobiliser l'appareil si, la défaillance de l'un de ses moteurs intervenant au moment le plus défavorable ou la vitesse de décision est atteinte, le pilote décidait non pas de poursuivre le décollage mais de l'interrompre.



7- Longueur de piste équilibrée.

C. Influence de la vitesse de décision :

Il est évident que la distance d'accélération - arrêt est d'autant plus longue que la vitesse de décision retenue est plus élevée.

Sauf lorsque DD_N demeure ou devient supérieure à DD_{N-1} , la distance de décollage est, à l'inverse, d'autant plus courte que la vitesse de décision retenue est plus élevée.

Ainsi est-il notamment possible, pour un avion donné exploité dans des conditions données, de choisir la vitesse de décision V_1 telle que la distance de décollage soit égale à la distance accélération-arrêt. On parle alors de longueur de piste équilibrée.

D. Choix d'une longueur de piste équilibrée :

Les types d'avion au départ envisagés par l'étude de trafic de l'aérodrome pourront être comparés entre eux en fonction de leurs longueurs de piste équilibrée correspondante.

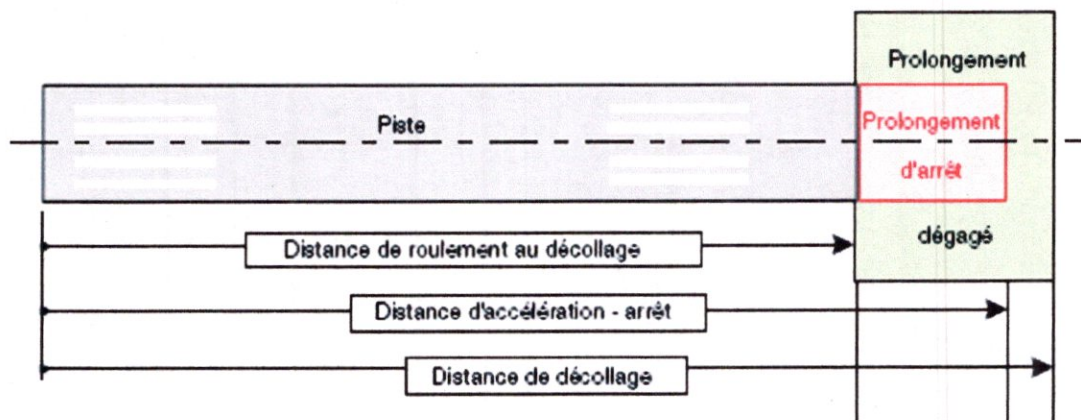
Ainsi pourra-t-il être, à l'examen de cette distribution, renoncé par avance à satisfaire intégralement les exigences des avions qui paraissent devoir présenter un caractère exceptionnel.

E. Prolongement dégagé :

Aire rectangulaire définie au sol sur l'eau, placée sous le contrôle de l'autorité compétente et choisie ou aménagée de manière à constituer une aire convenable au-dessus de laquelle un avion peut exécuter une partie de la montée initiale jusqu'à une hauteur spécifiée.

Prolongement d'arrêt :

Aire rectangulaire définie au sol à l'extrémité La distance de roulement utilisable au décollage, aménagée de telle sorte qu'elle constitue une surface convenable sur laquelle un aéronef puisse s'arrêter lorsque le décollage est interrompu.



f- Distance d'atterrissage :

Par convention, la longueur de piste nécessaire à l'atterrissage est égale à la distance d'atterrissage multipliée par un coefficient de sécurité de 1/0,6, pour les avions équipés de turboréacteurs ou de moteurs à pistons, et de 1/0,7 pour les avions équipés de turbopropulseurs.

II.2.2.2 Coefficients de correction :

Ces coefficients de correction sont donc respectivement:

- Le coefficient de correction d'altitude $(1+n_1/100)$ pour le calcul duquel n_1 a pour valeur $n_1 = 7 h / 300$

h : étant l'altitude de référence, exprimée en mètres, de l'aérodrome ;

- Le coefficient de correction de température $(1 + n_2/100)$ pour le calcul duquel n_2 a pour valeur $n_2 = T - t$

T : température de l'aérodrome, étant la moyenne mensuelle des températures maximales quotidiennes, exprimées en degrés Celsius, du mois le plus chaud de l'année (ce dernier étant celui pour lequel la température moyenne mensuelle est la plus élevée),

t : température en atmosphère type à l'altitude de l'aérodrome, ayant pour valeur exprimée en degrés Celsius : $t = 15^\circ - 0,0065 h$;

- Le coefficient de pente $(1 + n_3/100)$ pour le calcul duquel $n_3 = 10 p$

p : pente moyenne de la piste exprimée en pour-cent, étant obtenue en divisant la différence d'altitude entre le point le plus haut et le point le plus bas par la longueur de la piste.

La longueur de piste obtenue en appliquant le coefficient global

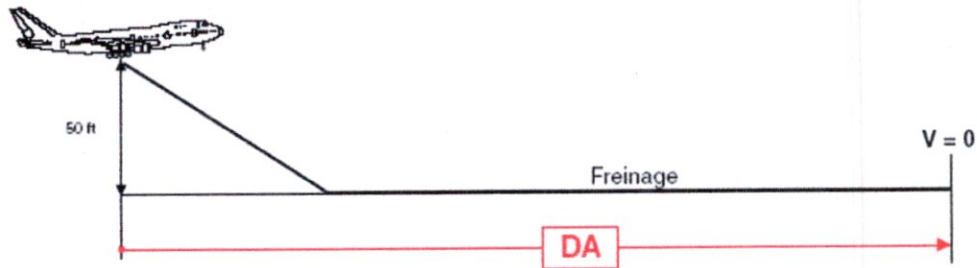
$$N = (1 + n_1/100) (1 + n_2/100) (1 + n_3/100)$$

doit encore, dans le cas d'une piste gazonnée, être majorée afin de tenir compte aussi bien de l'augmentation du frottement de roulement au décollage que de la diminution du frottement de glissement au cours de l'accélération-arrêt ou à l'atterrissage.

En l'absence d'indications particulières sur ce point, la longueur de piste recevra une nouvelle augmentation forfaitaire de 10 %.

On portera attention à ce que les coefficients de correction, qui viennent d'être indiqués, ne sont valables que lorsque la correction cumulée d'altitude et de température ne dépasse pas 35 % : $(1 + n_1/100) (1 + n_2/100) \leq 1,35$

En deca de son seuil de validité, il convient enfin de retenir que la correction ci-dessus est maximale en ce qu'elle prend en compte une température supérieure à celle qui règne le plus souvent sur l'aérodrome.



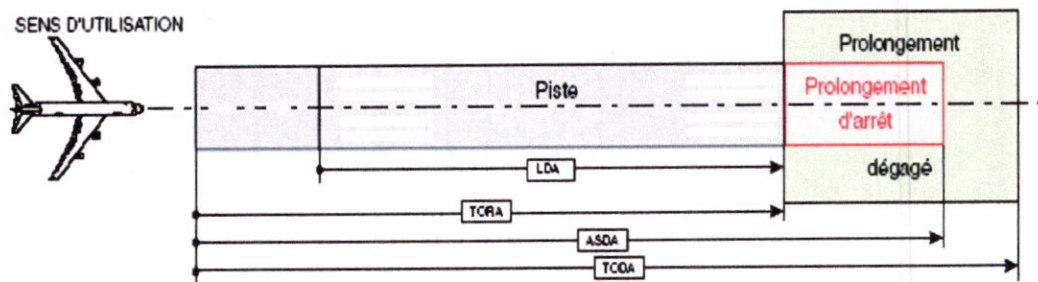
9- Distance d'atterrissage.

II.2.2.3 Distances déclarées :

Il s'agit de :

- la **TORA** (Take-off Run Available) distance de roulement utilisable au décollage, qui est la longueur déclarée comme telle,
- la **TODA** (Take-Off Distance Available) distance utilisable au décollage, qui ajoute à la TORA la longueur du prolongement dégagé, s'il y en a un,
- l'**ASDA** (Accelerate Stop Distance Available) distance utilisable pour l'accélération-arrêt, qui ajoute à la TORA la longueur du prolongement d'arrêt, s'il y en a un,
- la **LDA** (Landing Distance Available) distance utilisable à l'atterrissage, qui est la longueur de piste déclarée comme étant utilisable et convenant pour le roulement au sol d'un avion à l'atterrissage.

La figure 10 illustre la combinaison maximale.



10- Cas d'une piste comportant un seuil décalé, un prolongement d'arrêt et un prolongement dégagé.

II.2.3 Largeur De La Piste :

II.2.3.1 Piste revêtue :

La largeur d'une piste revêtue ne doit pas être inférieure à la dimension spécifiée dans le tableau 11.

Code Chiffre	Code Lettre					
	A	B	C	D	E	F
1 (a)	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2 (a)	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

(a) La largeur d'une piste avec approche de précision ne doit pas être inférieure à 30 m lorsque le chiffre de code est 1 ou 2.

11- Largeurs de piste en fonctions des codes chiffre et lettre.

II.2.3.2 Piste non revêtue :

La largeur minimale d'une piste non revêtue est de 50 m ou de 80 m selon qu'il s'agit d'une piste pour avions ou d'une piste pour planeurs. Note : Une largeur plus importante pourra notamment être retenue lorsque l'aérodrome est le siège d'un grand nombre de mouvements d'avions. Il est en effet alors possible d'utiliser alternativement un côté ou l'autre de la piste pendant le temps suffisant à permettre une reconstitution de la végétation.

II.2.4 Profil En Long De La Piste :

II.2.4.1 Pentes longitudinales :

La pente moyenne longitudinale, obtenue en divisant, par la longueur de la piste, la différence entre les altitudes maximale et minimale mesurées sur son axe ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans le tableau 12 - a :

Code Chiffre			
1	2	3	4
2 %	2 %	1 %	1 %

12- a- Pente longitudinale moyenne d'une piste

Aucune portion du profil en long de la piste ne doit en outre présenter une pente longitudinale dépassant la valeur spécifiée dans le tableau 12- b :

Code Chiffre			
1	2	3	4
2 % (a)	2 % (a)	1.5 %	1.25 %

(a) pour les pistes non revêtues cette valeur est également recommandée

12- b- Pente longitudinale maximale d'une piste

De plus, pour permettre l'exécution des approches de précision de catégories II et III, aucune portion des 900 premiers mètres de la piste du cote de l'approche aux instruments ne doit présenter de pente longitudinale supérieure a 0,8% en valeur absolue. Il est, de plus, recommande que le profil en long de ces 900 premiers mètres de la piste soit sensiblement horizontal. Cette même restriction est applicable aux pistes équipées pour les approches de précision de catégorie I et utilisables pour les entraînements aux atterrissages automatiques. Lorsque le chiffre de code est 3 et avec une approche de précision de catégorie II ou III, - lorsque le chiffre de code est 4.

II.2.4.2 Changements de pente longitudinale :

Les ondulations et les changements de pente marques et rapproches le long d'une piste sont a éviter. Lorsqu'il ne peut être évite, un changement de pente longitudinale ne doit pas excéder, entre deux pentes successives, la valeur spécifiée dans le tableau 13-a :

Code Chiffre			
1	2	3	4
2 %	2 %	1.5 %	1.5 %

13-a- Pente Longitudinale Maximale d'une piste

Le passage d'une pente à une autre doit alors être réalise par des courbes de raccordement dont les rayons de courbure doivent être supérieurs aux valeurs présentées dans le tableau 13- b :

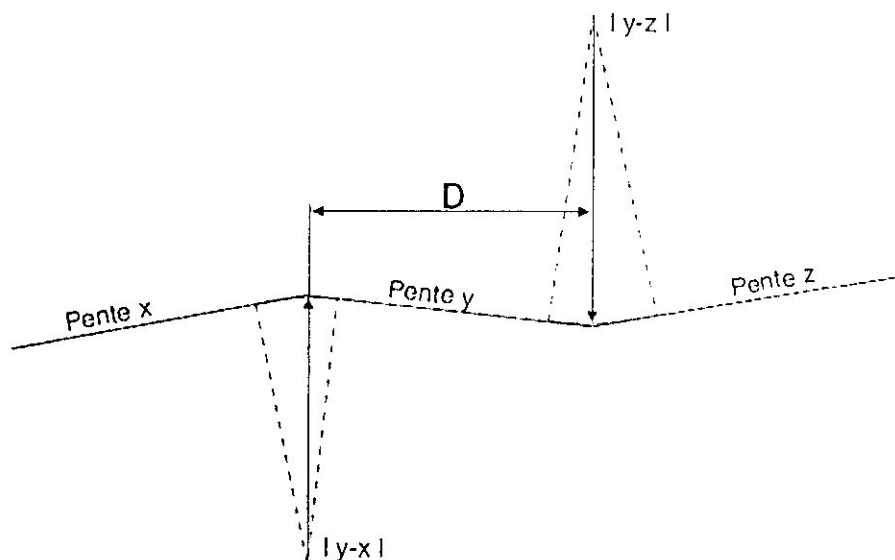
	Code Chiffre			
	1	2	3	4
Rayon de courbure minimal (en m)	7 500	7 500	15 000	30 000

3-14 b Rayon de courbure minimal de raccordement

Mesurée comme indique et schématise ci-après, la distance entre deux changements de pente successifs ne doit pas être inférieure à la plus grande des valeurs suivantes :

$$D \geq 45 \text{ m,}$$

$$D \geq (|y-x| + |y-z|) \times R \text{ minimal.}$$



15- Calcul de D distance entre deux changements de pente

II.2.5 Profils En Travers De La Piste :

Les profils en travers des pistes sont de préférence composés de deux versants plans symétriques formant toit afin de limiter la longueur d'écoulement des eaux de pluie.

On peut toutefois admettre des profils en travers à deux pentes dissymétriques dans le cas d'un élargissement de la piste si le fait d'effectuer celui-ci d'un seul côté conduit à une diminution sensible du volume des travaux.

On peut également admettre des profils en travers à un versant plan unique, notamment en cas de vent traversier fréquent où un tel profil, descendant dans le sens de ce vent traversier, facilite l'écoulement des eaux de pluie. La détermination des pentes, à donner aux versants plans, résulte d'un compromis entre deux exigences contradictoires. Si en effet une piste doit être aussi plate que possible afin de faciliter la circulation des avions et diminuer la fatigue de leurs trains d'atterrissage, elle doit par contre présenter des pentes suffisantes pour assurer l'évacuation des eaux de pluie, dans le double but d'éviter les phénomènes de glissance, et d'hydroplanage et de limiter la percolation d'eau dans le corps de piste. L'idéal est que la pente transversale soit, pour les pistes revêtues, de :

Code Chiffre					
A	B	C	D	E	F
2 %	2 %	1.5 %	1.5 %	1.5 %	1.5 %

16- Profil en travers maximal pour une piste revêtue

Bien qu'étant plus perméables, les pistes non revêtues ne permettent pas un écoulement aussi rapide des eaux de pluie. Leurs pentes transversales doivent donc être plus importantes que celles des pistes revêtues. Elles sont comprises entre 2,5% et 3%.

II.2.6 Croisements De Pistes :



Les croisements de pistes ne permettent pas de satisfaire toutes les règles de profil en long et de profil en travers applicables à chacune des deux pistes.

Il convient alors, tout en assurant l'écoulement des eaux de pluie, d'appliquer prioritairement aux profils en long de chaque piste les dispositions correspondant à son code de référence. Dans le cas du croisement de deux pistes de codes différents, on peut toutefois admettre des aménagements du profil en long de la piste de code inférieur, et en particulier une réduction des rayons de courbure des courbes de raccordement.

II.2.7 Pistes Parallèles :

Les pistes parallèles peuvent être décalées longitudinalement de manière à :

- tenir compte des contraintes dues aux turbulences de sillage,
- réduire les temps de circulation au sol et d'augmenter ainsi la capacité du dispositif de pistes. Ce décalage permet également de prendre en compte les contraintes physiques et environnementales du site.

Un doublet de pistes parallèles est caractérisé, d'une part par l'utilisation à laquelle est destinée chacune des deux pistes (doublet spécialisé, doublet banalisé ou indépendant,

doublet de pistes de codes différents pouvant être elles-mêmes à vue ou aux instruments), d'autre part par l'écartement des deux axes (doublet rapproché ou éloigné).

II.2.8 Accotements De Piste :

II.2.8.1 Généralités :

Les accotements d'une piste ou d'un prolongement d'arrêt doivent être aménagés ou construits de manière à réduire au minimum, pour un avion qui s'écarte de la piste ou d'un prolongement d'arrêt, les risques qu'il pourrait encourir du fait d'un défaut de portance du sol en place ou du manque de cohésion de ce dernier pouvant entraîner l'ingestion de matériaux par les turbomachines. Le traitement des accotements doit également être conçu de manière à supporter le poids des véhicules terrestres qui peuvent y circuler. Un défaut de contraste entre l'aspect de la surface de piste et celui de la bande peut résulter du traitement auquel ont été soumis les accotements, soit en vue d'obtenir la force portante requise, soit pour éviter l'ingestion de matériaux, On pourra alors ou bien rétablir le contraste entre la surface de la piste et celle de la bande par traitement de la surface, ou bien apposer des marques latérales de piste.

II.2.8.2 Largeur :

Des accotements de piste s'étendent symétriquement de part et d'autre de la piste de telle sorte que la largeur totale de celle-ci et de ses accotements ne soit pas inférieure à 60 m lorsque la lettre de code est D ou E et à 75 m lorsque la lettre de code est F.

II.2.8.3 Pentes :

Au raccordement de la piste et de son accotement, la surface de ce dernier doit être de niveau avec celle de la piste et sa pente transversale ne pas dépasser 2,5%. Une pente négative allant jusqu'à 5 % peut toutefois être mise en oeuvre sur les 3 premiers mètres d'accotements à l'extérieur du bord de piste afin de faciliter l'écoulement des eaux ou bien, lorsqu'il s'agit d'un renforcement de la piste, de se raccorder plus rapidement à l'existant.

II.2.9 Prolongement D'arrêt :

II.2.9.1 Largeur :

Le prolongement d'arrêt aura la même largeur que la piste à laquelle il est associé.

II.2.9.2 Pentes :

Les pentes et les changements de pente sur un prolongement d'arrêt, de même qu'à son raccordement avec la piste doivent être conformes aux spécifications

applicables à la piste à laquelle le prolongement d'arrêt est associé et ce à deux exceptions près, à savoir que :

- il n'est pas nécessaire d'appliquer au prolongement d'arrêt la limitation à 0,8 %, à laquelle peut être soumise la pente longitudinale des extrémités de piste,
- à la jonction de la piste et du prolongement d'arrêt, comme sur toute la longueur de ce dernier, le rayon de courbure minimal du raccordement de deux pentes longitudinales successives peut atteindre 10 000 m lorsque le chiffre de code est 3 ou 4, et 5 000 m, lorsqu'il est 1 ou 2.

Recommandation particulière :

Le prolongement d'arrêt peut être déclaré en prolongement dégagé. Dans ce cas, il y a lieu de veiller à ce que les pentes respectent les règles s'appliquant aux prolongements dégagés.

II.2.10 Prolongement Dégagé :

II.2.10.1 Longueur :

La longueur d'un prolongement dégagé ne doit pas dépasser la moitié de la distance de roulement utilisable au décollage (TORA). En pratique, la longueur optimale du prolongement dégagé est souvent voisine de 10% de la longueur de la piste.

II.2.10.2 Largeur :

La largeur d'un prolongement dégagé est fixée à 150 mètres. Cette dimension peut toutefois être réduite à la largeur de la bande dans le cas où celle-ci est de dimension moindre.

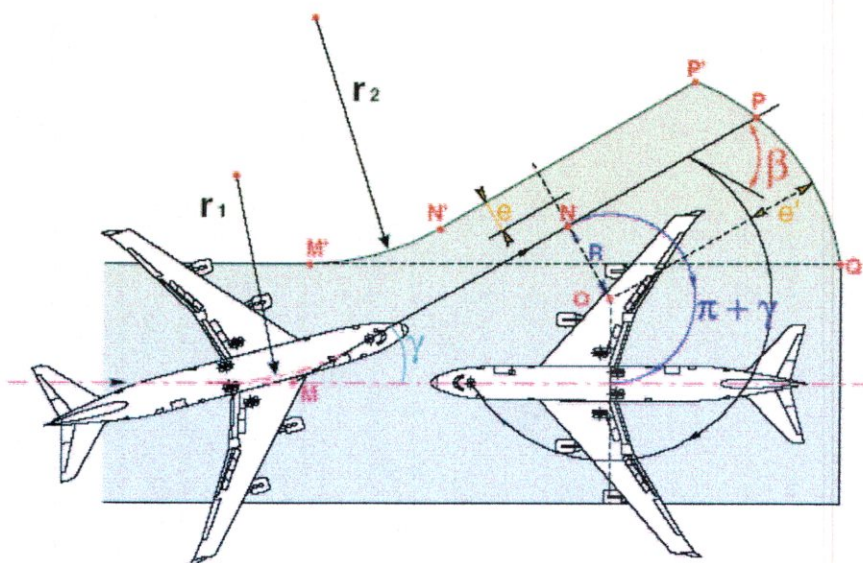
II.2.10.3 Pentas :

À l'intérieur des limites d'un prolongement dégagé, aucun point du sol ne doit faire saillie au-dessus d'un plan incliné à 1,25 % et s'appuyant à sa partie inférieure sur une droite horizontale- perpendiculaire au plan vertical passant par l'axe de la piste et passant par le point marquant sur l'axe l'extrémité de la distance de roulement utilisable au décollage.

La règle de pente qui précède n'exclut pas que, en raison des pentes transversales de la piste, de ses accotements ou de la bande, la droite d'appui du plan au-dessous duquel doit rester le prolongement dégagé puisse se trouver elle-même au-dessous du niveau de la piste, de ses accotements ou de la bande. Cette même règle n'implique pas que ces surfaces doivent être nivelées à la hauteur de la partie basse de ce plan ni que, à moins qu'ils ne soient jugés dangereux pour les avions, le relief ou les objets, qui font saillie au-dessus de ce plan au-delà de l'extrémité de la bande, doivent être supprimés dès lors qu'ils demeurent en dessous du niveau de la bande. Les changements brusques de pente

positive doivent être évités lorsque la pente, sur le sol d'un prolongement dégagé, est relativement faible ou lorsque la pente moyenne est positive. En tel cas, dans la partie du prolongement dégagé située à moins de 22,5 m de part et d'autre du prolongement de l'axe de la piste, les pentes et changements de pente ainsi que la transition entre la piste et le prolongement dégagé doivent, d'une manière générale, être semblables aux pentes et changements de pente de la piste à laquelle est associé ce prolongement dégagé. Cette règle n'interdit pas toutefois l'existence de dépressions isolées comme, par exemple, celle de tranchées traversant le prolongement dégagé.

II.2.11 Raquette De Retournement :



Pour les appareils ne pouvant effectuer un demi-tour sur la largeur de la piste, il est nécessaire de mettre en place une sur largeur de chaussée de forme particulière constituant une raquette de retournement.

L'objet d'une telle raquette est donc de permettre à un avion donne de faire demi-tour sur la piste et de se retrouver aligne sur l'axe de celle-ci, en perdant le moins possible de longueur de piste, si cette manoeuvre précède un décollage. Le trace d'une raquette est guide par les principes qui déterminent le trace des voies de circulation ou des pistes (marge aux abords des voies, accotements stabilises,...) et, par des conditions complémentaires de sécurité lorsqu'elles sont situées en extrémité de piste (protections des antennes de l'I.L.S. et du sol hors piste contre le souffle des réacteurs,...).

II.3 LES BANDES DE PISTE :

La piste, ainsi que les prolongements d'arrêt et les prolongements dégagés qu'elle peut comporter, est placée à l'intérieur d'une bande dite également « bande dégagée de piste ». Cette bande est destinée à :

- Réduire les risques de dommage auxquels est exposé un aéronef qui sort accidentellement de la piste,
- Assurer la protection des aéronefs qui survolent cette aire au cours des opérations de décollage ou d'atterrissage.

II.3.1 Longueur De La Bande :

Une bande de piste doit s'étendre en amont du seuil et au-delà de l'extrémité de la piste ou du prolongement d'arrêt jusqu'à une distance *d* d'au moins :

	Code Chiffre			
	1	2	3	4
Piste exploitée aux instruments	60	60	60	60
Piste revêtue exploitée à vue	30	60	60	60
Piste non revêtue	0	0	-	-

Distance *d* en amont du seuil (valeurs exprimées en mètres)

Revêtue Ces longueurs peuvent être déclarées en prolongement dégagé. Dans ce cas, il y a lieu de veiller à ce que les pentes respectent les règles précédemment énoncées à leur sujet.

Si la longueur du prolongement dégagé est supérieure à celles énoncées dans le tableau ci-dessus, alors la longueur de la bande de piste doit s'étendre jusqu'à l'extrémité du prolongement dégagé.

II.3.2 Largeur De La Bande :

La largeur d'une bande de piste dépend des conditions d'utilisation pour lesquelles la piste est prévue. Ainsi sera-t-elle au moins égale aux valeurs du tableau.

	Code Chiffre			
	1	2	3	4
Piste exploitée aux Instruments	150	150	300	300
Piste exploitée à vue	60 (a)	80	150	150

(a) 80 m pour les pistes pour planeurs

3-24 Largeur d'une bande (valeurs exprimées en mètres)

II.3.3 Bande Aménagée :

La bande aménagée de piste est la partie de la bande englobant la piste - ainsi que le(s) prolongement (s) d'arrêt, lorsqu'il(s) existe (nt) - et dont la surface est aménagée pour accepter le roulement accidentel d'un avion.

La bande aménagée doit s'étendre sur toute la longueur de la bande.

La largeur de la bande aménagée dépend des conditions d'utilisation pour lesquelles la piste est prévue. Elle sera au moins de :

	Code Chiffre			
	1	2	3	4
Piste exploitée aux instruments	80	80	150	150
Piste exploitée à vue	60 (a)	80	150	150

(a) 50 m pour les pistes non revêtues et 80 m pour les pistes pour planeurs.

3-25 Largeur d'une bande aménagée (valeurs exprimées en mètres)

II.3.4 Pentes De La Bande :

Les profils en long et en travers des bandes de piste doivent répondre à des conditions plus exigeantes dans la partie aménagée que dans la partie simplement dégagée.

II.3.4.1 Pentes longitudinales :

Hors partie aménagée, la pente longitudinale ne devra pas dépasser :

- > 1,5% lorsque le chiffre de code est 4,
- > 1,75% lorsque le chiffre de code est 3,
- > 2% lorsque le chiffre de code est 1 ou 2.

II.3.4.2 Profil en travers de la bande :

Sur la bande aménagée, les pentes transversales doivent être suffisantes pour empêcher toute accumulation d'eau à la surface sans pour autant dépasser les valeurs de :

- > 2,5 % lorsque le chiffre de code est 3 ou 4,
- > 3 % lorsque le chiffre de code est 1 ou 2.

II.4 LES VOIES DE CIRCULATION ET LEURS BANDES :

II.4.1 Les Voies De Circulation :

Hors influence de proximité d'une piste ou de sa bande, les caractéristiques géométriques des voies de circulation ne sont commandées que par la lettre de code de l'aérodrome dont, pour chacune d'elles, le tableau 3-32 rappelle les plages d'envergures et de largeurs de train des avions critiques appelés à y circuler. Ce même tableau est complété par l'indication des types d'avions critiques les plus fréquents (existants ou prévus) auxquels s'appliquent tous les minima et maxima donnés dans ce qui suit, y compris lorsque la proximité d'une piste introduit la prise en compte du chiffre de code.

Code Lettre	A	B	C	D	E	F
Avions Critiques	Avions Légers	CRJ-200/X Gulfstream II/IV	A-320/321 B-737 MD-80/90	A-300/310 B-757/767 DC-10 MD-11	A-330/340 B-747 B-777	Avions du futur (a)
Envergure prise pour base	<15 m	15 à 24 m	24 à 36 m	36 à 52 m	52 à 65 m	65 à 80 m
Largeur du train principal prise pour base	< 4.5 m	4.5 à 6 m	6 à 9 m	9 à 14 m	9 à 14 m	9 à 16 m

(a) A3XX, NLA (New Large Aircraft)

3-32 Avions critiques par code lettre

II.4.1.1 Tracé Des Voies De Relation :

Destinées à permettre le déplacement rapide des aéronefs, les voies de relation doivent être le plus rectiligne possible et ne comporter qu'un minimum de courbes.

II.4.1.2 Largeur Des Voies De Relation :

La largeur d'une voie de relation doit être au moins telle que, le poste de pilotage de l'avion le plus exigeant devant l'emprunter étant supposé se déplacer à la verticale de l'axe de cette voie de relation, le flanc extérieur des roues de son train principal laisse entre lui et le bord de chaussée une distance respectant la marge de dégagement (dite également écart latéral admissible) e_R donnée par le tableau 3-33.

Code lettre	Dégagement e_R
A	1.5 m
B	2.25 m
C	3 m, si la voie de relation est destinée à des avions dont l'empattement est < 18 m 4.5 m, si la voie de relation est destinée à des avions dont l'empattement est égal ou supérieur à 18 m
D	4.5 m
E	4.5 m
F	4.5 m

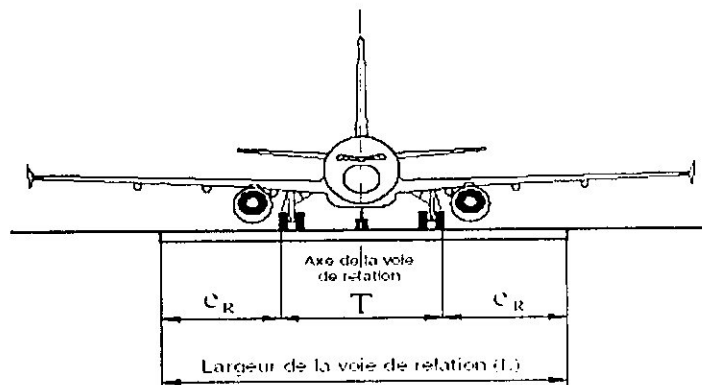
3-33 Écart latéral admissible s'appliquant aux voies de relations

Sections Rectilignes - Largeur De Base :

En section rectiligne, la largeur minimale L d'une voie de relation est obtenue en ajoutant deux fois la marge de dégagement (ou écart latéral) e_R à la largeur hors tout T du train principal de l'avion le plus pénalisant.

La largeur minimale ($L = T + 2 e_R$) d'une voie de relation en section rectiligne est schématisée par le croquis 3-34.

La borne supérieure de la plage de largeur de train principal prise pour base de chaque lettre de code permet ainsi de faire correspondre à cette dernière une largeur minimale, dite largeur de base, figurant dans le tableau 3-35.



3-34 Détermination de la largeur d'une voie de circulation

Code lettre	Largeur (L) des voies de relation
A	7.5 m
B	10.5 m
C	15 m, si la voie de relation est destinée aux avions dont l'empattement est < à 18 m (marge de 3 m) 18 m, si la voie de relation est destinée aux avions dont l'empattement est égal ou supérieur à 18 m (marge de 4.5 m)
D (a)	18 m, si la voie de relation est destinée aux avions dont la largeur hors tout du train principal est < à 9 m. 23 m, si la voie de relation est destinée aux avions dont la largeur hors tout du train principal est supérieur ou égal à 9 m.
E	23 m
F	25 m

(a) la distinction faite ici tient à ce que la largeur hors tout T du train principal des avions relevant du code lettre D ne se situe pas toujours, pour ce critère, dans l'intervalle correspondant à ce même code lettre

3-35 Largeurs des voies de relation

II.4.1.3 Pentes Des Voies De Relation :

Profil En Long :

A. Pente Longitudinale :

La longitudinale d'une voie de relation n'excèdera pas les valeurs suivantes:

- 3 % pour les lettres de code A et B,
- 1,5 % pour les lettres de code C, D, E et F.

B. Changement De Pente :

Tout changement de longitudinale doit s'effectuer de manière à ce que le passage d'une pente à une autre soit réalisé par des surfaces courbes dont la pente ne variera pas de plus de :

- 1% par 25 m (rayon de courbure minimal de 2500 m) pour les lettres de code A et B,
- 1% par 30 m (rayon de courbure minimal de 3000 m) pour les lettres de code C, D, E et F.

C. Distance De Visibilité :

Lorsqu'un changement de pente sur une voie de relation est inévitable, la distance de visibilité doit être préservée de manière telle que, de tout point situé à une hauteur de :

- **1,5 m au-dessus de la voie de relation, il soit possible de voir toute la surface de cette

même voie sur une distance d'au moins 150 m lorsque la lettre de code est A
 **2 m au-dessus de la voie de relation, il soit possible de voir toute la surface de cette même voie sur une distance d'au moins 200 m lorsque la lettre de code est B
 **3 m au-dessus de la voie de relation, il soit possible de voir toute la surface de cette même voie sur une distance d'au moins 300 m, lorsque la lettre de code est C, D, E ou F. Les pentes transversales d'une voie de relation doivent être suffisantes pour éviter l'accumulation des eaux sur la chaussée.

Pour les voies de relation revêtues, les valeurs maximales à prendre en compte sont celles données par le tableau 3-39.

	Code Lettre					
	A	B	C	D	E	F
Pente	2 %	2 %	1.5 %	1.5 %	1.5 %	1.5 %

3-39 pentes maximales des profils en travers des voies de relation revêtues

Pour les voies de relation non revêtues de code A, elles doivent être comprises entre 2.5% et 3%.

II.4.1.4 Accotements Des Voies De Relation :

Désignée sous l'appellation de bande aménagée de voie de relation, la partie aménagée d'une voie de relation comprend la voie de relation elle-même et les parties traitées de part et d'autre en accotements de façon à éviter les projections ou ingestions de corps étrangers dans les groupes motopropulseurs et à permettre la circulation des véhicules terrestres de maintenance et d'entretien.

Les accotements de voies de relation doivent avoir les largeurs minimales suivantes :

Code Lettre	Largeur Minimale d'un Accotement	Largeur Minimale De La Bande aménagée L_{RA}
A	4,5 m (a)	16,5 m
B	7,25 m (a)	25 m
C	7,5 m	30 ou 33 m (b)
D	10 m	38 ou 43 m (b)
E	10,5 m	44 m
F	17,5 m	60 m

(a) Le accotements de voies de relation correspondant aux codes lettre A et B seront simplement nivelés

(b) cf. conditions d'applications précisée dans le tableau 3-35

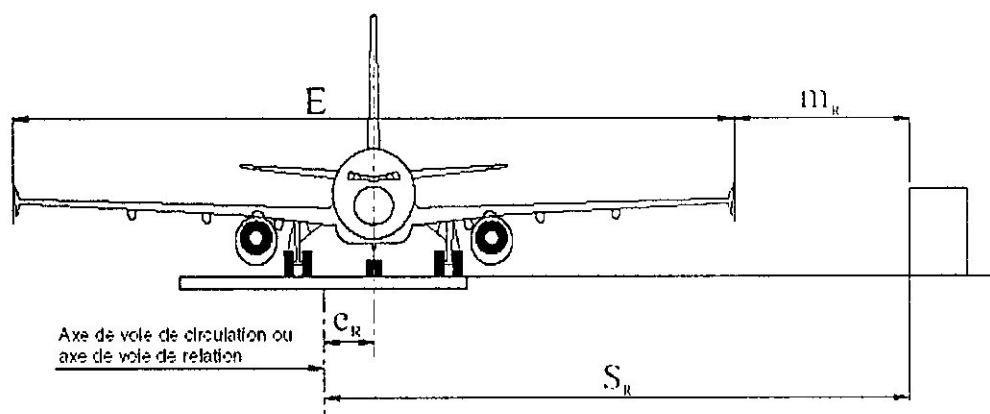
3-40 Largeur des accotements et de la bande aménagée

Dans les régions où il est possible de maintenir en permanence du fait du climat et de la nature du sol une surface engazonnée d'une qualité permettant de prévenir les phénomènes d'ingestion et de projection, on pourra se dispenser de réaliser les revêtements d'accotements, ou en limiter aussi bien la largeur que les zones d'application.

Afin de faciliter l'écoulement des eaux, la pente des accotements et du terrain avoisinant sera, sur une distance au moins égale à 15 m du bord de la voie de circulation, comprise entre 3% et 5%, pour les lettres de code A et B, et entre 2,5% et 5%, pour les lettres de code C, D, E et F.

II.4.2 Bande De Voie De Relation :

II.4.2.1 Marge De Séparation :



3-41 Distance minimale entre l'axe de la voie de relation et un objet

La bande d'une voie de relation, dite également bande dégagée de la voie de relation, s'étend de part et d'autre de l'axe de cette voie, sur une largeur assurant une marge de séparation m_R entre tout obstacle extérieur et l'extrémité d'aile de l'appareil critique en circulation.

La marge de séparation m_R devant être aménagée, selon le code lettre de l'aérodrome, pour valeur celle donnée dans le tableau 3-42.

	Code Lettre					
	A	B	C	D	E	F
Marges de séparation m_R	4,5 m	7,25 m	7,5 m	10 m	10,5 m	10,5 m

3-42 Marges de séparation m_R

En section rectiligne, la distance minimale S_R entre l'axe d'une voie de relation et un obstacle est par suite donnée par la relation :

$$S_R = \frac{E}{2} + M_R \quad (\text{avec : } M_R = m_R + e_R)$$

Dans laquelle E est l'envergure de l'avion, e_r est l'écart latéral. Le calcul de la distance minimale S_R est, pour chaque lettre de code, développé dans le tableau 3-43.

Code Lettre	1/2 Envergure 0,5 E	Marge de Séparation m_R	Ecart Latéral e_R	Marge de sécurité M_R	Distance Minimale S_R Entre Axe De Voie De Relation et un Objet	Largeur de La Bande L_R
A	7,5 m	4,5 m	1,5 m	6 m	13,5 m	27 m
B	12 m	7,25 m	2,25 m	9,5 m	21,5 m	43 m
C	18 m	7,5 m	3 m(a) ou 4,5 m	10,5 m(a) ou 12m	28,5 m(a) ou 30 m	57 m(a) ou 60 m
D	26 m	10 m	4,5 m	14,5 m	40,5 m	81 m
E	32,5 m	10,5 m	4,5 m	15 m	47,5 m	95 m
F	40 m	10,5 m	4,5 m	15 m	55 m	110 m

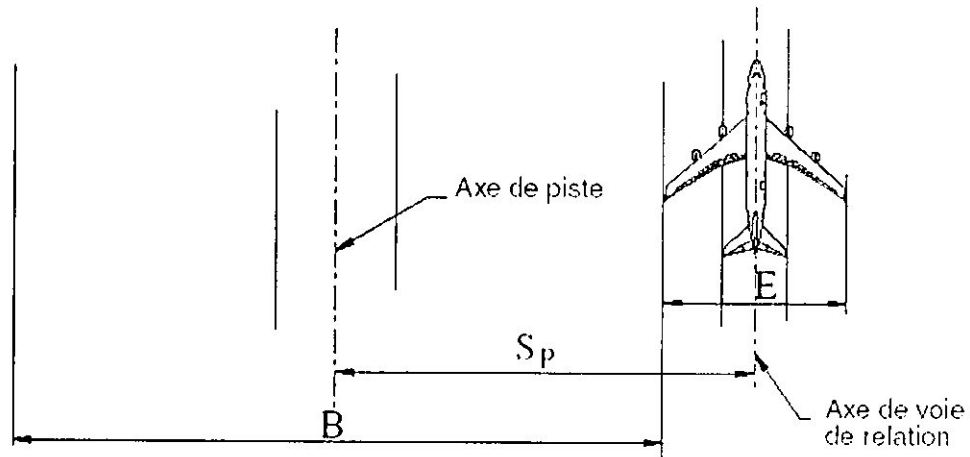
(a) Si la voie de relation est destinée à des avions dont l'empattement est inférieur strictement à 18 m

3-43 Tableau récapitulatif des marges des voies de relation par rapport à un objet

II.4.2.2 Profils En Travers De La Bande De Voie De Relation :

A l'intérieur d'une bande dégagée de voie de relation, aucun point du terrain hors chaussée ne doit se situer au-dessus d'un segment de droite issu du bord de la voie selon une pente positive de 7%. Sur la part de bande dégagée de voie de relation située en deçà du bord extérieur de la bande aménagée, aucune partie de terrain, montant en s'éloignant de la voie de relation, ne doit s'élever selon une pente supérieure à 5%.

II.4.2.3 Implantation d'une voie de relation :



3-44 Distance séparant axes de piste et de voie de relation

A. Implantation par rapport à une piste :

L'implantation de l'axe d'une voie de relation par rapport à l'axe d'une piste doit être telle que le bout d'aile de l'avion critique en mouvement sur cette voie de relation ne pénètre pas dans la bande dégagée de la piste, lorsque celle-ci est exploitée aux instruments ou dans la bande aménagée de la piste, lorsque celle-ci est utilisée à vue.

Cette condition préserve les possibilités d'atterrissage et de décollage sur la piste à laquelle la voie de relation est associée et permet de calculer l'espacement minimal S_p devant être ménagé entre axes de piste et de voie de relation par application de la relation suivante :

$$S_p = \frac{B + E}{2}$$

B est, selon les cas, la largeur de la bande dégagée ou aménagée encadrant la piste, E est l'envergure de l'avion le plus pénalisant.

La distance S_p séparant un axe de voie de relation d'un axe de piste appartenant à un aérodrome de code de référence donné ne sera par suite pas inférieure aux valeurs données par celui des tableaux 3-45-a et 3-45-b correspondant au mode d'exploitation de la piste.

Code Chiffre	Code Lettre					
	A	B	C	D	E	F
1	82.5 m	87 m	93 m	-	-	-
2	82.5 m	87 m	93 m	-	-	-
3	-	-	168 m	176 m	-	-
4	-	-	-	176 m	182.5 m	190 m

3-45-a Valeurs de S_p pour les pistes exploitées aux instruments

Code Chiffre	Code Lettre					
	A	B	C	D	E	F
1	37.5 m	42 m	48 m	-	-	-
2	47.5 m	52 m	58 m	-	-	-
3	-	-	93 m	101 m	-	-
4	-	-	-	101 m	107.5 m	115 m

3-45-b Valeurs de S_p pour les pistes utilisées à vue

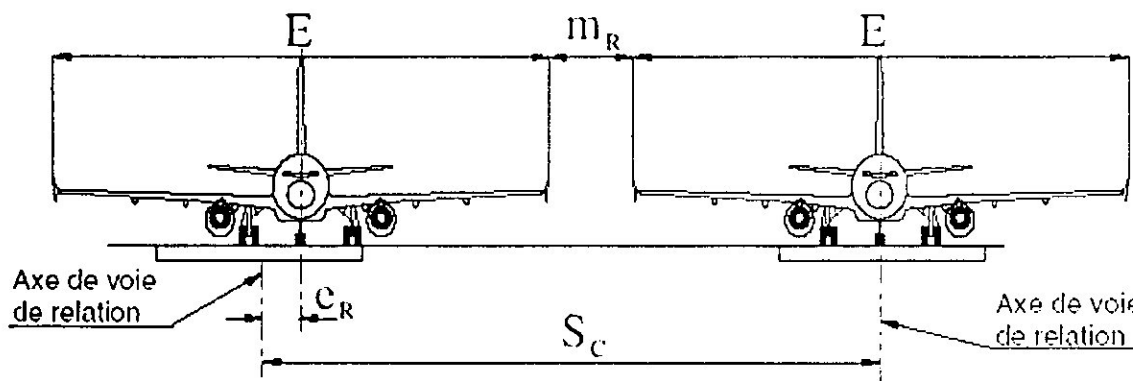
B. Implantation par rapport à une voie de relation parallèle :

La distance S_c entre axes de deux voies de relation résulte de la conjugaison de leurs demi-bandes de manière à ne conserver entre elles qu'une seule fois la marge de sécurité M_R par rapport à un obstacle. L'espacement minimal S_c entre axes de deux voies de relation parallèles est, par suite, donné par la relation:

$S_c = E + M_R$ (avec $M_R = m_R + e_R$) où m_R est la marge de séparation et e_R est l'écart latéral admissible.

La distance S_c séparant deux axes de voies de relation parallèles est donnée dans le tableau 3-47.

Dans le cas de deux voies de circulation parallèles de lettres de code différentes ou de nature différente (voie de relation - voie de desserte), on appliquera l'envergure propre à chacun des codes considérés pour déterminer la valeur de l'espacement.



3-46 Distance S_c de séparation entre deux voies de relation

Code Lettre	Envergure	Marge de séparation m_R	Marge de dégagement e_R	Marge de sécurité M_R	Espacement S_C
A	15 m	4.5 m	1.5 m	6 m	21 m
B	24 m	7.25 m	2.25 m	9.5 m	33.5 m
C	36 m	6.5 m	3 m(a) ou 4.5 m	10.5 m (a) ou 12 m	46.5 m (a) ou 48 m
D	52 m	10 m	4.5 m	14.5 m	66.5 m
E	65 m	10.5 m	4.5 m	15 m	80 m
F	80 m	10.5 m	4.5 m	15 m	95 m

(a) si les voies de relation sont destinées à des avions dont l'empattement est inférieur strictement à 18 m

3-47 Tableau récapitulatif des marges entre deux voies de relation

II.4.2.4 Sections particulières d'une voie de relation :

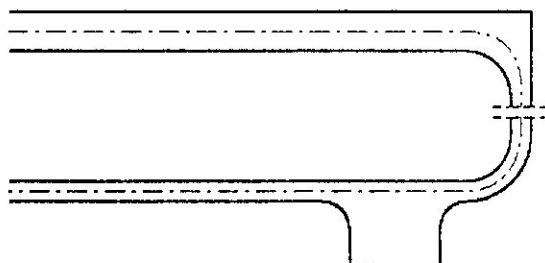
A. Pont De Voie De Relation :

La largeur, mesurée perpendiculairement à l'axe, d'un de voie de relation, conçu pour supporter des avions, ne sera pas inférieure à celle de la bande aménagée de voie de relation sauf si une protection latérale est assurée par une méthode éprouvée ne présentant aucun danger pour les avions auxquels la voie est destinée.

Pour le code F et en l'absence d'éléments plus précis sur les caractéristiques du futur très gros porteur, on adoptera une largeur de 60 m.

B. Aires d'attente :

Dans le cas où l'aire d'attente est constituée par un élargissement de la voie, son dimensionnement doit respecter les caractéristiques des aires de stationnement. Dans le cas où l'aire d'attente est formée par un ensemble de voies, la distance entre axes de ces voies doit permettre de respecter les marges de sécurité définies précédemment.



3-48 Exemple d'aire d'attente

C. Conditions relatives aux aides radioélectriques :

Le tracé des voies de relation et des aires d'attente doit être étudié pour que les aéronefs circulant sur ces voies ou en attente respectent les diverses servitudes radioélectriques. Il y a notamment lieu de considérer avec soin le cas des émetteurs de 1 V.L.S. (localizer et glide) surtout dans le cas particulier où le glide est situé entre la piste et les voies de relation.

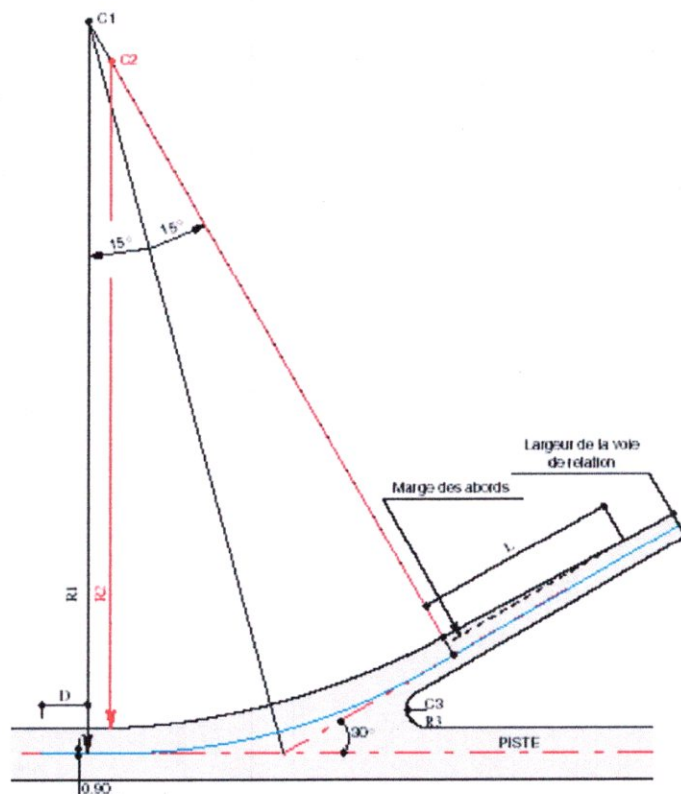
II.4.2.5 Voies De Sortie Rapide De Pistes :

A. Généralités :

Une voie de sortie rapide est une voie de relation raccordée à une piste suivant un angle aigu et conçue de manière à permettre à un avion qui atterrit de dégager la piste à une vitesse plus élevée que celle permise par les autres voies de sortie, ce qui réduit la durée d'occupation de la piste et augmente, par conséquent, la capacité de l'aérodrome.

La position d'une voie de sortie de piste est déterminée par:

- la distance du seuil de piste au point de toucher des roues,
- la distance de roulement à l'atterrissage, nécessaire à la réduction de vitesse à une valeur résiduelle compatible avec le début du virage,
- la distance entre le début du virage sur l'axe de piste et l'axe de sortie.



N.B. : la distance 0,90 m est la largeur du marquage au sol des voies de relation

3-50 Principe de dimensionnement d'une sortie rapide

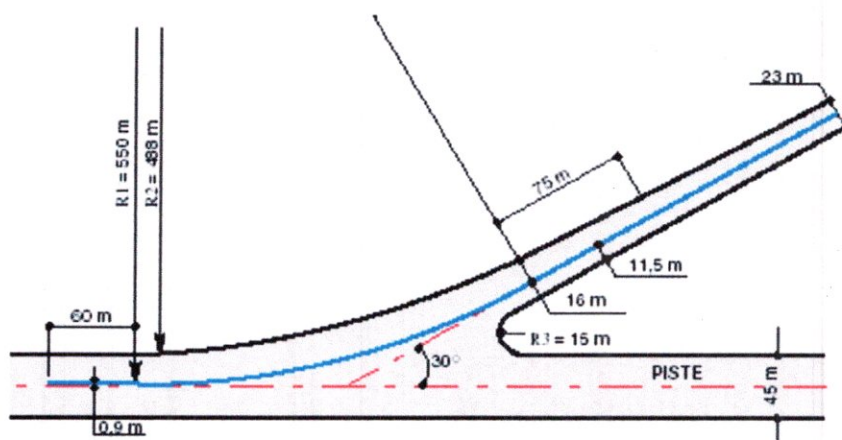
B. Conception Et Dimensionnement :

La première démarche consiste à déterminer l'avion «critique» ou la famille d'avions pour lesquels la voie de sortie rapide doit être conçue.

Plusieurs paramètres interviennent dans le tracé de la sortie rapide à savoir:

- l'angle de la voie de sortie rapide, qui, est réduit à 45°, 30°, voire même 20° (valeur usuelle : 30°).
- le rayon du cercle de raccordement R1 des axes de la piste et de la voie de sortie lequel est près de dix fois supérieur au rayon minimal habituel des lignes de guidage.
- le congé de raccordement qui comprend:

--d'un côté, un arc de cercle de rayon R2, tangent au bord de piste et un segment de droite de longueur L, ramenant la surlargeur de chaussée à une valeur nulle sur la voie de circulation,



--de l'autre côté, un arc de cercle de rayon R3,

-la section rectiligne L, après la section courbe, qui doit permettre aux avions de s'immobiliser avant une intersection avec une autre voie de relation.

À l'intersection de la voie de sortie rapide et de la piste, la marque axiale de la voie de sortie rapide est raccordée à la marque d'axe de piste et est prolongée parallèlement à celle-ci sur une distance D en amont du point de tangence T, la distance entre ces 2 marques étant de 0,90m (3 pieds.)

Code Chiffre	Code Lettre	D	R ₁	R ₂	R ₃	L	Marge des abords
1 et 2	A	30 m	275 m	253 m	5 m	35 m	1.5 m
	B						2.25 m
	C						3 m
3 et 4	D, E et F	60 m	550 m	488 m	15 m	75 m	4.5 m

3-52 Dimension d'une sortie rapide

C. Nombre de voies de sortie rapide :

Le nombre des voies de sortie rapide à prévoir est fonction de la population d'avions à recevoir sur l'aérodrome, laquelle peut être déterminée pour le moyen terme avec une relative précision.

Il est nécessaire d'étudier dans quelles mesures :

- le nombre d'avions susceptibles d'utiliser la sortie intermédiaire justifie l'investissement,
- le gain de temps pour rejoindre le poste de stationnement justifie la réalisation de la sortie.

En effet, si l'implantation de la sortie est telle que le parcours entre cette sortie et l'aire de trafic comporte plusieurs virages sur les voies de relation, le pilote devra circuler à une vitesse relativement faible. Le temps de parcours peut être alors supérieur à celui effectué sur une voie de relation rectiligne. Ce cas peut être celui d'un aérodrome où les installations terminales sont situées vers l'extrémité de piste. Sauf alors si le temps d'occupation de la piste est critique, ce qui est rare, il est plus avantageux pour le pilote de sortir en bout de piste et de rejoindre directement son poste de stationnement plutôt que de sortir en un point intermédiaire.

II.5 DEGAGEMENTS AERONAUTIQUES :

Son rôle est d'empêcher l'édification d'obstacles à proximité de l'aéroport de manière à assurer la sécurité des avions lors des phases d'approche et de décollage. Le plan des servitudes découle du plan de dégagement auquel des adaptations ont pu être apportées en fonction des obstacles recensés qui perçaient ces surfaces. Ces adaptations ne peuvent être apportées qu'après une étude de circulation aéronautique qui vise à estimer l'impact de tout obstacle sur la sécurité du trafic à proximité de l'aérodrome.

II.5.1 Surfaces de dégagement associées à l'atterrissage :

II.5.1.1 La trouée d'atterrissage :

Lorsque l'atterrissage s'effectue dans l'alignement de l'axe, la trouée d'atterrissage est alors délimitée par :

- Son bord intérieur constitué par un segment de droite horizontal, dont la longueur est indiquée dans le tableau 12-2 ci-après, segment perpendiculaire à l'axe de la piste et centré sur celui-ci en un point situé en amont du seuil, dans le sens de l'atterrissage, à une distance également indiquée dans le tableau 12-2 ci-après, la cote altimétrique de ce point étant celle du milieu du seuil,
- Son bord extérieur parallèle au précédent et distant horizontalement de celui-ci de la longueur totale de la trouée qui est indiquée dans le tableau 12-2 ci-après,
- Les droites de fond de trouée, intersections du ou des plans constituant la trouée d'atterrissage avec les deux plans verticaux passant chacun par une extrémité du bord intérieur et convergeant l'un et l'autre sur le plan axial de la piste selon un angle ayant pour tangente 10 ou 15 % suivant que l'approche à ménager doit être à vue ou aux instruments. Les trouées d'atterrissage à vue ainsi que celles associées à une approche classique, pour les pistes dont le chiffre de code est 1 ou 2, ont une seule section.

Les trouées d'atterrissage associées à une approche classique, pour les pistes dont le chiffre de code est 3 ou 4, ainsi que les trouées associées à une approche de précision ont trois sections. Lorsqu'il y a plusieurs sections, la dernière est horizontale, sa cote altimétrique étant la plus élevée des deux valeurs suivantes :

- ✓ La cote altimétrique de l'origine de la trouée augmentée de 150 m,
- ✓ La cote altimétrique augmentée de 100 m du point le plus haut du terrain naturel et des obstacles qu'il supporte sous la trouée d'atterrissage. La première section a pour pente et pour longueur les valeurs données par le tableau 12-3 ci-après suivant le chiffre de code et le mode d'exploitation concernés.

Ayant pour pente la valeur extraite du tableau 12-4 ci-dessous, la deuxième section, lorsqu'elle existe, recoupe la troisième section à une distance de son origine fonction à la fois de l'altitude de cette dernière section et de la longueur de la première. La figure 12-5 ci-contre schématise l'articulation entre les trois sections d'une trouée d'atterrissage.

(en mètre)	Piste exploitée à vue				Piste exploitée aux instruments						
	Approche à vue de jour (a)				Approche classique				Approche de précision		
									Catégorie I		Catégorie II ou III
	Chiffre de code				Chiffre de code				Chiffre de code		Chiffre de code
1	2	3	4	1	2	3	4	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4	
Largeur à l'origine	60	80	150	150	150	150	300	300	150	300	300
Distance au seuil	30 (b)	60 (b)	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Longueur totale	1600	2500	3000	3000	2500	2500	15000	15000	15000	15000	15000

(b) distance nulle pour les pistes non revêtues.

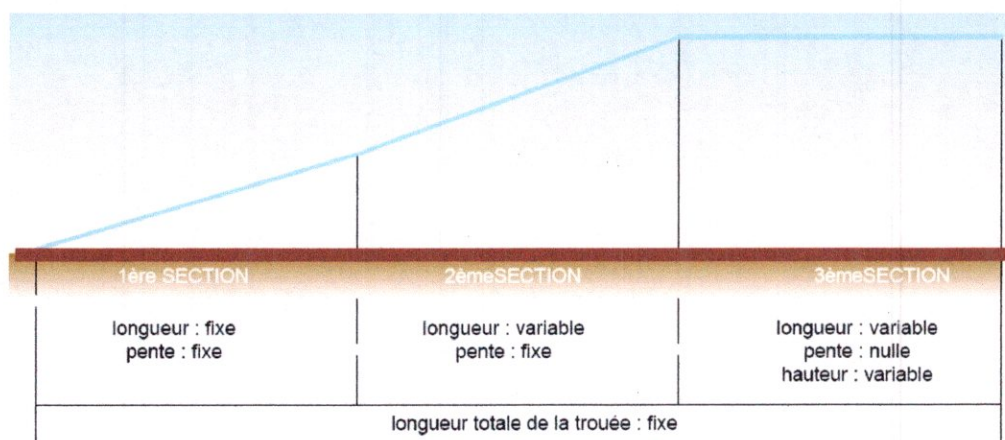
12-2- Caractéristiques générales de la trouée d'atterrissage.

(en mètre)	Piste exploitée à vue				Piste exploitée aux instruments						
	Approche à vue de jour (a)				Approche classique				Approche de précision		
									Catégorie I		Catégorie II ou III
	Chiffre de code				Chiffre de code				Chiffre de code		Chiffre de code
1	2	3	4	1	2	3	4	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4	
Longueur	1600	2500	3000	3000	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000
Pente (%)	5	4	3,33	2,5	3,33	3,33	2	2	2,5	2	2

12-3- Caractéristiques de la première section de la trouée d'atterrissage.

Piste exploitée à vue				Piste exploitée aux instruments						
Approche à vue de jour (a)				Approche classique				Approche de précision		
								Catégorie I		Catégorie II ou III
Chiffre de code				Chiffre de code				Chiffre de code		Chiffre de code
1	2	3	4	1	2	3	4	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4
Pas de deuxième section						2,5 %	2,5 %	3 %	2,5 %	2,5 %

12-4- Pente de deuxième section de la trouée d'atterrissage.



12-5-Articulation des trois sections d'une trouée d'atterrissage.

II.5.1.2 Les surfaces latérales :

Chaque surface latérale est développée par une génératrice conservant, dans un plan vertical perpendiculaire au plan axial de la piste, la pente indiquée dans le tableau 12-6 ci-après et glissant :

- d'une part, sur la ligne d'appui se déduisant de la ligne axiale de la piste par translation latérale horizontale de longueur égale à la moitié de celle du bord intérieur,
- d'autre part, sur une droite de fond de trouée d'atterrissage.

Limitée vers le bas par la ligne d'appui suivie par sa génératrice, chaque surface latérale l'est vers le haut par son intersection avec le plan de la surface horizontale intérieure. Les surfaces latérales associées à un même seuil se prolongent au-delà de celui-ci, dans le sens de l'atterrissage, jusqu'à se confondre avec les surfaces latérales associées au seuil opposé. On retrouve ici le concept de périmètre d'appui constitué par :

- ✓ les bords intérieurs des deux trouées d'atterrissage opposées,
- ✓ les segments, parallèles à l'axe de la piste, des deux lignes d'appui des surfaces latérales, et à partir desquelles sont, comme indiqué ci-après, également construites les autres surfaces de dégagement associées à l'atterrissage.

Piste exploitée à vue				Piste exploitée aux instruments						
Approche à vue de jour (a)				Approche classique				Approche de précision		
								Catégorie I		Catégorie II ou III
Chiffre de code				Chiffre de code				Chiffre de code		Chiffre de code
1	2	3	4	1	2	3	4	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4
20 %	20 %	14,3 %	14,3 %	20 %	20 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %

12-6- Pente des génératrices des surfaces latérales.

II.5.1.3 La surface horizontale intérieure :

La surface horizontale intérieure couvre l'aérodrome et ses abords à 45 m au-dessus de l'altitude de référence de ce dernier. L'altitude de référence d'un aérodrome correspond à l'altitude, arrondie au mètre près, du point le plus élevé de l'aire d'atterrissage. Publiée dans les cartes d'information aéronautique, cette altitude est utilisée pour le calage des altimètres des aéronefs avant leur décollage. Dans le cas de création d'infrastructures nouvelles ou d'extension de pistes existantes, cette altitude fait l'objet d'une estimation.

Dans le cas d'une piste unique, la surface horizontale intérieure est délimitée par le contour convexe obtenu à partir :

- de deux demi-circonférences horizontales centrées chacune sur la verticale passant par le milieu de l'un des deux bords intérieurs de la trouée d'atterrissage et dont le rayon est donné par le tableau 12-7 ci-après,
- des tangentes communes à ces deux demi-circonférences.

Dans le cas de plusieurs pistes, la surface horizontale intérieure est délimitée en joignant par des droites tangentes les arcs de cercle centrés à la verticale des milieux des bords intérieurs des différentes trouées d'atterrissage.

Piste exploitée à vue				Piste exploitée aux instruments						
Approche à vue de jour (a)				Approche classique				Approche de précision		
								Catégorie I		Catégorie II ou III
Chiffre de code				Chiffre de code				Chiffre de code		Chiffre de code
1	2	3	4	1	2	3	4	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4
2000	2500	4000	4000	3500	3500	4000	4000	3500	4000	4000
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

12-7- Rayon des demi-circonférences délimitant la surface horizontale intérieure.

II.5.1.4 La surface conique :

La surface conique s'ouvre vers le haut à partir du contour de la surface horizontale intérieure constituant sa directrice. Elle a pour génératrice une droite inclinée à 5 % dans un plan vertical restant perpendiculaire à la directrice. Limitée donc vers le bas par la surface horizontale intérieure, la surface conique s'élève, par rapport à celle-ci, jusqu'à la hauteur donnée par le tableau 12-8 ci-après.

Piste exploitée à vue				Piste exploitée aux instruments						
Approche à vue de jour (a)				Approche classique				Approche de précision		
								Catégorie I		Catégorie II ou III
Chiffre de code				Chiffre de code				Chiffre de code		Chiffre de code
1	2	3	4	1	2	3	4	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4
35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m

12-8- Hauteur de la surface conique.

Indication : (a) pour les pistes exploitables à vue de nuit, les caractéristiques à utiliser sont celles des pistes exploitées aux instruments avec approche classique.

II.5.1.5 Les surfaces complémentaires associées aux atterrissages de précision :

Les surfaces O.F.Z. définissent, au voisinage immédiat d'une piste exploitable en approche de précision, le volume d'espace aérien devant être impérativement maintenu vide d'obstacles, exception n'étant faite que pour ceux constitués par les aides à la navigation aérienne, dont la fonction nécessite qu'elles soient implantées près de la piste et sous réserve encore que leurs montures soient légères et fragibles. Ces surfaces comprennent :

- la surface intérieure d'approche, portion rectangulaire de la trouée d'atterrissage délimitée par :
 - ✓ un bord intérieur, confondu avec une partie du bord intérieur de la trouée, centré comme ce dernier sur l'axe de la piste et ayant pour longueur celle indiquée par le tableau 12-9 ci-après,
 - ✓ deux côtés partant des extrémités du bord intérieur ainsi déterminé et parallèles au plan vertical passant par l'axe de la piste,
 - ✓ un bord extérieur parallèle au bord intérieur à une distance horizontale de celui-ci également indiquée par le tableau 12-9 ci-après,
- la surface d'atterrissage interrompu portée, en aval du seuil de piste, par un plan incliné selon la pente indiquée dans le tableau 12-9 ci-après et délimitée par :
 - ✓ son bord intérieur constitué par un segment de droite horizontal, dont la longueur est égale à celle du bord intérieur de la surface intérieure d'approche, segment perpendiculaire à l'axe de la piste et centré sur celui-ci en un point situé en aval du seuil à une distance indiquée dans le tableau 12-9 ci-après,
 - ✓ deux côtés, intersections du plan support avec les deux plans verticaux passant chacun par une extrémité du bord intérieur et divergeant l'un et l'autre du plan axial de la piste selon un angle dont la tangente est, elle aussi, indiquée par le tableau 12-9 ci-après,
 - ✓ un bord extérieur intersection du plan support avec la surface horizontale intérieure.
- la surface intérieure de transition est analogue à la surface latérale mais plus rapprochée de l'axe de la piste. Elle est développée par une génératrice conservant, dans un plan vertical

	Approche de précision		
	Catégorie I		Catégorie II et III
	Chiffre de code		Chiffre de code
	1 ou 2	3 ou 4	3 ou 4
Surface intérieur d'approche			
Longueur du bord intérieur	90 m	120 m (a)	120 m (a)
Distance au seuil	60 m	60 m	60 m
Longueur	900 m	900 m	900 m
Pente	2,5 %	2 %	2 %
Surface intérieur de transition			
Pente	40 %	33,3 %	33,3 %
Surface d'atterrissage interrompu			
Longueur du bord intérieur	90 m (b)	120 m (a) 1800 m (c)	120 m (a) 1800 m (c)
Distance au seuil	10 %	10 %	10 %
Divergence	4 %	3,33 %	3,33 %
Pente			

(a) lorsque la lettre de code est F, cette valeur est portée à 155 m.

(b) distance à l'extrémité de la bande.

(c) ou distance à l'extrémité de la piste, si celle-ci est plus courte.

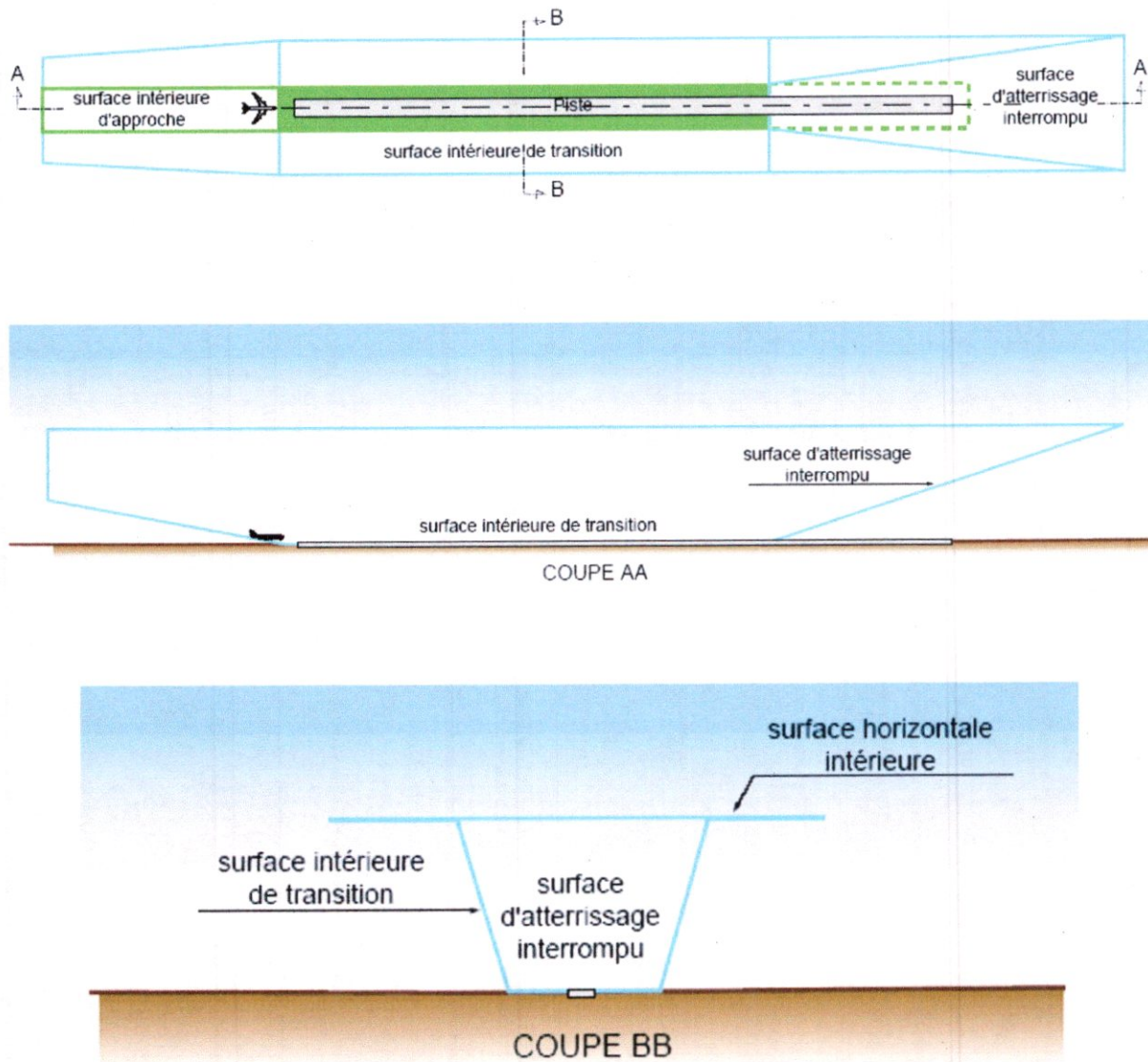
12-9- Caractéristiques des surfaces O.F.Z

Perpendiculaire au plan axial de la piste, la pente indiquée dans le tableau 12-9 ci-dessus et glissant successivement :

- ✓ sur l'un des deux côtés de la surface intérieure d'approche,
- ✓ sur la ligne d'appui se déduisant de la ligne axiale de la piste par translation latérale horizontale de longueur égale à la moitié de celle du bord intérieur de la surface intérieure d'approche,
- ✓ sur le côté faisant suite de la surface d'approche interrompue.

Limitée vers le bas par la ligne d'appui suivie par sa génératrice, chaque surface intérieure de transition l'est vers le haut par son intersection avec le plan horizontal intérieur.

La figure 12-10 ci-dessous illustre les définitions qui viennent d'être données des surfaces O.F.Z.



12-10 Surface intérieure d'approche, surfaces intérieures de transition et surface d'atterrissage interrompu

II.5.2 Trouée de décollage :

Lorsque le décollage reste dans le prolongement de l'axe de la piste, la trouée de décollage est alors délimitée par :

- Un bord intérieur constitué par un segment de droite de longueur indiquée dans le tableau 12-11 ci-après, segment perpendiculaire au plan axial de la piste et centré sur celui-ci en un point situé:
- Soit en aval de l'extrémité de la piste à une distance également indiquée dans le tableau 12-11 ci-après,

	Chiffre de code		
	1	2	3 et 4
Largeur à l'origine	60 m	80 m	180 m
Distance par rapport à l'extrémité de la piste (a)	30 m (b)	60 m (b)	60 m
divergence	10 %	10 %	12,5 %
Pente	5 %	4 %	2 % (c)
Largeur finale	380 m	580 m	1200 m
Longueur totale	1600 m	2500 m	15000 m (d)

(a) dans le cas où il existe un prolongement dégagé, l'origine de la trouée de décollage se situe à l'aplomb de son extrémité

(b) distance nulle pour les pistes non revêtues

(c) lorsqu'à l'origine aucun obstacle ne perce une trouée à 2 %, on s'efforcera de préserver ses dégagements par l'institution d'une servitude à 1,6 %

(d) longueur minimale devant permettre la protection jusqu'à une hauteur de 300 m au-dessus de la cote d'origine de trouée; une longueur plus faible peut toutefois être adoptée si elle est compatible avec les procédures dont dépend la trajectoire des avions; la longueur de la trouée pourra par contre être augmentée dans le cas d'une pente inférieure à 2 %

(cf. note (c) ci-dessus).

12-11- Caractéristiques de la trouée de décollage.

- soit à l'extrémité du prolongement dégagé, lorsque celui-ci existe et que son extrémité est au-delà du point précédent, point dont l'altitude est, dans les deux cas, celle la plus élevée au sol du prolongement jusqu'à lui du profil en long de la piste,
- un bord extérieur parallèle au précédent et distant horizontalement de celui-ci de la longueur totale de la trouée dont la valeur est indiquée dans le tableau 12-11 ci-dessus,
- deux côtés constitués successivement par :
- les intersections du plan constituant la trouée de décollage avec les deux plans verticaux passant chacun par une extrémité du bord intérieur et divergeant l'un et l'autre du plan axial de la piste selon un angle dont la tangente a la valeur indiquée dans le tableau 12-11 ci-dessus,
- deux parallèles au plan axial de la piste lorsque la largeur de la trouée a atteint la valeur finale également indiquée dans le tableau 12-11 ci-dessus.

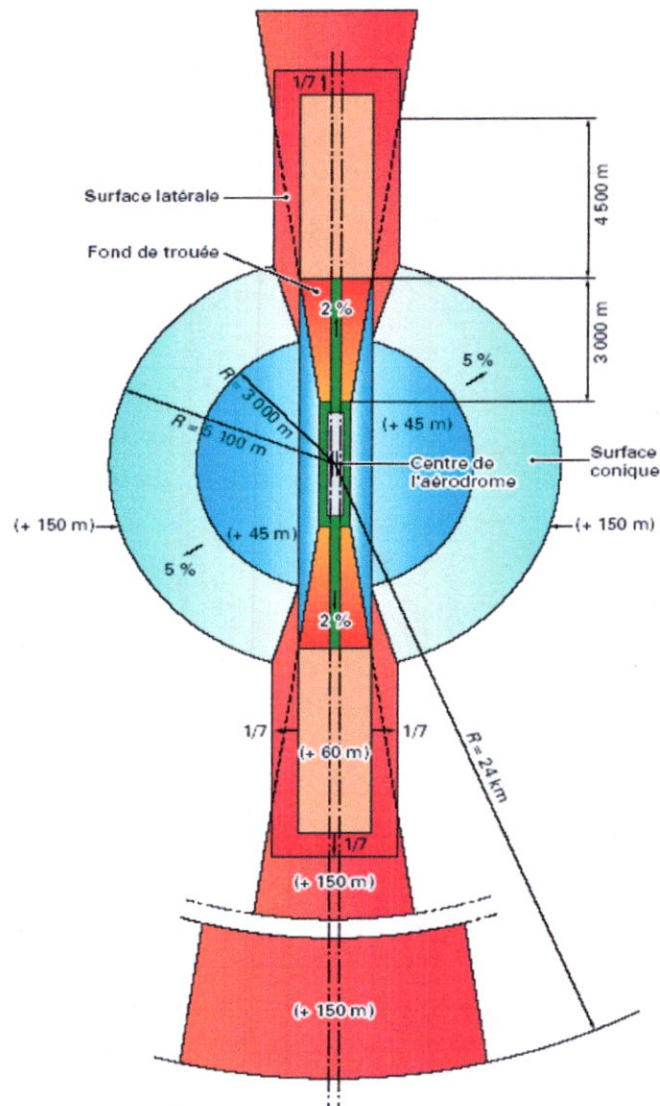
Le même tableau 12-11 ci-dessus porte également indication de la pente de la trouée de décollage mesurée dans le plan axial de la piste. La confrontation des caractéristiques des trouées d'atterrissage et de décollage conduit à remarquer que :

- ✓ leurs bords intérieurs ne se superposent qu'en l'absence de seuil décalé et de prolongement dégagé, - généralement inférieure et plus rarement supérieure (code chiffre 3 ou 4 en exploitation à vue de jour) à la largeur à l'origine de la trouée d'atterrissage, celle de la trouée de décollage en

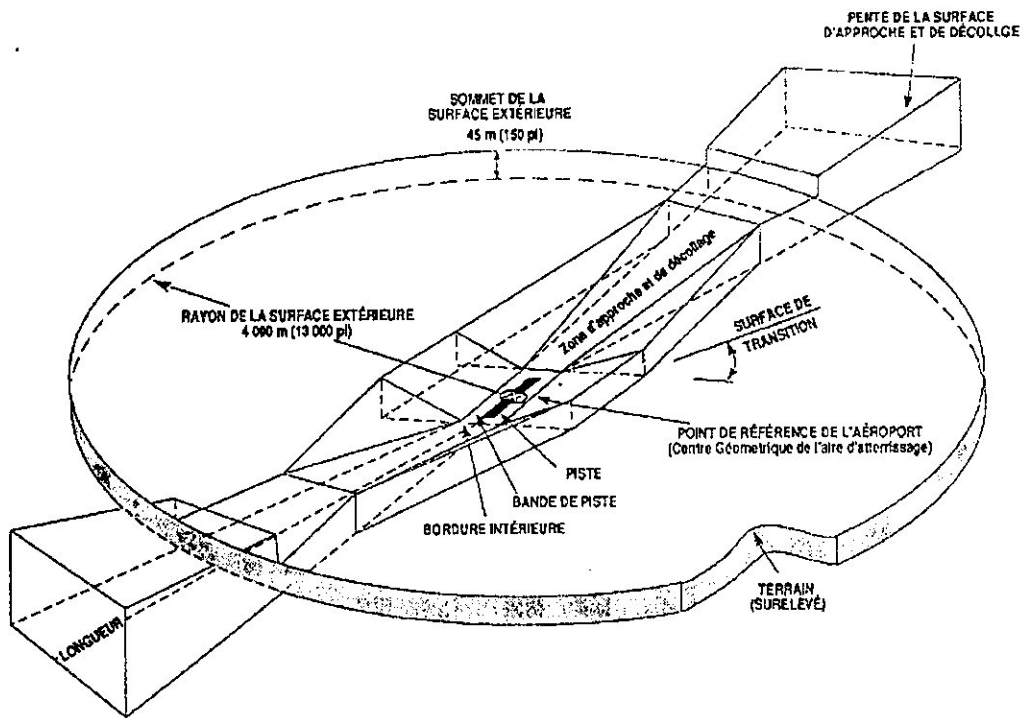
même extrémité de piste n'est égale à la première que pour un code chiffre 1 ou 2 en cas d'exploitation à vue de jour,

- ✓ indépendante du mode d'exploitation de la piste, la pente d'une trouée de décollage est :
- ✓ inférieure (code chiffre 3 ou 4) ou égale (code chiffre 1 ou 2) à celle de la première section de la trouée d'atterrissage sur le seuil correspondant à la même extrémité lorsque la piste est exploitée à vue de jour.
- ✓ supérieure (code chiffre 1 ou 2) ou égale (code chiffre 3 ou 4) lorsque la piste est exploitée aux instruments.

Les remarques qui précèdent justifient la distinction faite ici entre surfaces de dégagement associées à l'atterrissage, qui délimitent un volume idéalement vide d'obstacles, et trouée de décollage qui, en majeure partie à l'extérieur de ce volume, ne doit, en principe, être percée par aucun objet.



Vue générale des surfaces de dégagements



Vue générale des surfaces de dégagements

Chapitre III

Aides Visuelles

III.1 EQUIPEMENTS DE L'AIRE DE MANŒUVRE :

III.1.1 Le Balisage :

III.1.1.1 Balisage Non Lumineux :

Le balisage non lumineux peut être réalisé soit par des marques, soit par des balises et marques suivant qu'il s'agit de parties revêtues ou non revêtues.

A. Balisage des pistes et voies de relation revêtues :

Les marques de balisage sont de couleur blanche sur la piste et de couleur jaune sur les voies de circulation et les postes de stationnement d'aéronef.

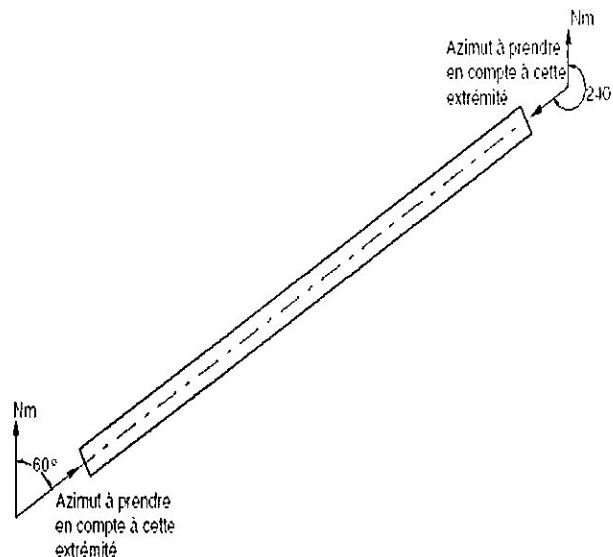
Toutefois, les marques sont de couleur jaune, même sur une piste :

- sur les aires à portance réduite, prolongement d'arrêt en particulier.
- lorsqu'elles matérialisent les raccordements aux axes des voies de circulation.
- sur les raquettes de retournement, lorsqu'elles matérialisent le raccordement à l'axe de piste après que l'avion a effectué un demi-tour.

B. Marques De Piste :

B.1 Marques D'identification :

Les marques d'identification de piste doivent être apposées aux seuils des pistes revêtues, ces marques sont constituées sur chaque seuil par un nombre à deux chiffres.



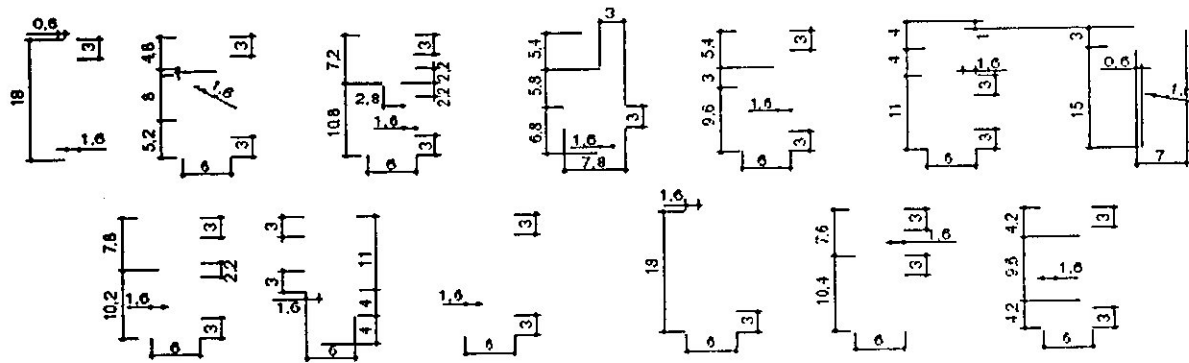
3.53 Détermination Des Marques D'identification De Piste

Fixé par l'autorité aéronautique, ce nombre de deux chiffres est le nombre entier de 01 à 36 le plus proche du dixième de l'azimut magnétique de l'axe de la piste pris dans le sens de l'atterrissage sur ce seuil et mesuré en degrés à partir du nord magnétique dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans les cas où le nombre obtenu est inférieur à dix, ce nombre est précédé d'un zéro.

Dans le cas de pistes parallèles, le numéro d'identification de la piste est accompagné d'une lettre qui est, de gauche à droite pour un observateur regardant dans le sens de l'approche :

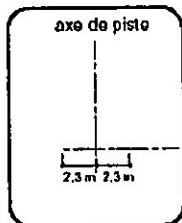
Nombre de Pistes Parallèles	Lettres
deux	L puis R
trois	L puis C puis R
quatre	L puis R puis L puis R
cinq	L puis C puis R puis L puis R
ou	L puis R puis L puis C puis R
six	L puis C puis R puis L puis C puis R

Pour les pistes dont la largeur est inférieure à 30 m, les dimensions indiquées sur les figures 3.54 et 3.55 peuvent être réduites de moitié.

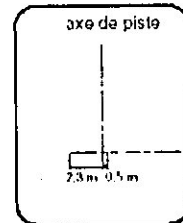


3.54 Formes Et Dimensions Des Lettres Et Des Chiffres Des Marques D'identification De Piste (valeurs exprimées en mètres)

- Cas général : 0,2,3,5,6,7,8,9

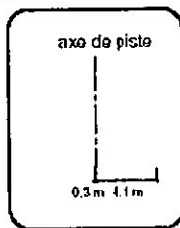
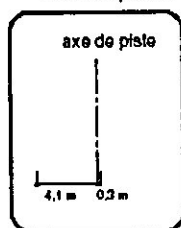


- Chiffre 4 : pistes 04, 14, 24, 34

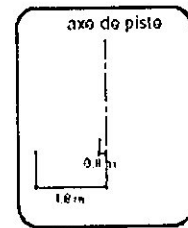
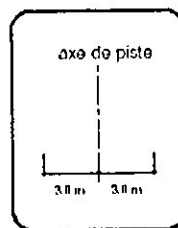


- Exceptions : chiffres 1 et 4

Chiffre 1 : pistes 1 01, 21, 31



- Nombres particuliers



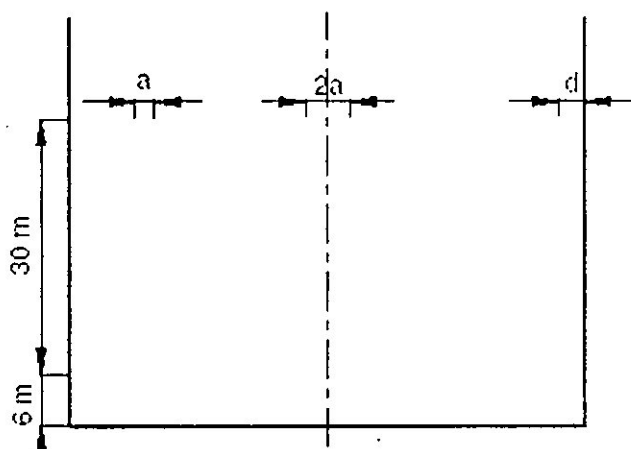
3.55 Position Du Numéro D'identification Par Rapport à L'axe De La piste

B.2 Marques De Seuil :

Les marques de seuil commencent à 6 m en aval du seuil et sont constituées par des bandes de 30 m de longueur, parallèles à l'axe de la piste et disposées symétriquement par rapport à cet axe.

La largeur de la piste détermine le nombre de bandes, leur largeur et l'espacement entre deux bandes consécutives.

Seront ainsi disposées ($2n$) bandes de largeur (a), espacées de (a), sauf au centre où cet espacement est porté à ($2a$). Les deux bandes extrêmes se trouvent ainsi à une distance (d) du bord de piste (comme indiqué dans la figure 3.56).

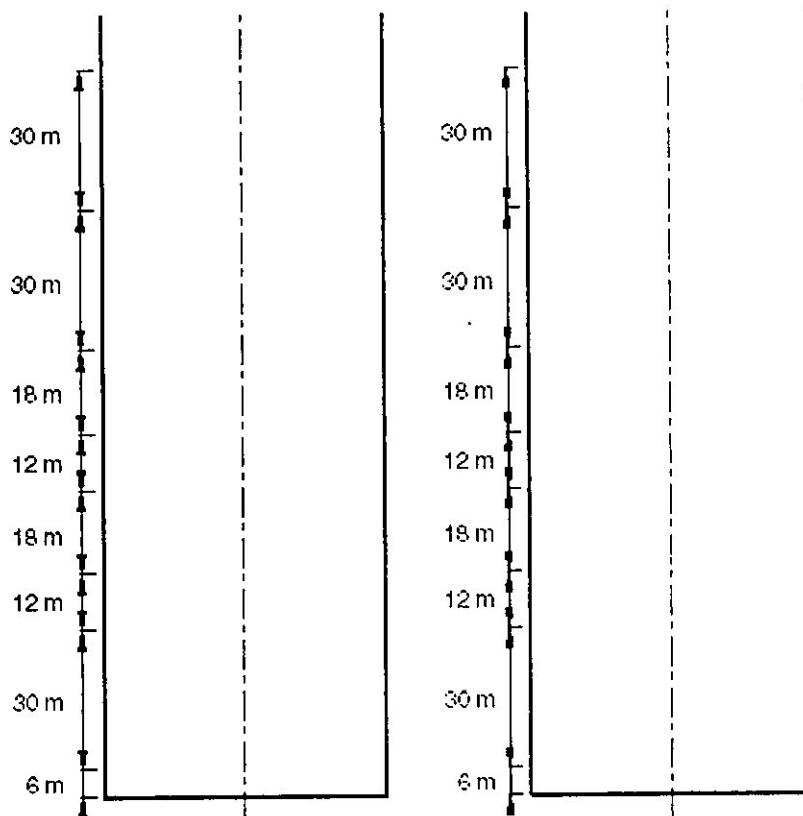
**3.56 Disposition Des Marques De Seuil D'une Piste De 45 m (2 x 6 bandes)**

Le nombre de bandes ainsi que leurs largeurs et espacements exprimés en mètres sont donnés dans le tableau 3.57.

Largeur de Piste	$2n$	a	d
18 m	4	1.5 m	3 m
23 m	6	1.5 m	2.5 m
30 m	8	1.5 m	3 m
45 m	12	1.7 m	2.1 m
60 m	16	1.7 m	2.8 m

3.57 Nombre De Bandes, Largeur Et Espacement D'une Marque De Seuil

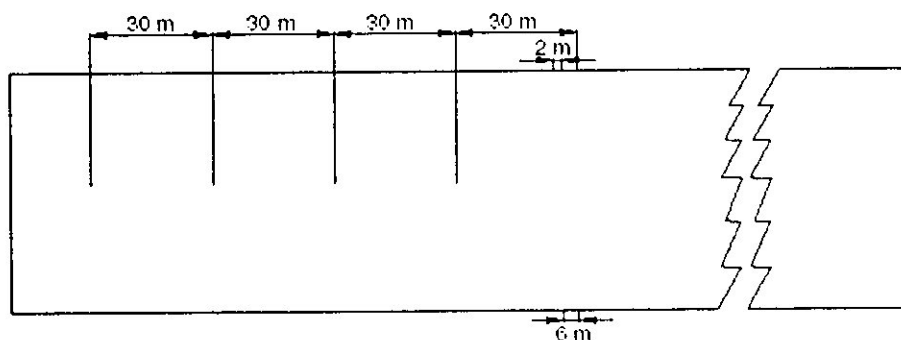
La figure 3.58 indique notamment les positions relatives des marques d'identification et des marques de seuil.



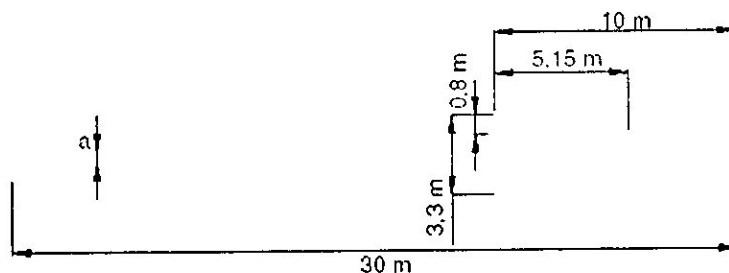
3.58 Marques De Seuil, D'identification Et D'axe De Piste

En cas de seuil décalé en permanence, le marquage précédent est, comme indiqué sur la figure 3.59, complété par:

- une bande transversale de 2 m de largeur sur toute la largeur de piste à l'emplacement du seuil décalé, le début de la marque étant au nouveau seuil,
- des flèches de 30 m de longueur, axées sur l'axe de la piste et régulièrement disposées tous les 30 m jusqu'à l'extrémité de la piste afin d'indiquer que cette partie de la piste est utilisable comme tiroir pour le roulement au décollage.



3.59 Marquage D'un Seuil Décalé En Permanence



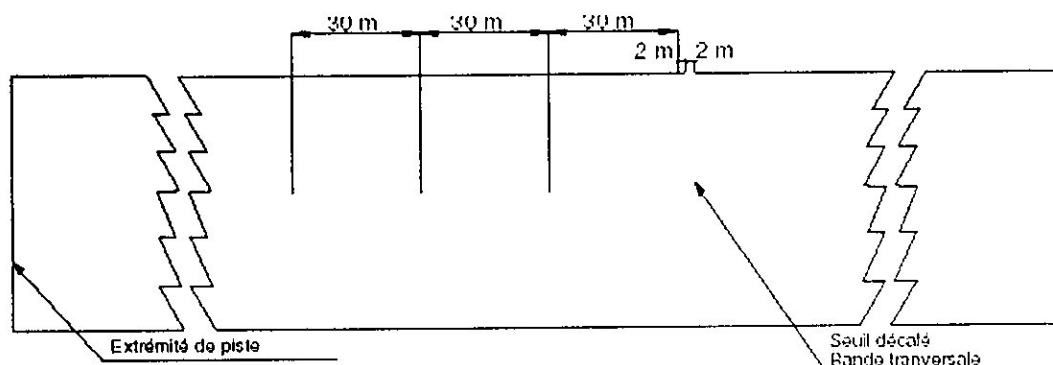
- a = 0,45 m si la largeur du trait d'axe de piste est de 0,90m
- a = 0,30 m si la largeur du trait d'axe de piste est de 0,45m
- a = 0,20 m si la largeur du trait d'axe de piste est de 0,30m.

3.60 Flèche D'axe En Amont D'un Seuil Décalé

En cas de seuil décalé temporairement, c'est à dire à l'occasion de travaux effectués sur l'aérodrome ou à l'extérieur de son enceinte, deux configurations peuvent être adoptées selon l'importance des travaux et leur durée, mais aussi selon qu'il est nécessaire ou non de fournir des indications visuelles complètes.

La figure 3.61 décrit la première de ces deux configurations possibles.

Cette première configuration ne peut être adoptée que dans le cas de travaux de courte durée du fait de sa simplicité et de sa rapidité de mise en oeuvre. Une bande transversale de 2 m de largeur est apposée sur toute la largeur de la piste ; elle est précédée de flèches espacées de 30 m et de pointes de flèches dont les extrémités sont placées à 2 m du seuil.



3.61 Marquage D'un Seuil Décalé Temporairement

Identique à celle à adopter en cas de seuil décalé en permanence, la seconde configuration est celle qu'il convient de retenir pour des travaux de longue durée.

B.3 Marques D'axe :

Ces marques sont constituées par une ligne discontinue de traits, de 30 m de longueur, espacés de 30 m et centrés sur l'axe de la piste.

La largeur des traits est fonction de la catégorie d'exploitation de la piste, les valeurs suivantes étant à adopter:

- 0,30 m pour les pistes à vue,
- 0,45 m pour les pistes avec approche classique et les pistes avec approche de précision de catégorie I,
- 0,90 m pour les pistes avec approche de précision de catégorie II ou III.

Comme indiqué précédemment sur la figure 3.58, les marques d'axe de piste débutent à une distance du seuil de piste qui dépend du nombre de pistes, à savoir

- 78 m pour une piste unique, étant alors observé que le premier trait ne mesure que 18 m,
- 126 m pour des pistes parallèles.

B.4 Marques Latérales :

Les marques latérales de piste se présentent sous la forme d'une ligne continue tracée entre les deux seuils le long du bord de piste de telle sorte, en général, que la limite extérieure de cette bande coïncide avec le bord de piste. Sortent du cas général les pistes dont la largeur est supérieure à 60 m, pour lesquelles les marques latérales sont apposées à 30m de l'axe de la piste.

Pour les pistes dont la largeur est supérieure ou égale à 30 m, les marques latérales auront une largeur de 0,90 m. Pour les autres, cette largeur est ramenée à 0,45 m.

B.5 Marques De Point Cible :

Comme indiqué sur la figure 3.62, les marques de point cible sont constituées d'une paire de marques rectangulaires disposées longitudinalement et symétriquement par rapport à l'axe de la piste. Chacun de ces deux rectangles a une longueur de 45 m et une largeur dépendant de celle de la piste, à savoir de:

- 9 m, lorsque la largeur de la piste est supérieure ou égale à 45 m,
- 6 m dans le cas contraire. L'écartement entre côtés intérieurs de ces deux rectangles est de 18 m.

La distance longitudinale entre le seuil de piste et la limite amont de la marque de point cible est égale à:

- 300 m lorsque la longueur disponible à l'atterrissage est inférieure ou égale à 2400 m.
- 400 m lorsque celle-ci est supérieure à 2400m. Toutefois, si un **P.A.P.I** est installé, la limite amont du point cible doit être aussi proche que possible de la position de celui-ci sans pour autant que cette harmonisation conduise à rapprocher la limite amont du point cible à moins de 300 m du seuil.

B.6 Marques De Zone De Toucher Des Roues :

Les marques de zone de toucher des roues fournissent au pilote les éléments de guidage pour la prise de contact avec la surface de la piste et des indications de distance par rapport au seuil.

Les marques de zone de toucher des roues sont constituées de paires de marques rectangulaires de 22,50 m de longueur, disposées parallèlement à l'axe de la piste, symétriquement par rapport à cet axe et à une distance de 18 m entre côtés intérieurs des marques d'une même paire.

Ces paires de marques sont disposées à intervalles longitudinaux de 150 m à partir du seuil de piste, le début de la marque étant pris comme référence de position.

C. Marques De Voies De Relation :**C.1 Marques Axiales :**

Une marque axiale de voie de relation est constituée par une ligne d'une largeur minimale de 0,15 m. Cette ligne est continue sauf lorsque à l'intersection d'une voie de relation et d'une piste, la marque axiale de la voie de relation est raccordée à celle de la piste et est prolongée parallèlement à celle-ci sur une distance de 30 m (pour les codes lettres A, B et C) ou de 60 m (pour les codes lettres D, E et F) au-delà du point de tangence, la distance entre axes des deux marques étant de 0,90 m.

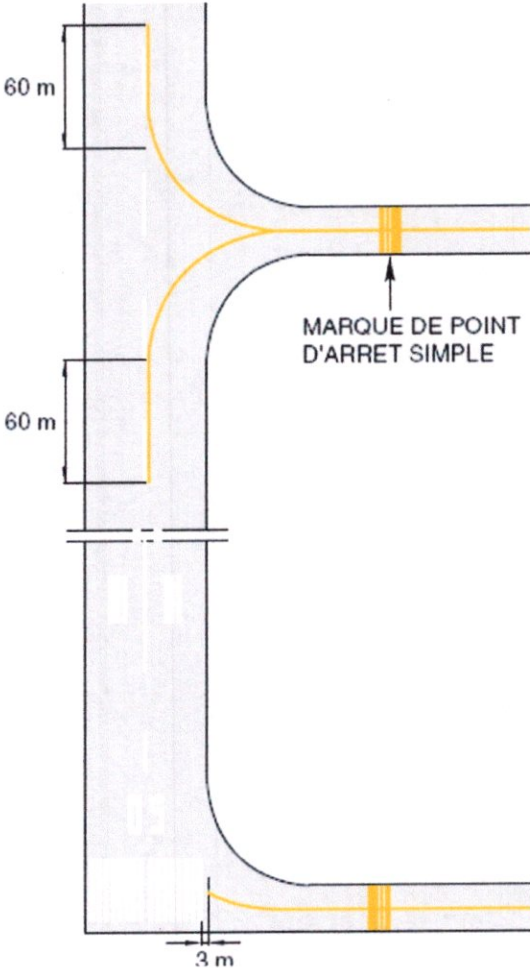
C.2 Marques D'intersection :

Placée perpendiculairement à l'axe de la voie de relation, à une distance de la voie sécante assurant la marge de sécurité nécessaire, une marque d'intersection est constituée par une ligne simple discontinue, éléments ont une longueur de 0,90 m, une largeur de 0,30 m et sont espacés de 0,90 m.

C.3 Marques De Point D'arrêt :

Des marques de point d'arrêt doivent être apposées sur les voies de relation à certains emplacements déterminés, au-delà desquels un aéronef ou un véhicule ne doit pas passer sauf à en avoir reçu l'autorisation de l'organisme de contrôle ou, en l'absence de contrôle, à avoir assuré lui-même sa sécurité.

Il existe deux types de marques de point d'arrêt. Le premier consiste en quatre bandes, disposées perpendiculairement à l'axe de la voie de circulation larges de 0,15 m et espacées de 0,15 m, deux de ces quatre bandes sont continues et les deux autres 60 m sont constituées d'éléments de 0,90 m de longueur espacés de 0,90 m.



3.63 Marques Axiales De Voies De Relation

III.1.1.2 Balisage Lumineux :



3.64 Ligne D'approche Et Balisage De Piste

Le balisage lumineux permet de reconstituer artificiellement les références visuelles minimales nécessaires aux manœuvres d'approche, d'atterrissage, de circulation au sol et de décollage.

Tous les matériels nécessaires à l'équipement des pistes utilisées aux instruments ou en VFR de nuit doivent être agréés par le Service Technique de la Navigation Aérienne (S.T.N.A.).

Le balisage lumineux peut être à basse intensité (BI) tant que la piste n'est pas munie de ligne d'approche. Il doit être à haute intensité (HI) dans le cas contraire y compris en catégorie III où la ligne d'approche n'est pas obligatoire ; il sera néanmoins alors d'intensité variable afin de pouvoir s'adapter aux conditions de visibilité. Les dispositifs de balisage lumineux de la piste comportent:

- **Le Balisage De Bord De Piste** : constitué par des feux de couleur blanche, pouvant être remplacés par :
 - 1- des feux de couleur jaune sur le dernier tiers de la longueur de la piste ou sur ses 600 derniers mètres si celle-ci a plus de 1800m de longueur.
 - 2- des feux de couleur rouge en amont d'un seuil **décalé**, devant toutefois rester visibles en blanc dans le sens opposé à celui de l'utilisation du tiroir.
- **Le Balisage D'extrémité De Piste** : constitué par des feux de couleur rouge.
- **Le Balisage De Seuil De Piste** : constitué par des feux de couleur verte et éventuellement renforcé par des feux à éclats simultanés de couleur blanche.
- **Le Balisage D'axe De Piste** : constitué par des feux espacés de 15m. Ils sont de couleur blanche à partir du seuil amont jusqu'à un point situé à 900m de l'extrémité aval au delà duquel ils alternent avec des feux de couleur rouge

jusqu'à un point situé à 300m de l'extrémité aval à partir duquel ils sont de couleur rouge.

- **Le Balisage Des Zones De Toucher De Roues** : constitué par des barrettes de couleur blanche.

- **le balisage de prolongement d'arrêt** : destiné à être utilisé de nuit est constitué par des feux uni- directionnels fixes, visibles en rouge dans le sens d'utilisation, disposés latéralement dans l'alignement des feux de bords de piste et en extrémité perpendiculairement à son axe.

- **le dispositif lumineux d'approche** : constitué par une ligne de feux ou de barrettes de couleur blanche prolongeant l'axe de piste et de barres transversales également équipées de feux de couleur blanche.

- **le balisage lumineux des voies de circulation** : constitué de feux de couleur bleue en rives complétés éventuellement par des feux, naturellement encastrés, de couleur verte en ligne axiale.

Pour assurer un degré de sécurité suffisante, les feux d'une même fonction sont répartis sur plusieurs boucles enchevêtrées (deux au moins), de telle sorte qu'en cas de panne partielle, la configuration dégradée du dispositif soit telle quelle donne au pilote les indications suffisantes pour continuer ou interrompre l'évolution en cours.

A. Aérodromes Non Equipés Pour L'approche Aux Instruments :

Le but du dispositif est de fournir au pilote les informations visuelles complémentaires (localisation et délimitation de la piste) nécessaires à la conduite des évolutions, des manoeuvres d'approche et d'atterrissage effectuées de nuit par conditions de bonne visibilité.

Le balisage lumineux , dont doit au moins être équipée une piste utilisable dans des conditions d'exploitation de vol à vue de nuit, comprend:

-**Un Balisage De Bord De Piste** symétrique dont les feux blancs, généralement alignés à 1,50 m du bord de la piste et en tout état de cause à moins de 3,00 m de celui-ci, sont également espacés de moins de 60 m,

-**Un Balisage D'extrémité De Piste** comprenant au moins 6 feux rouges directionnels disposés perpendiculairement à l'axe de la piste et à 3,00 m au plus au-delà de son extrémité.

-**Un Balisage De Seuil De Piste** dont les 6 feux verts directionnels sont associés à ceux du balisage d'extrémité de piste ; en cas de seuil **décalé**, le même schéma reste possible pour les feux de seuil mais implique que les feux soient encastrés de manière à préserver l'utilisation du tiroir.

Le balisage des bords de voies de circulation sera constitué par des plots rétro réfléchissants de couleur bleue si le balisage lumineux n'est pas installé.

Les feux (ou des plots réfléchissants) de couleur bleue seront disposés en bordure des voies de circulation selon la règle des 3 m et 60 m s'appliquant aux feux de bords de piste. L'espacement entre feux sera par contre réduit dans les courbes de manière à ce que celles-ci soient nettement perceptibles.

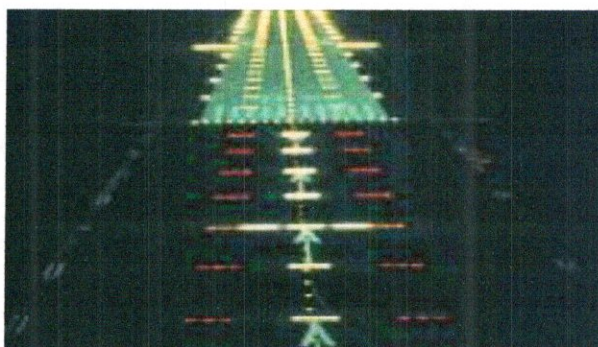
B. Aérodomes Equipés Pour Une Approche Classique :

Le balisage lumineux minimal, dont doit au moins être équipée une piste pour une approche classique, est celui d'une piste utilisable dans des conditions de vol à vue de nuit. Deux feux à éclats simultanés pourront toutefois encadrer et renforcer le balisage lumineux de seuil de piste.



3.82 Feu De Balisage

C. Aérodomes Equipés Pour Une Approche De Précision :



3.83 Balisage D'une Ligne D'approche De Précision

C.1 Dispositions Associées A L'approche De Précision De Catégorie I :

C.1.1 Dispositif Lumineux D'approche :

Il comprend:

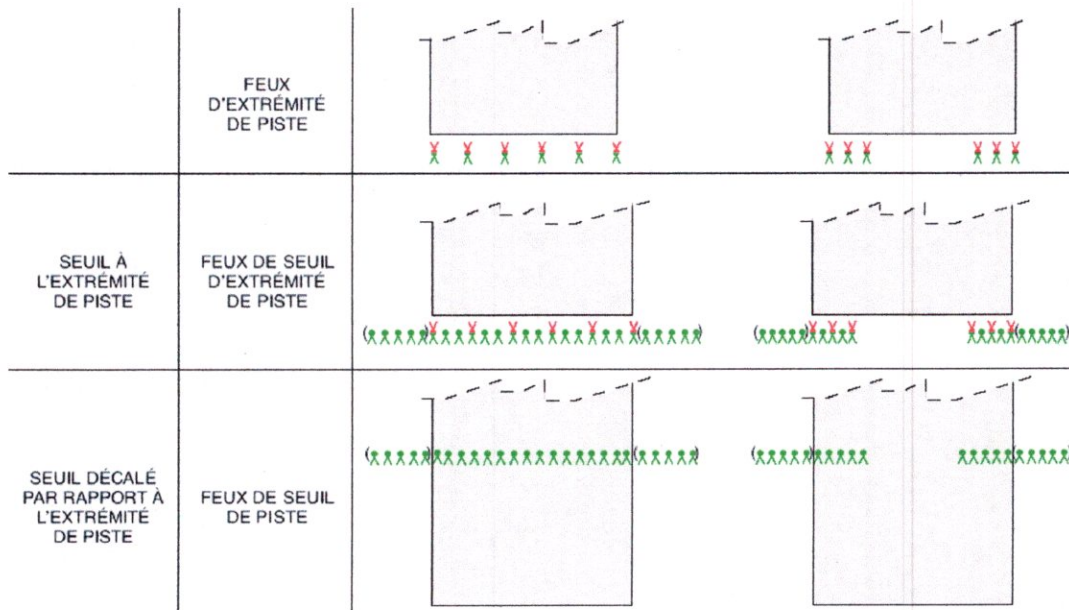
- une ligne axiale composée, tous les 30 m, de:
 - un seul feu sur ses 300 premiers mètres,
 - un groupe de deux feux sur ses 300 m intermédiaires,
 - un groupe de trois feux sur ses 300 derniers mètres,
- un ensemble de barres transversales à 150 m, 300m, 450 m, 600 m et 750m

complétant respectivement la ligne axiale de quatre, cinq, six, sept et huit feux de couleur blanche, les feux constituant la ligne d'approche sont **H.I**, Ils sont disposés dans un même plan proche du plan horizontal passant par le centre de la ligne de seuil. Lorsque le seuil est décalé, les feux d'approche doivent naturellement être encastrés entre ce seuil et l'extrémité de la piste.

La configuration simplifiée minimale d'une ligne d'approche à une longueur de 420m. Elle ne conserve de la configuration normale que la barre transversale à 300 m ainsi que les feux axiaux de rangs pairs jusqu'à 420 m du seuil. Tous les feux axiaux ainsi conservés restent ou deviennent des feux uniques.

C.1.2 Balisage Lumineux De Piste :

Les feux de balisage de piste avec approche de précision de catégorie I sont à **H.I**. Combinée à celle des feux d'extrémités, toujours au nombre de six, la disposition des feux de seuil correspond à l'une ou l'autre des deux configurations décrites par la figure 3-85.

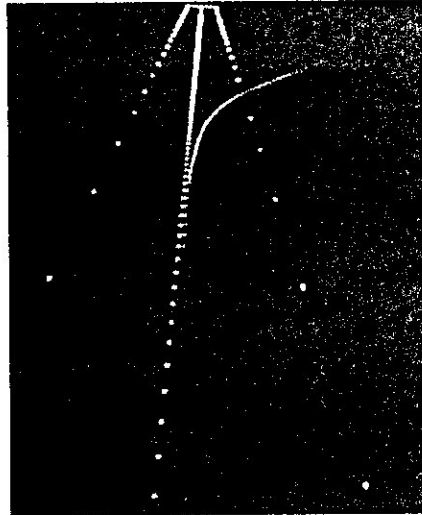


3.84 Feux De Seuils Et D'extrémités De Piste Avec Approche De Précision
Catégorie I

C.1.3 Balisage Lumineux Des Voies De Relation :

Le balisage lumineux axial des voies de relation desservant une piste avec approche de précision de catégorie I n'est impérativement à prévoir qu'à leur raccordement avec l'axe de la piste. Le raccordement avec le balisage axial de la piste s'effectue alors selon une parallèle distante d'au moins 0,6 m de celui-ci. La section balisée court d'un point situé sur la piste à au moins 60 m du début du virage de sortie et

se poursuit jusqu'au point où l'avion doit avoir atteint sa vitesse normale de circulation au sol. Sur toute cette section, les feux sont des feux HI fixes de couleurs verte et jaune dans le sens de la sortie. Ce balisage peut enfin être renforcé par des plots rétro réfléchissants.



3-85 Balisage Lumineux Du Voie De Sortie Rapide

C.2 Dispositions Associées A L'approche De Précision De Catégorie II :

C.2.1 Dispositif Lumineux D'approche :

Bien que la distance du seuil à laquelle doit être prise la décision d'atterrissage soit plus courte que pour une approche de catégorie I, il est recommandé de conserver 900 m de longueur de ligne d'approche afin de permettre également le guidage en conditions de catégorie I.

Contribuant par contre à permettre l'atterrissage dans des conditions de visibilité plus perturbées, le dispositif lumineux d'approche doit être renforcé sur la longueur où il est effectivement utilisé en catégorie II. C'est ainsi que du seuil de piste jusqu'à celui précédant la barre transversale des 300 m, les feux axiaux se voient substituer chacun une barrette blanche, perpendiculaire à l'axe et composée de 5 feux, elle-même encadrée par 2 barrettes latérales rouges, composées l'une et l'autre de 3 feux et disposées perpendiculairement à l'axe de la piste dans le prolongement des barrettes de toucher des roues.

La barre transversale à 150 m assure la continuité des barrettes axiale et latérales à l'aide de feux blancs H.I.

C.2.2 Balisage Lumineux De Piste :

Les feux de balisage de piste avec approche de précision de catégorie II sont à haute intensité.

La configuration réglementaire décrite pour les pistes avec approche de précision de catégorie I s'applique à celles utilisables en catégorie II

De même que pour l'approche de précision de catégorie I, la ligne de feux de seuils de piste peut, en catégorie II, être complétée par deux barres de flanc composées chacune d'au moins cinq feux de couleur verte répartis eux-mêmes sur une longueur d'au moins 10 m.

L'approche de précision de catégorie II appelle par contre obligatoirement l'installation d'un balisage d'axe de piste selon une ligne qui doit lui rester parallèle à moins de 60 cm.

Le balisage de zone de toucher de roues, se présentant sous forme de barrettes de trois feux de couleur blanche espacés de 1,5m.

Le balisage axial des sorties de piste est à prévoir dans tous les cas et non plus seulement pour les sorties rapides de piste. Pour ces dernières, l'origine de la section balisée est celle décrite pour l'approche de précision de catégorie I. Pour les sorties de piste normales, également utilisées dans les conditions de catégorie II, le balisage axial de sortie de piste débute toujours à moins de 0,6 m du balisage axial de la piste mais cette fois au point où la marque axiale de la voie de relation commence à s'incurver en s'écartant de l'axe de la piste. Il est constitué de feux H.I de couleur alternativement verte et jaune dans le sens de sortie, uniformément verte, par contre, dans le sens inverse et espacés de 15 m au maximum.

Au balisage axial des sorties de piste de catégorie II (et III) est associée la signalisation d'indication de dégagement de bande.

C.2.3 Balisage Lumineux Des Voies De Relation :

Hors sorties de piste, le balisage axial des voies de relation desservant une piste avec approche de précision de catégorie II n'est impérativement à prévoir qu'au droit des intersections complexes. Les feux sont alors des feux fixes H.I. de couleur verte espacés de 30 m au maximum.

L'implantation d'une barre d'arrêt est obligatoire à chaque point d'arrêt "CAT II". Cette implantation est également obligatoire sur les autres voies de relation menant à la piste, à une distance d'au moins 150 m de l'axe de celle-ci, sauf sur les aérodromes à faible trafic où la circulation sur l'aire de manoeuvre est limitée à un aéronef à la fois.

Une barre lumineuse d'arrêt est composée :

- de feux de couleur rouge visibles uniquement dans le sens entrant vers la piste,
- de deux paires de feux rouges hors sol (ayant les mêmes caractéristiques) L'ensemble de la barre d'arrêt est mis en service lorsque la R.V.R. descend en dessous d'une valeur fixée par les consignes de l'aérodrome et qui ne peut être inférieure à 400 m (valeur recommandée: 800 m).

L'allumage de la barre d'arrêt est:

- ou bien commandable depuis la tour de contrôle.
- ou bien permanent pour les autres voies d'accès.

C.3 Dispositions Associées A L'approche De Précision De Catégorie III :**3-86 Balisage Lumineux Catégorie III****C.3.1 Dispositif Lumineux D'approche :**

Non indispensable, compte tenu de la faible valeur de la hauteur de décision, pour une exploitation dans les conditions de la catégorie III, la ligne d'approche, si elle est installée, devra permettre l'exploitation dans des conditions de catégories I et II.

C.3.2 Balisage Lumineux De Piste :

Le balisage lumineux de piste prescrit pour une exploitation dans les conditions de catégorie II est utilisable pour une exploitation dans les conditions de la catégorie III, sauf en ce qui concerne les feux d'axe de piste qui sont espacés de 7,5 m ou 15 m uniquement.

C.3.3 Balisage Lumineux Des Voies De Relation :

Le balisage lumineux des voies de relation d'un aéroport exploité en approche de catégorie III comprend le balisage axial d'un cheminement unique d'accès et de sortie entre la piste et l'aire de manoeuvre.

Le balisage axial d'autres cheminements suppose par contre l'installation de dispositifs nécessaires à la surveillance de la circulation au sol tels que radars.

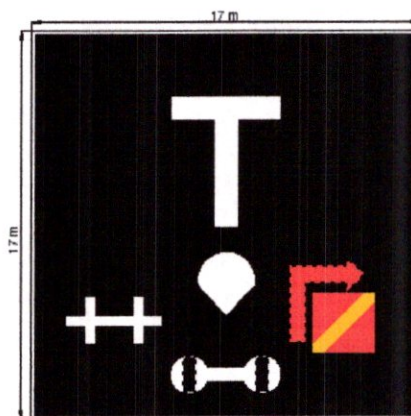
Hors section(s) de raccordement, le balisage axial de ce(s) cheminement(s) est composé de feux HI de couleur verte disposés avec les espacements minimaux.

Les règles prescrites, quant au balisage lumineux des points d'arrêt, pour la catégorie II sont intégralement transposables à la catégorie III.

III.1.2 La Signalisation :

III.1.2.1 Signalisation Pour La Circulation Aérienne :

Une aire à signaux est constituée par un carré de 17 m de côté, de couleur noire et délimitée par une bordure blanche d'au moins 0,3 m. L'un des côtés du carré est parallèle à l'axe de la piste principale. La figure 3-89 précise la disposition intérieure à adopter.



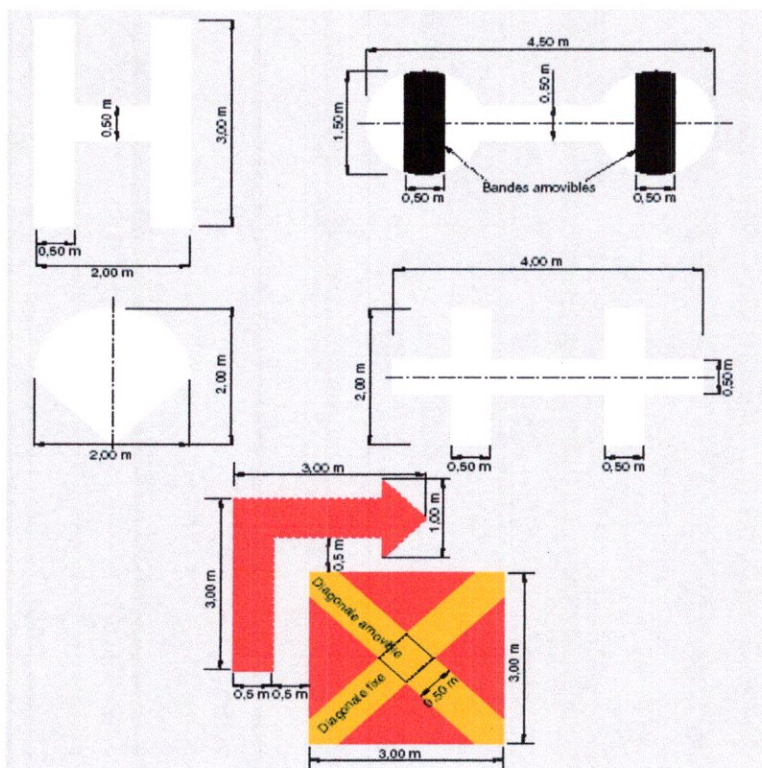
3-89 Aire à signaux

Le Té d'atterrissage est un appareil en forme de «T», mobile autour d'un axe vertical et que l'on oriente de manière à ce que la grande barre soit parallèle à l'axe de la piste en service, la petite barre indiquant quant à elle le sens d'utilisation de cette dernière.

Les autres signaux pouvant figurer dans l'aire à signaux sont :

- le signal « Attention » ; un carré de 3 m de côté disposé à côté du Té d'atterrissage, de couleur rouge et porte une diagonale jaune de 0,5 m de largeur, et lorsqu'il reçoit une seconde diagonale jaune, se transforme en panneau d'interdiction d'atterrir sur l'aérodrome pour quelque cause.
- la flèche rouge de virage à droite qui, accolée au panneau «Attention », indique que le tour de piste se fait à droite,
- le signal blanc «Parachute » qui signale un largage en cours,
- la double croix blanche de 4 m x 2 m qui, lorsqu'elle est posée, indique des vols de planeurs en cours,
- l'haltère blanc qui fait connaître que la circulation n'est autorisée que sur les aires de manœuvre balisées (le panneau peut être réalisé en béton),
- l'haltère blanc barré de noir qui indique par contre que la circulation est possible en dehors des aires de manœuvre balisées,
- le «H» blanc qui indique des vols d'hélicoptères.

Les dimensions des signaux ci-dessus sont données par la figure 3-91.



3-91 Éléments constitutifs de l'aire signaux

III.1.2.2 Signalisation Pour La Circulation Au Sol :

A. Dispositions communes :

Elle est assurée par des panneaux de signalisation parmi lesquels sont distingués :

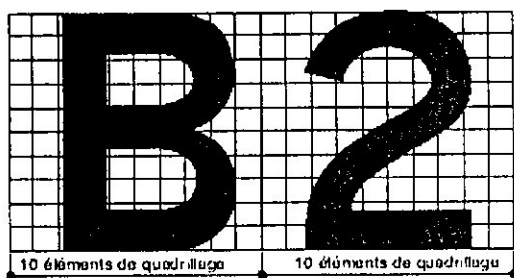
- les panneaux d'obligation, d'installation impérative sur toutes les pistes utilisées aux instruments ainsi que, sous forme simplifiée, sur les pistes utilisées uniquement à vue appartenant aux aérodromes contrôlés,
- les panneaux d'indication, d'installation facultative.

Les panneaux de signalisation sont placés de manière à être facilement visibles et lisibles pour le pilote et à ne pas masquer les feux associés :

- les panneaux sont disposés perpendiculairement à l'axe de la voie lorsqu'ils doivent être lus dans les deux sens,
- ils forment avec l'axe de la voie un angle de 75° , lorsqu'ils ne doivent être lus que dans un sens.

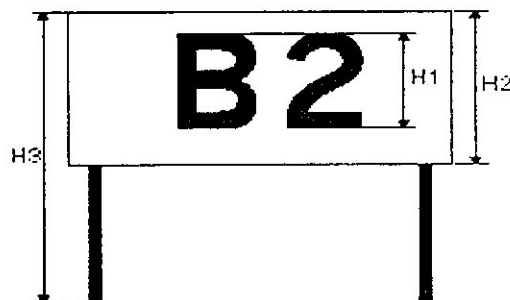
Les panneaux de signalisation sont montés sur des bases légères et frangibles.

Les panneaux de signalisation ont la forme d'un rectangle de grand axe horizontal où chaque lettre ou chiffre s'inscrivant dans un carré.



3-92 Assemblage des caractères

Le tableau 3.94 donne, en fonction de la longueur de piste et du type de panneau :
 - la hauteur de l'inscription H1, la hauteur de la façade du panneau H2 et la hauteur maximale H3 du panneau installé au dessus du niveau de la piste ou de la voie de circulation afin de laisser une garde suffisante aux hélices et aux fuseaux moteurs des aéronefs.



3.93 Descriptif du panneau

			Distances (m)					
			Distance entre le bord de la voie de circulation et le bord du panneau		Distance entre le bord de la piste et le bord du panneau			
		Hauteurs (cm)			mini	maxi	mini	maxi
L de piste(m)	Types de panneaux	H1	H2	H3				
≤ 2400	Indication et obligation (option 1)	20	40	70(a)	5	11	5	10
	D'obligation (option 2 recommandée)	30	60	90				
> 2400	D'indication	30	60	90	11	21	8	15
	D'obligation	40	80	110				

(a) Une hauteur maximale de 80 cm.

3.94 Hauteurs et distances d'implantation des panneaux de signalisation

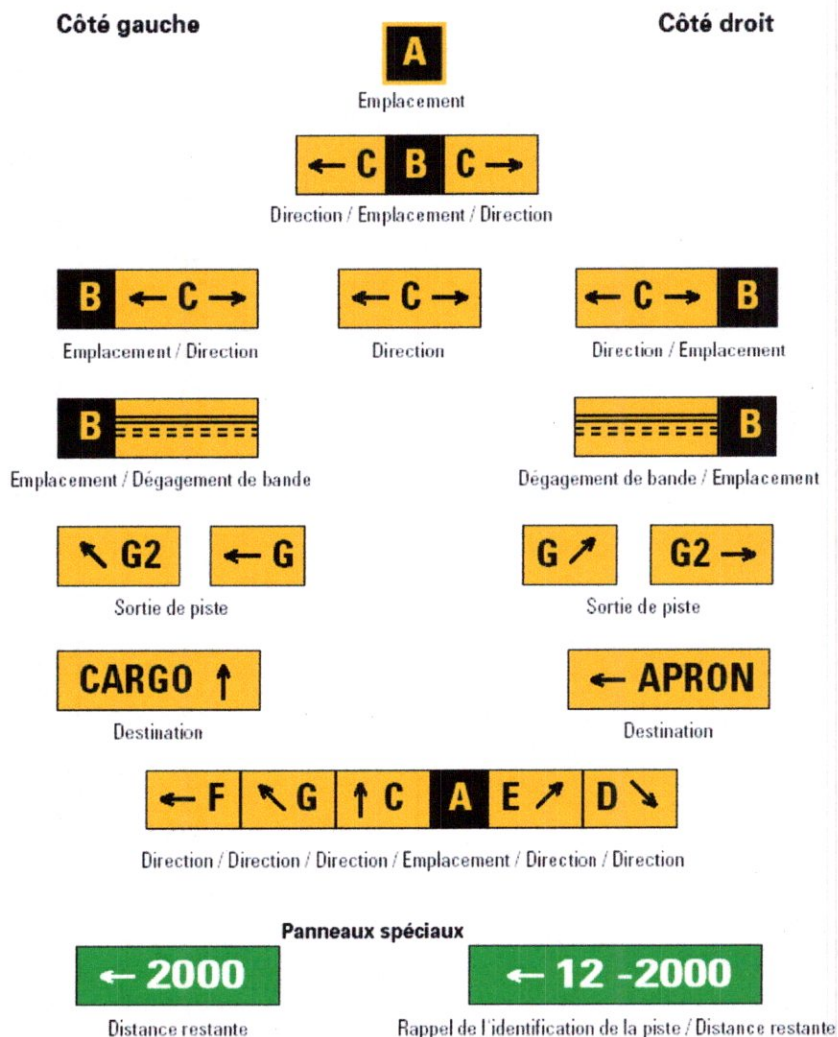
B. Panneaux d'indication :

Les panneaux d'indication servent à indiquer une direction, un emplacement, un dégagement de bande, une sortie de piste, une destination, une information spéciale ou à rappeler une fréquence.

Les voies de circulation sont identifiées par un indicatif comprenant une lettre éventuellement suivie d'un numéro. Les lettres sont représentées en majuscules, le I, le O et le X ne devant pas être utilisés. Les numéros choisis seront quant à eux différents de ceux d'identification des pistes de l'aérodrome.



3.95a Panneaux D'indication



3.95b Panneaux d'indication

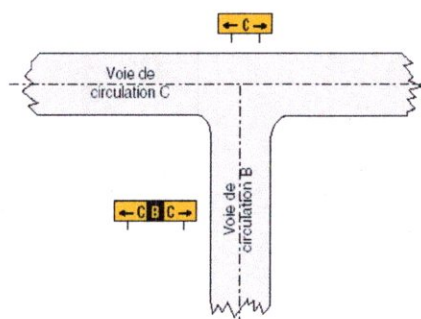
B.1 Panneaux D'emplacement :

Les panneaux d'emplacement portent une inscription jaune sur fond noir. Ils sont utilisés pour indiquer un endroit précis sur l'aérodrome. Les panneaux d'emplacement sont généralement accolés à des panneaux d'indication ainsi qu'à des panneaux d'obligation. Lorsqu'ils sont utilisés seuls, les panneaux d'emplacement portent une bordure jaune.

B.2 Panneaux De Direction :

Les panneaux de direction portent une inscription noire sur fond jaune et une flèche indiquant la direction à suivre.

Ces panneaux sont placés avant les intersections, dans le cas d'une intersection en «T» de deux voies de circulation, un autre panneau de direction est placé dans l'axe de la voie adjacente sur le bord opposé de la voie rencontrée.

**3.96 Cas d'une intersection en «T»****B.3 Panneaux De Destination :**

Les panneaux de destination portent une inscription noire sur fond jaune. Ils sont utilisés pour indiquer la direction à suivre pour atteindre une zone déterminée de l'aérodrome.

B.4 Panneaux Indicateurs De Dégagement De Bande :

Les panneaux indicateurs de dégagement de bande sont installés de part et d'autre des sorties de pistes homologuées pour des approches de précision de catégorie II ou III ou pour des décollages de précision, afin d'indiquer à un pilote sortant de la piste qu'il franchit la limite de bande.

Les panneaux indicateurs de dégagement de bande portent une inscription noire sur fond jaune.

B.5 Panneaux Indicateurs De Sortie De Piste :

Un panneau indicateur de sortie de piste est installé lorsqu'il existe un besoin opérationnel d'identifier une sortie de piste. Disposé sur le bord de piste où s'effectue la sortie, il est situé à au moins 60 m en amont du point de tangence du raccordement d'axes. Il convient d'en installer un pour chaque sens de piste utilisable.

Ils portent une inscription noire sur fond jaune.

B.6 Panneaux Spéciaux : Les panneaux spéciaux, dont la configuration est également donnée par la figure 3.95b, portent une inscription blanche sur fond vert et peuvent être utilisés lorsqu'il convient de signaler la possibilité de commencer le décollage en un point de la piste autre que son extrémité.

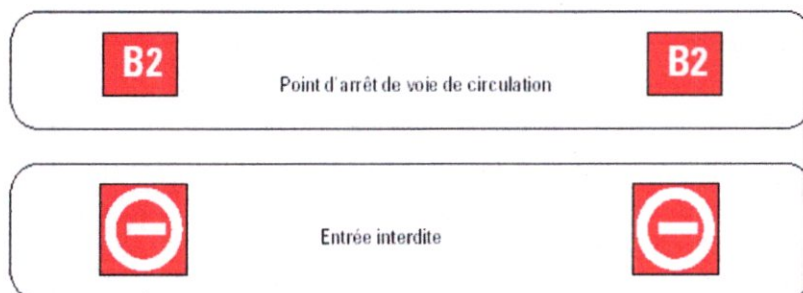


3.97 Panneaux Spéciaux

C. Panneaux D'obligation :

Les panneaux d'obligation sont destinés à signaler un emplacement au-delà duquel un aéronef ou un véhicule ne doit pas passer sauf à en avoir reçu l'autorisation contraire.

Les panneaux d'obligation portent une inscription blanche sur fond rouge. Les panneaux d'obligation comprennent les panneaux d'arrêt et les panneaux d'entrée interdite.



3.98 Panneaux d'obligation

C.1 Panneaux D'arrêt :

Un panneau d'arrêt est disposé :

- dans le prolongement des marques de point d'arrêt voie de relation - piste et ce au moins sur le côté gauche de la voie de relation.
- dans le prolongement des marques d'intersection voie de circulation - voie de circulation et ce au moins sur le côté gauche de celles-ci.

Le panneau d'arrêt porte les inscriptions suivantes :

- lorsque le point d'arrêt se trouve avant l'entrée sur une piste :
 - Le numéro à deux chiffres d'identification du seuil de la piste dans le cas d'un point d'arrêt situé sur une voie de relation aboutissant à une extrémité de piste.
 - Les deux numéros à deux chiffres d'identification de la piste dans le cas d'un point d'arrêt situé sur une voie de relation intermédiaire.
- pour les autres points d'arrêt, un indicatif composé de la dénomination de la voie de relation suivie d'un chiffre désignant l'emplacement où l'on doit s'arrêter.

C.2 Panneaux CAT II Et CAT III :

La marque de point d'arrêt simple à l'entrée d'une piste utilisée en condition d'approche de catégorie II ou III doit être complétée par une signalisation par panneau(x) d'arrêt. Ce ou ces panneaux doivent toutefois être, dans ce cas, renforcés par deux feux superposés de couleur jaune clignotant en alternance et placés soit à proximité du panneau, entre celui-ci et la voie de circulation, soit dans le panneau du côté de la voie de relation. Ces panneaux doivent, de plus, être éclairés de l'intérieur.

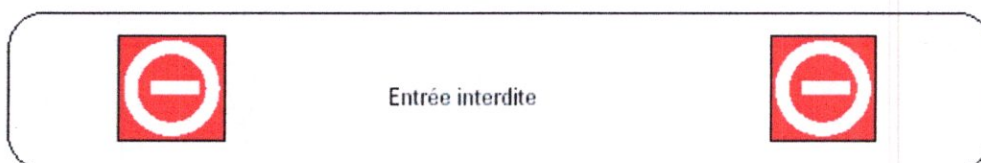


3.99 Panneaux CAT II

C.3 Panneaux D'entrée Interdite :

Un panneau d'entrée interdite est disposé chaque fois que l'entrée dans une zone donnée est interdite de façon permanente. Ce panneau est disposé des deux côtés de la voie de circulation, à l'entrée de la zone dont l'accès est interdit.

Le panneau d'entrée interdite porte une indication constituée d'une barre horizontale de couleur blanche sur fond rouge circulaire.



3.100 Panneau d'entrée interdite

III.2 LES AIDES A L'APPROCHE ET A L'ATTERRISSAGE :

III.2.1 Indicateurs Visuels De Pente D'approche :

La fonction des indicateurs visuels de pente d'approche est de fournir une aide visuelle au pilote dont l'appareil est en approche finale. Ils lui permettent de savoir si sa trajectoire est dans un plan de descente plus ou moins pentu que celui qui est considéré comme nominal.

Normalisé par l'O.A.C.I., le dispositif P.A.P.I. (Precision Approach Path Indicator) a fait l'objet de la part du Ministère des Transports d'une instruction relative à son implantation et son installation sur les aérodromes.

Le système A.P.A.P.I. est une version simplifiée du P.A.P.I., à laquelle il ne peut être recouru que si l'implantation d'un P.A.P.I. est physiquement impossible.

Ces deux dispositifs sont les seuls indicateurs visuels de pente d'approche que l'on installe désormais sur les aérodromes. Le système V.A.S.I.S. (Visual Approach Slope Indicator System) auquel se substitue totalement aujourd'hui le système P.A.P.I. n'est pour cette raison pas traité dans la présente instruction

III.2.1.1 Principe général du P.A.P.I. :

Le dispositif P.A.P.I. standard est constitué d'une barre de quatre unités lumineuses alignées perpendiculairement à la piste. Cette barre matérialise théoriquement l'intersection du plan nominal de descente avec le sol.

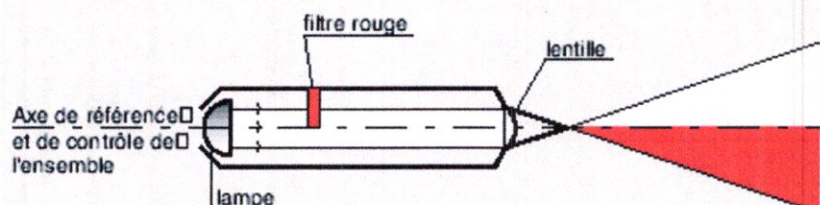
Lorsque l'aéronef en approche suit le plan nominal de descente, le pilote voit deux feux rouges et deux feux blancs.

Si la trajectoire quitte le plan vers le haut, il voit trois feux blancs et un feu rouge, puis (encore plus haut) quatre feux blancs.

Si la trajectoire quitte le plan vers le bas. Il voit trois feux rouges et un feu blanc, puis (encore plus bas) quatre feux rouges.

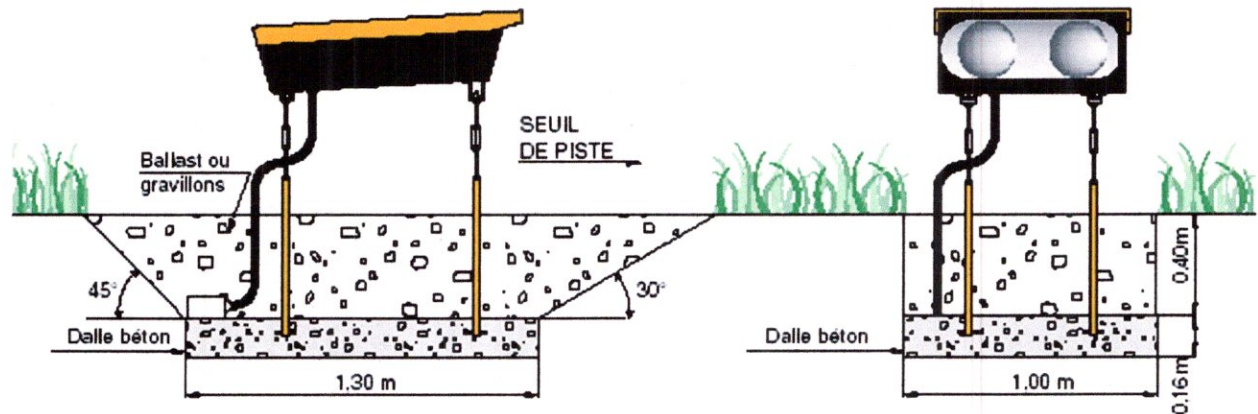
Ainsi, lorsque l'avion s'écarte d'un angle de plus de 30 minutes par rapport au plan nominal, les 4 unités lumineuses constituant le P.A.P.I. auront la même couleur (rouge si l'on est au-dessous et blanc si l'on est au-dessus).

Le système simplifié appelé A.P.A.P.I est composé d'une barre de deux unités lumineuses seulement.



3.64 Schéma D'Une Unité Lumineuse

$\pm 2,5$ cm) horizontal (tolérance $\pm 1,25\%$ de pente transversale maximale uniformément répartie le long des ensembles).



3.66 Fixation Au Sol

D. Frangibilité et résistance au souffle :

Les unités lumineuses seront installées à la plus faible hauteur possible au-dessus du sol qui garantisse leur visibilité dans toutes les directions utiles pour un pilote en approche. La hauteur hors-sol totale ne devra pas dépasser 0,9 m. Les unités lumineuses seront fixées sur leur socle par l'intermédiaire de bagues cassantes, assurant le détachement de l'ensemble en cas de collision par un avion.

La conception des unités lumineuses et de leur fixation sera telle qu'aucune variation permanente détectable de leur angle de calage ne se produise en cas d'exposition normale au souffle des réacteurs ou à des vents forts.

III.2.2 Aides Radioélectriques :

III.2.2.1 L'I.L.S.

A. Introduction :

Le système d'approche aux instruments I.L.S. est presque le seul à être aujourd'hui utilisé pour les approches finales de précision.

Le système I.L.S. est constitué par un ensemble d'émetteurs radioélectriques, qui émet dans la direction de la trajectoire d'approche finale. Le signal radioélectrique émis n'est pas le même dans toutes les directions, il est une fonction de l'azimut et du site de la direction d'émission.

L'aéronef en approche est équipé d'un récepteur qui analyse le signal reçu et en déduit l'azimut et le site de sa position par rapport à ceux de la trajectoire nominale d'approche finale.

B. Principe de fonctionnement :

L'I.L.S. est constitué de deux sous-systèmes bien distincts auxquels est adjoit le dispositif donnant une indication de distance.

- Le localizer émet des signaux dont la fréquence appartient à la bande V.H.F. Son antenne est située généralement dans l'axe de la trajectoire finale, au delà de l'extrémité de piste. Il émet un signal qui est fonction de l'azimut. L'équipement embarqué permet au pilote de situer la position de l'aéronef à droite ou à gauche du plan vertical de la trajectoire d'approche nominale,

- Le glide émet des signaux dont la fréquence appartient à la bande U.H.F. Ses antennes sont implantées dans le plan de descente, qui contient la trajectoire finale nominale, sur son intersection avec le sol à côté de la piste.

L'angle de ce plan avec l'horizontale est généralement de 3°. Il peut être supérieur (dans certains cas 4,6°) si des conditions particulières, telles que le relief environnant ou les nuisances sonores, conduisent à retenir une trajectoire d'approche aussi inclinée.

Des indications ponctuelles de distance au seuil de piste sont normalement fournies par les radios bornes OM, MM et IM.

C. Les spécifications à satisfaire : Celles-ci concernent :

- les dégagements de l'aérodrome et les franchissements d'obstacles,
- les caractéristiques physiques de la piste et de la bande,
- l'alimentation électrique,
- l'équipement I.L.S.

Il existe une classification des équipements I.L.S. qui en caractérise le niveau de performance par un sigle de trois caractères.

- Le premier caractère dépend de la qualité du signal radioélectrique émis.

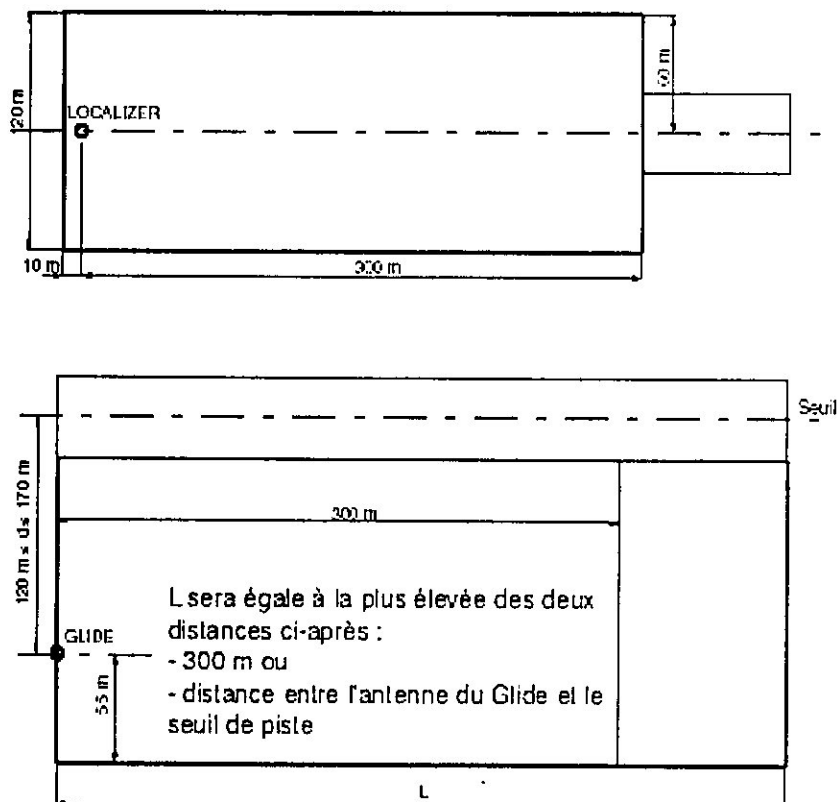
- Le deuxième caractère caractérise l'étendue de la partie de trajectoire où le signal est reçu avec la précision requise pour la catégorie III.

- Le troisième caractère caractérise le niveau de continuité de service et le niveau d'intégrité du signal fourni par l'I.L.S. C'est un chiffre qui peut prendre les valeurs allant de 1 à 4.

D. Aires critiques et sensibles :

Pour prévenir le risque de brouillage des signaux I.L.S on limite la circulation à l'intérieur d'aires de protection qui sont de deux types : critiques et sensibles.

- Les aires critiques entourent les antennes des émetteurs, les véhicules ou aéronefs au sol. La dimension et la forme de ces aires sont précisées dans la figure 3.67. Si l'aérodrome est destiné à permettre des approches de précision limitées à la catégorie I, il n'est pas nécessaire de protéger les aires critiques à l'aide de barrières. Si l'aérodrome est destiné à permettre des approches de catégorie II ou III, les aires critiques doivent être protégées par des barrières frangibles sans effet sur le rayonnement de l'I.L.S.



3.67 Délimitation Des Aires Critiques De L'I.L.S.

- Les aires sensibles sont des aires qui s'étendent au delà des aires critiques, et dans lesquelles les véhicules ou aéronefs en stationnement ou en mouvement, peuvent affecter les performances de l'I.L.S, leur dimension dépend du type d'équipement I.L.S., de la catégorie d'approche ainsi que de la dimension et de la position des véhicules ou des aéronefs.

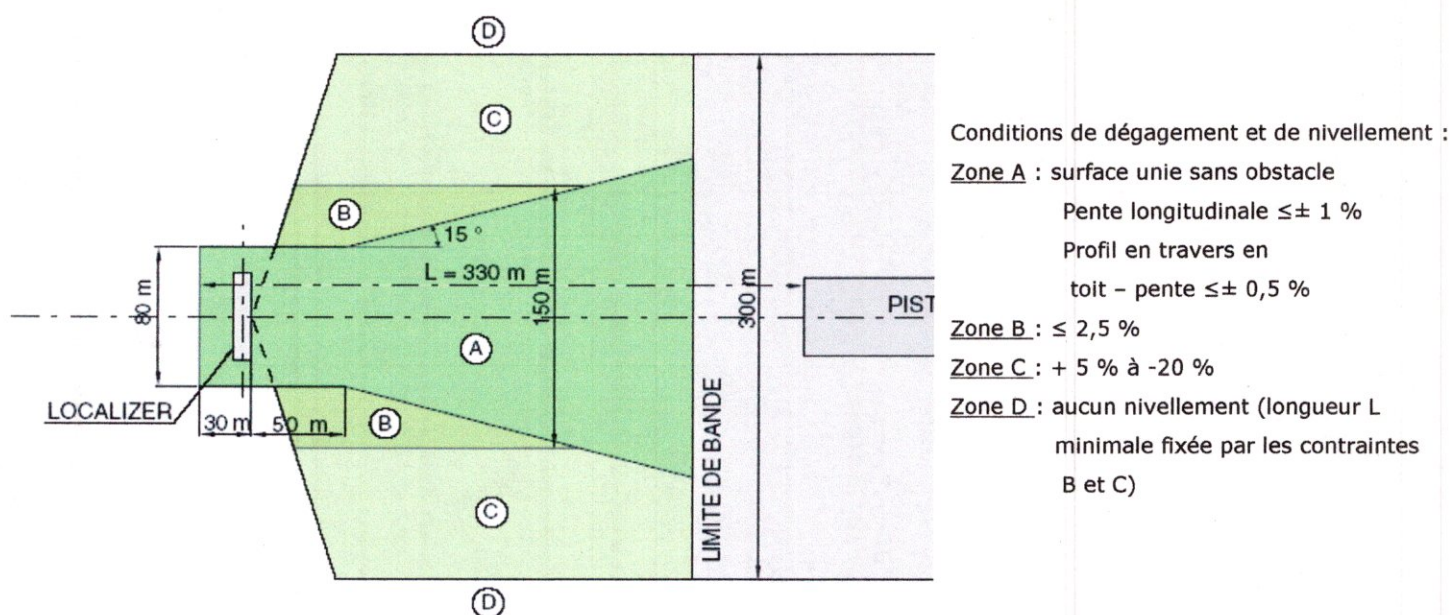
En particulier, l'accès à ces zones étant strictement interdit lors d'approches de précision de catégorie II ou III.

F. Conditions d'implantation :

L'implantation d'un Localizer exige la prise en compte de trois sortes de contraintes :

- les conditions d'aménagement des terrains devant les aériens,
- les conditions de visibilité radioélectrique,
- le respect, par les antennes et bâtiments des règles aéronautiques relatives aux zones dégagées d'obstacle.

La figure 3.68 précise l'ensemble des spécifications qu'il y a lieu de respecter. Toute dérogation à ces règles devra être soumise au S.T.N.A.

**3.68 Vue De Dessus.****III.2.2.2 LE D.M.E :****A. Introduction :**

Le système D.M.E a pour vocation de fournir au pilote une mesure de la distance qui sépare son aéronef d'une station au sol sélectionnée par lui.

Des équipements D.M.E. sont également associés à des équipements I.L.S. Ils fournissent alors au pilote en approche finale une mesure de la distance à parcourir jusqu'à la piste.

B. Principe de fonctionnement :

Le système D.M.E. peut être comparé au radar secondaire qui mesure la distance des aéronefs en émettant un signal d'interrogation codé normalisé sur une fréquence radio bien définie, et en mesurant le temps écoulé jusqu'à la réception des signaux de réponse, également codés et normalisés, émis par les transpondeurs embarqués sur les aéronefs. La différence est que, dans le système D.M.E., le transpondeur est la station au sol, et l'équipement d'interrogation et de mesure est embarqué sur l'aéronef.

Les signaux radios du D.M.E. appartiennent à la même bande de fréquence U.H.F que ceux du radar. Mais ces fréquences n'apparaissent pas dans les publications aéronautiques. Chaque canal de la bande de fréquence a été apparié à un canal de la bande de fréquence V.H.F. réservée pour les V.O.R. et les I.L.S.

C. Conditions d'implantation :

On voit que l'appareillage au sol d'un système D.M.E. est de faible importance puisqu'il se limite à un transpondeur. Son antenne peut être installée sur le même mât que celles de l'I.L.S. ou du V.O.R. auquel il est associé, ou à proximité. Le choix de l'implantation est sous la responsabilité du service technique.

III.2.2.3 LE V.O.R.**A. L'introduction :**

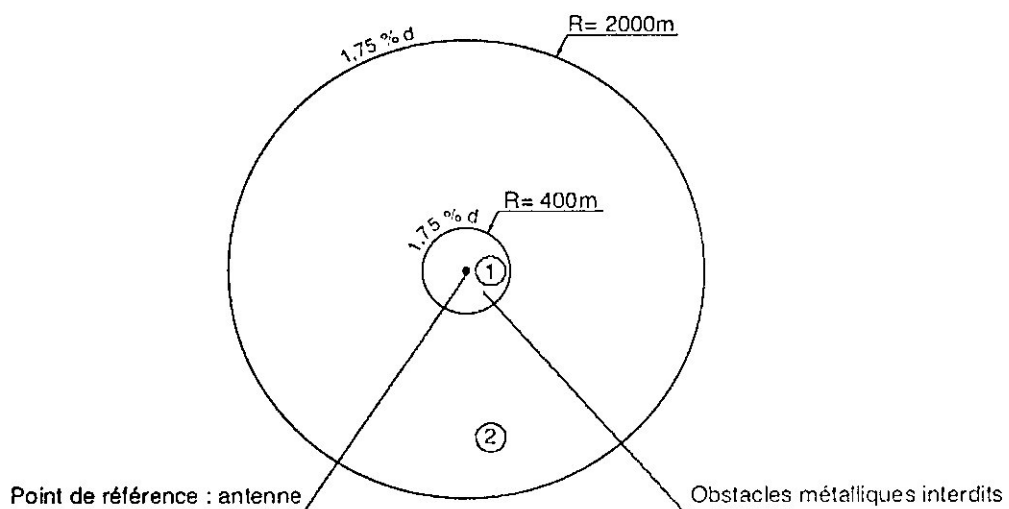
Le système V.O.R a pour vocation de fournir aux pilotes, qui volent avec un plan de vol I.F.R., des signaux radioélectriques leur permettant de maintenir leur aéronef sur sa route, de rallier l'aérodrome de destination, et d'exécuter le début de la procédure d'approche. Les V.O.R. utilisés pour le ralliement et la procédure d'approche d'un aérodrome sont installés à l'intérieur de son emprise, ou à proximité. Les V.O.R. qui balisent les routes sont installés en pleine campagne.

B. Principe de fonctionnement :

La partie au sol du système V.O.R. est un émetteur radioélectrique avec une antenne omnidirectionnelle.

Il émet un signal dont la fréquence appartient à la bande V.H.F, en traitant ce signal, l'équipement embarqué permet au pilote de connaître la direction à prendre pour se diriger vers l'emplacement de la station-sol.

L'implantation du système V.O.R. nécessite un terrain de 120 x 120 mètres. Ce terrain doit être aussi plat que possible (pente inférieure à 1 %), il y a lieu de prévoir que des zones soient sans obstacle à la propagation des ondes radioélectriques émises par le V.O.R.



Interdictions et limitations :

- ① ZONE PRIMAIRE : Création d'ouvrages métalliques et excavations interdites.
Obstacles d'une autre nature limités à une hauteur hors sol égale à 1,75 % de d.
- ② ZONE SECONDAIRE : Obstacles de toute nature limités à une hauteur hors sol égale à 1,75 % de d.

d: Distance séparant l'obstacle du point de référence (Antenne).

3.71 Spécifications De Protection D'un V.O.R. Contre Les Obstacles

Chapitre IV

Chaussées Aéronautiques

IV. LES CHAUSSEES AERONAUTIQUES :

Une chaussée a pour but de permettre la circulation en toute saison des charges, dans des conditions de confort, de sécurité, et d'être aussi durable que possible. Elle doit répondre à 3 impératifs :

- Diffuser les charges (admissibilité du sol support).
- Etre imperméable (pas d'infiltration dans le sol support).
- Présenter une bonne adhérence (sécurité pour les avions).

La couche de surface doit résister aux actions tangentielles, aux efforts d'arrachement, ou d'écrasement des granulats qui la composent, transmettre des pressions fortes et être imperméable.

IV.1 Les Types De Chaussée Aéronautique :

On à 2 types de chaussée aéronautique utilisées :

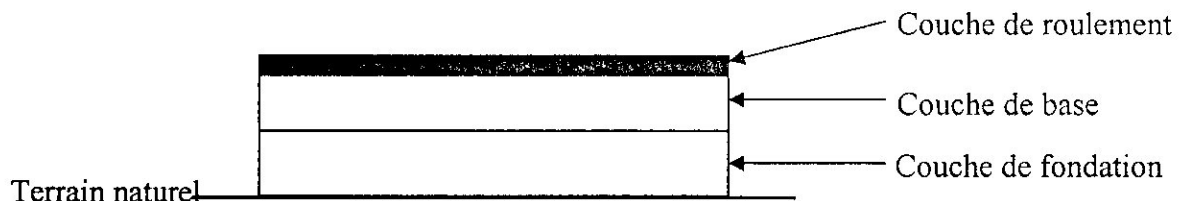
- Les chaussées souples.
- Les chaussées rigides.

IV.1.1 Les chaussées souples :

Une chaussée souple est composée :

- D'une couche de roulement.
- D'une couche de base.
- D'une couche de fondation.

La couche repose sur le terrain naturel, sol support (surmonté éventuellement d'une couche de forme).



IV.1.2 Les chaussées rigides :

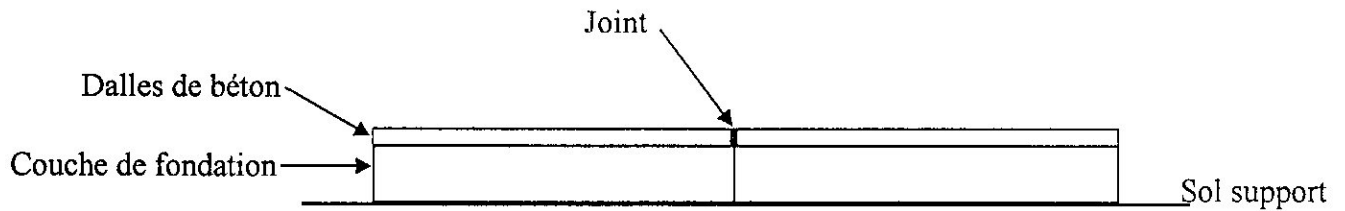
Une chaussée rigide est constituée par un ensemble de dalles en béton de ciment et d'une couche de fondation reposant sur un sol support.

La couche de fondation doit être de préférence en béton maigre, ayant une faible incidence dans le calcul mais dont la fonction est :

- d'assurer la continuité de l'appui des dalles au droit des joints,
- de contribuer à la protection contre le gel du sol support,
- de s'opposer à la montée des fines par pompage au droit des joints et, accessoirement, d'offrir une surface stable pour le déroulement des travaux de bétonnage.

Dans le cas d'une fondation en grave ciment, une couche de béton poreux sera interposée entre la dalle de béton et sa fondation afin d'assurer une fonction de drainage.

Une sous-couche (drainante ou anticontaminante) peut être souhaitable, dans certains cas, entre le sol support et la fondation.



IV.1.3 Avantages et inconvénients de ces types de chaussée :

	SOUPLE	RIGIDE
AVANTAGES	+ Investissement initial moins coûteux. + Savoir faire des entreprises routières. + Entretien courant rapide. + Renforcement facile.	+ Longue durée. + Bonne résistance au poinçonnement. + Pas de sensibilité au kérosène et à la température. + Economique sur un mauvais sol support.
INCONVENIENTS	+ Vieillessement. + Sensibilité au poinçonnement et au kérosène. + Sensibilité aux très fortes températures. + Peu économique sur mauvais sol support. + Surveillance plus forte.	+ Coût. + Peu d'entreprises spécialisées. + Renforcement difficile. + Entretien des joints.

De ce bilan, on préconisera des chaussées rigides pour les très grands aéroports, les bases aériennes militaires et les aires de stationnement gros porteurs. Dans les autres cas, on préconisera des chaussées souples.

IV.2 Les charges de calcul :

Les avions, qui exercent des charges sur les chaussées aéronautiques, ont des masses très variables, des atterrisseurs spécifiques, et ne fatiguent pas la chaussée de la même manière.

IV.2.1 Les masses des avions :

La masse d'un avion est comprise entre la masse à vide opérationnelle ou masse de base et :


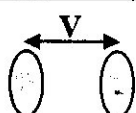
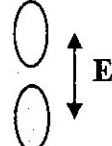
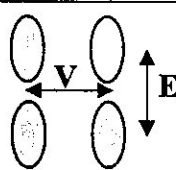
- La masse maximale de structure au roulage (MMSR) pour les parkings avions.
- La masse maximale de structure au lâcher des freins (MMSLF) pour la piste.
- La masse maximale de structure à l'atterrissage (MMSA) pour certaines voies de circulation (sorties de piste) pas toujours fournies.

IV.2.2 Les atterrisseurs d'avion :

La masse de l'avion vue ci-dessus va se répartir sur les atterrisseurs en fonction du centrage de l'avion et de la vitesse de l'avion. L'atterrisseur est constitué par l'ensemble des roues montées sur une même jambe.

L'ensemble des atterrisseurs constitue le train d'atterrissage.

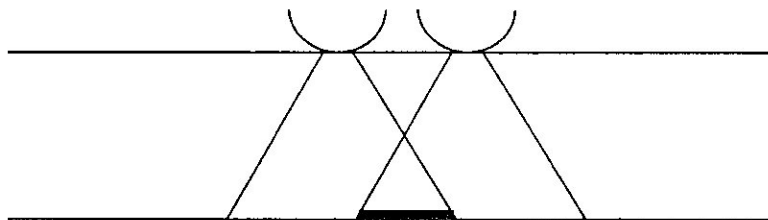
Les atterrisseurs sont de plusieurs types :

Géométrie	Type d'atterrisseur	Exemples	V	E	Masses supportées	Pression de gonflage des pneumatiques
	Roue simple	Avions légers	-----	-----	Jusqu'à 5 t	0,3 à 0,6 MPa
	Jumelage	Avions légers courts et moyens courriers	50-90 cm	-----	5 à 40 t	0,6 à 1,2 MPa
	Tandem	Avions militaires (configuration rare)		130-170 cm	10 à 20 t	0.4 à 0.8 MPa
	Boggie	Tous types sauf avions légers principalement long courriers	40-140 cm	100-180 cm	20 à 90 t	1 à 1,6 MPa

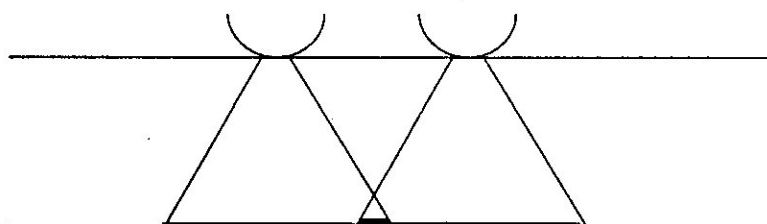
V : Voie.
E : Empattement.

L'écartement des roues va induire des pressions différentes sur le sol support.

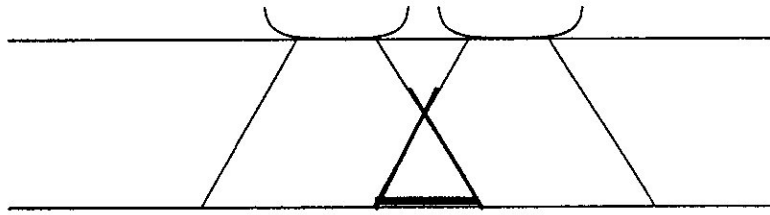
E faible \Rightarrow Pression forte sur le sol support.



E fort \Rightarrow Pression plus faible sur le sol support.



Pression des pneumatiques faible \Rightarrow superposition plus rapide des charges.



L'écartement des roues et la pression des pneumatiques étant différentes d'un avion à l'autre, on a défini des atterrisseurs types qui seront utilisés pour l'exploitation des chaussées ou lorsque on ne possède pas les caractéristiques de l'avion.

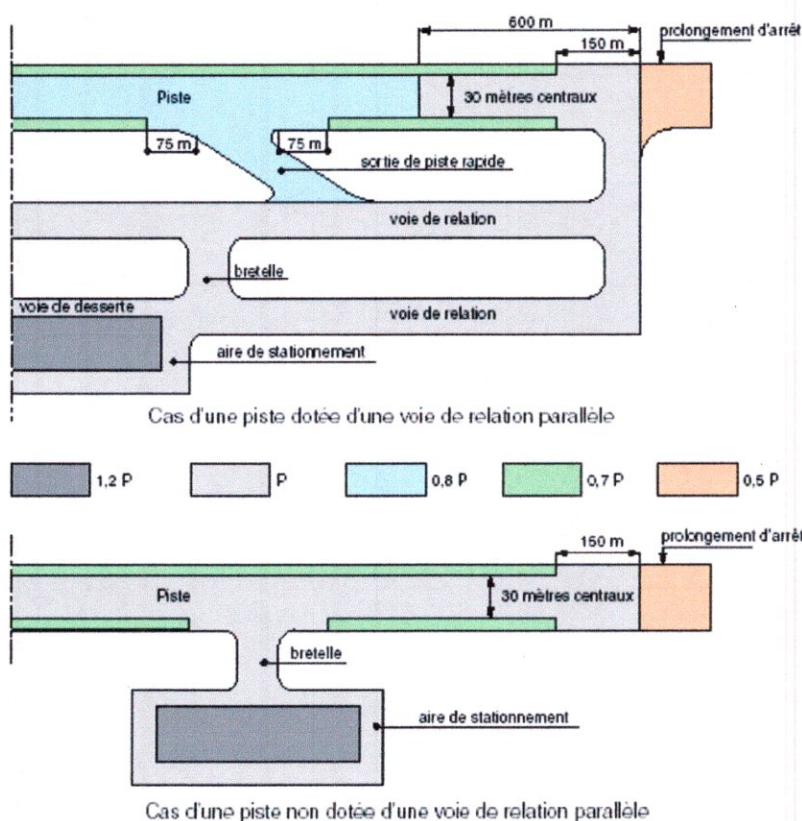
IV.3 Méthode de dimensionnement :

La masse d'un avion est la somme de :

- sa masse à vide opérationnelle,
- sa charge marchande (passagers, fret, poste),
- sa masse de carburant dépendant elle-même, au décollage, de la longueur d'étape et ne conservant plus, à l'atterrissage, que la partie des réserves non consommées.

Les avions sollicitent les matériaux de chaussée avec des fréquences et des vitesses différentes suivant les aires. Lorsque l'avion est à l'arrêt (postes de stationnement), la sollicitation est plus forte que lorsqu'il circule à faible vitesse (voies de relation et de desserte, extrémités de la piste voire même sur toute sa longueur si elle est utilisée comme voie de relation) et, a fortiori, que lorsqu'il se déplace rapidement (piste dans les phases de décollage ou d'atterrissage), la charge étant alors réduite par la sustentation des ailes. C'est ainsi que, contrairement à une perception largement répandue, la zone d'impact compte parmi les moins sollicitées compte tenu de la masse réduite à l'atterrissage.

Néanmoins, les charges seront pondérées, dans les zones où les différences de situations ci-dessus peuvent être appliquées, selon les indications rassemblées dans la figure ci dessous.



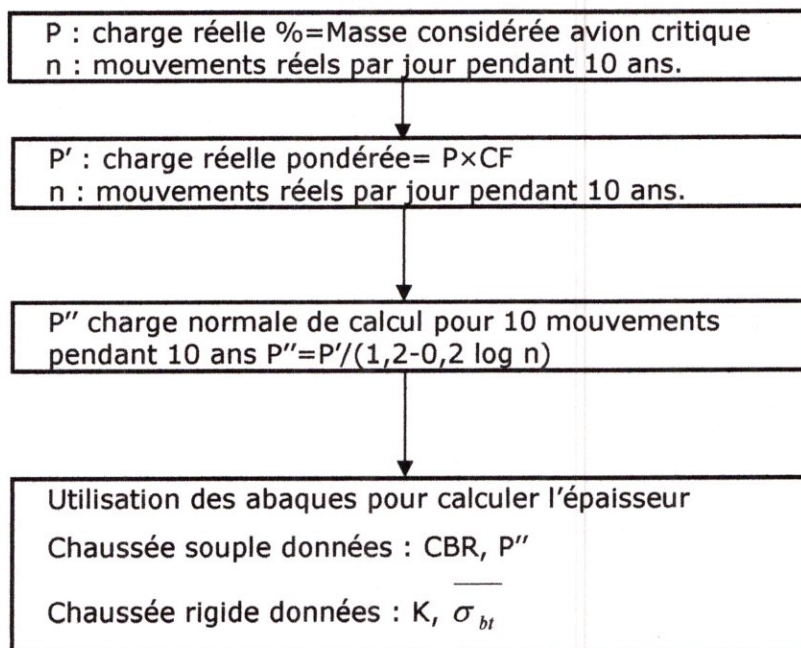
Pondération des charges réelles selon la fonction des aires

IV.3.1 Dimensionnement forfaitaire :

Un avion est nettement plus contraignant que les autres avions, par exemple avion charter sur un aéroport d'aviation d'affaires et de petits courts courriers.

Le dimensionnement prend en compte la durée de vie de 10 ans de la chaussée.

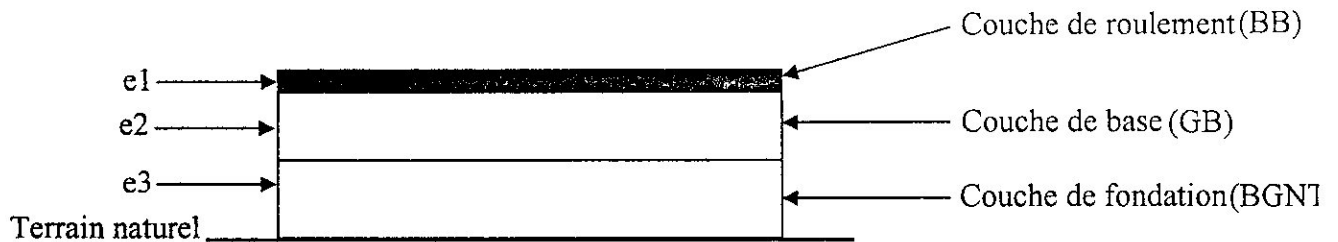
Méthode :



CBR : La portance du sol support peut être quantifiée par son indice portant californien.

IV.3.2 Dimensionnement de la chaussée souple :

Comme nous l'avons vu, une chaussée souple est constituée de trois couches :



Chaque couche a une épaisseur particulière e_i et est réalisée avec un matériau qui a des caractéristiques de diffusion particulières ce qui lui donne un coefficient d'équivalence n_i :

- + La couche de roulement est composée de « béton bitumineux » $n_i=2$ (BB).
- + La couche de base peut être composée de « grave bitume » $n_i=1.5$ (GB).
- + La couche de fondation dépend des matériaux sur place supposons « une grave non traitée » $n_i=1$ (GNT).

L'épaisseur équivalente e pourra donc s'écrire :

$$e = n_1 \times e_1 + n_2 \times e_2 + n_3 \times e_3$$

IV.3.3 Dimensionnement de la chaussée rigide :

Supposons un module de réaction corrigé K égale à 100, qui tient compte d'une couche de fondation de grave traitée de 20 cm. Supposons un béton de ciment de contrainte de traction par flexion à la rupture égale à 5,6 Mpa à 90 jours avec dispositif de transfert de charges entre dalles (Coefficient de sécurité=1,8) ce qui donne

$$\sigma_{Bt} = \frac{5,6}{1,8} = 3,1 \text{ MPa}$$

Détermination du module de réaction :

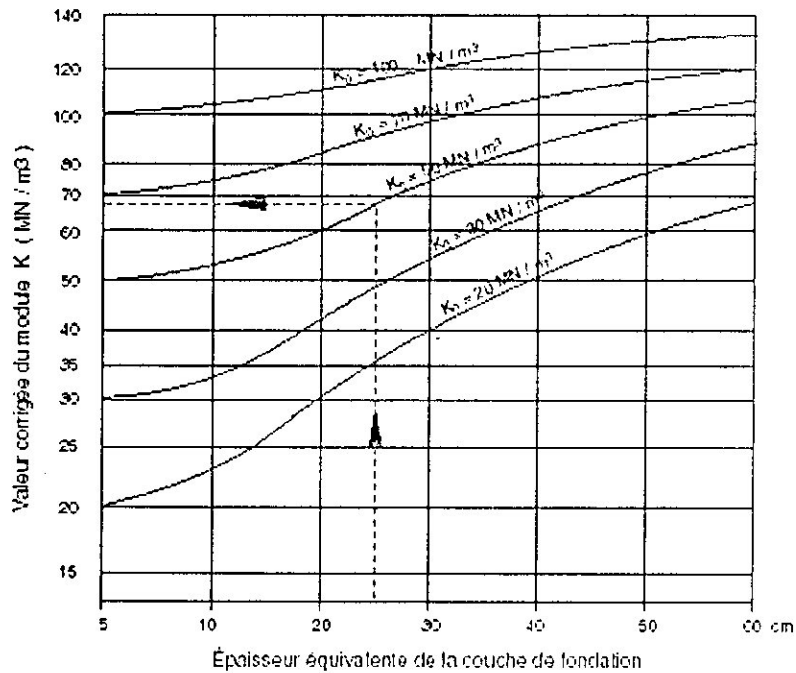
Le module de réaction est obtenu par essai de plaque in situ, le sol ayant été préalablement compacté à 95 % de l'optimum proctor modifié sur une épaisseur correspondant à celle prévue à la réalisation des travaux. Choisie très rigide, une plaque circulaire de 75 cm de diamètre transmet au sol une pression maintenue constante de 0,7 kg / cm² jusqu'à ce que l'enfoncement ait atteint une valeur w ne progressant pratiquement plus. Le module de réaction K_0 est alors donné par la formule :

$$K_0 = \frac{0,7}{w}$$

La couche de fondation n'a qu'une faible incidence dans le calcul, son existence, de même que celle de toute autre couche interposée entre le sol support et la dalle de

béton, ne peut manquer d'être prise en compte dans le dimensionnement de cette dernière.

Cette prise en compte s'effectue par correction du module de réaction K_0 du sol support à l'aide de l'abaque ci-après faisant intervenir l'épaisseur équivalente de l'ensemble constitué par la couche de fondation et les éventuelles autres couches mises en oeuvre sous la dalle de béton. Signalons que le coefficient d'équivalence habituellement adopté pour les bétons maigres de fondation est de 1,5.

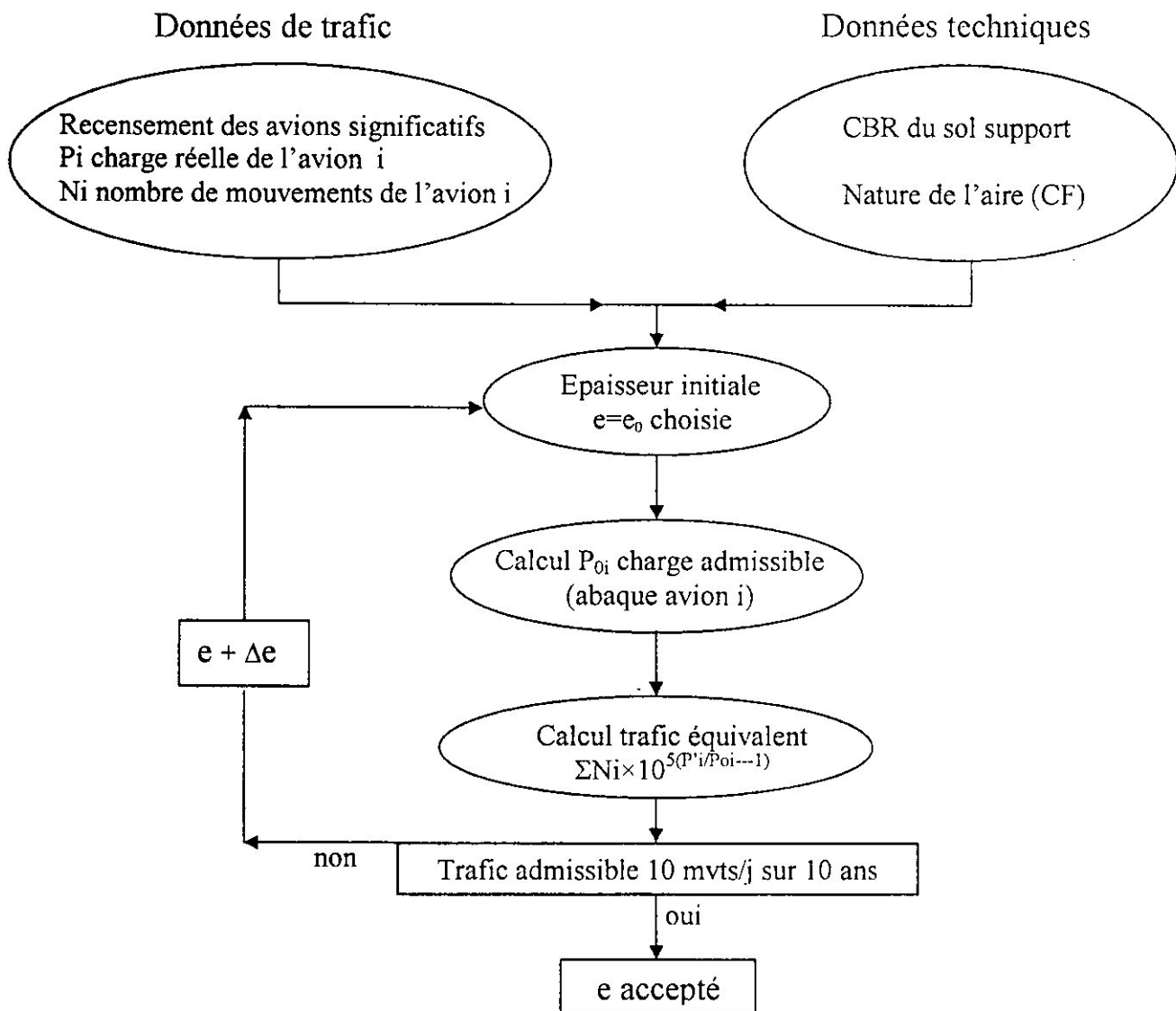


- Abaque permettant de corriger le module de réaction du sol support en fonction de l'épaisseur équivalente de la couche de fondation éventuellement complétée par celle des autres couches de matériaux interposés entre le sol support et la dalle de béton

IV.3.4 Dimensionnement optimisé :

C'est le cas des grands aéroports qui accueillent des flottes d'avions diversifiés où plusieurs avions vont avoir un effet d'usure de la piste.

Pour déterminer le dimensionnement de la chaussée, il convient de prévoir le trafic contraignant pour les 10 prochaines années et d'employer la méthode itérative suivante :

Méthode de dimensionnement optimisé (pour une chaussée souple)**IV.4 Gestion des chaussées aéronautiques :****IV.4.1 Méthode A.C.N.- P.C.N. :**

Il convient, avant toute autre considération, de faire observer qu'il ne peut y avoir de gestion efficace des chaussées aéronautiques sans un suivi régulier et rigoureux de leur état de surface et de leur structure.

IV.4.1.1 Présentation de la méthode A.C.N. - P.C.N. :

La méthode A.C.N. - P.C.N. est un système international normalisé de communication de renseignements permettant de déterminer l'admissibilité d'un avion sur un aéroport en fonction de la résistance des chaussées de la plate-forme concernée.

Élaborée par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O.A.C.I.), imposée aux constructeurs d'avions, cette méthode est applicable, depuis 1983, par l'ensemble des États membres pour la gestion de leurs aérodromes.

IV.4.1.2 Définitions :

L'A.C.N. (Aircraft Classification Number) est un nombre exprimant l'effet d'un avion de type donné sur une chaussée de type également donné (souple ou rigide) pour une catégorie spécifiée de sol support.

Le P.C.N. (Pavement Classification Number) est un nombre exprimant la portance d'une chaussée donnée.

La méthode A.C.N. - P.C.N., dont les conditions d'application sont développées par la suite, peut se résumer par le principe général suivant:

Le P.C.N. d'une chaussée indique qu'un avion dont l'A.C.N. est inférieur ou égal à ce P.C.N. peut utiliser cette chaussée sans autre restriction que celle pouvant être liée à la pression des pneumatiques.

Ainsi, un avion peut utiliser sans restriction une chaussée si deux conditions sont simultanément vérifiées, à savoir que :

- l'A.C.N. de l'avion - déterminé pour le type de chaussée (souple ou rigide) et la catégorie de son sol support - soit inférieur ou égal au P.C.N. de cette chaussée,
- la pression des pneumatiques de l'avion n'excède pas la pression maximale admissible publiée pour la chaussée.

Si l'une au moins de ces conditions n'est pas respectée, l'admissibilité de l'avion est soumise aux règles de la procédure de dérogation.

IV.4.1.3 Cas des chaussées légères :

La portance des chaussées légères, destinées à des aéronefs dont la masse sur l'aire de trafic est inférieure ou égale à 5 700 kg ne sera pas communiquée au moyen de la méthode A.C.N. - P.C.N. mais en indiquant les renseignements suivants:

- masse maximale admissible de l'aéronef,
- pression maximale admissible des pneumatiques.

IV.4.2 Détermination des A.C.N :

IV.4.2.1 Détermination théorique :

L'A.C.N. d'un avion est un nombre qui, par définition, est égal à deux fois la charge, calculée en tonnes, sur une roue simple, gonflée à 1,25 MPa, équivalente (R.S.E.) à l'atterrisseur principal de l'avion considéré dont les pneus sont gonflés à la pression standard q donnée par le constructeur.

Sa détermination, pour un type de chaussée et pour une catégorie de sol support, résulte donc de deux étapes successives, à savoir :

- détermination, par la méthode américaine adaptée, de l'épaisseur équivalente du corps de chaussée (pour une chaussée souple) ou de celle de la dalle de béton (pour une

chaussée rigide) qui devrait être associée à telle catégorie de sol support pour supporter l'atterrisseur à la pression q ,

-détermination de la charge en tonnes sur roue simple gonflée à 1,25 MPa correspondant à cette épaisseur.

L'A.C.N. ainsi obtenu n'est associé qu'à la pression q , au type de chaussée (souple ou rigide), et à la catégorie de sol support.

IV.4.2.2 Détermination pratique :

Les A.C.N. des principaux avions existants sont fournis, à vide et à pleine charge, pour chacun des deux types de chaussées et pour quatre catégories de sol support - défini lui-même, soit par son C.B.R., pour les chaussées souples, soit par son module de réaction, pour les chaussées rigides comme indiqué dans le tableau ci-après :

	Catégorie du sol support	Valeurs du CBR ou du K (a)
A	Résistance élevée	CBR > 13 $K > 120 \text{ MN/m}^3$
B	Résistance moyenne	$8 \leq \text{CBR} \leq 13$ $60 \leq K \leq 120 \text{ MN/m}^3$
C	Résistance faible	$4 \leq \text{CBR} \leq 8$ $25 \leq K \leq 60 \text{ MN/m}^3$
D	Résistance ultra-faible	CBR < 4 $K < 25 \text{ MN/m}^3$

(a) module de réaction K corrigé à l'aide de l'abaque reproduit par la figure 5-12

Classification par catégories des sols supports de chaussée

La publication par l'O.A.C.I. de ces valeurs de l'A.C.N., qui peuvent être également trouvées dans l'Airport Planning édité par le constructeur de l'avion, porte également indication de :

-la pression standard q des pneumatiques,

-la part de charge V_s , exprimée en pour-cent, descendue par l'atterrisseur principal.

En pratique, il convient de comparer au P.C.N. d'une chaussée donnée l'A.C.N. de tel ou tel avion correspondant à la charge roulante maximale sur l'aérodrome considéré.

On admet pour ce faire que pour un avion donné ayant une masse M_t comprise entre ses masses maximale M et minimale m publiées, l'A.C.N. varie linéairement entre ces deux masses.

Le tableau ci-après donne un exemple d'A.C.N. publié.

Type d'avion	Masses (kg) Maximale Minimale			ACN				ACN				
				Chaussée souple				Chaussée rigide				
				V_s (%)	q (Mpa)	A	B	C	D	A	B	C
A 300 B2	142	900	46,8	1,24	41	46	54	71	37	45	53	61
	86	300			21	23	26	35	19	22	26	30

Forme observée par la publication des A.C.N.

Le calcul découle alors d'une simple interpolation en utilisant la formule suivante :

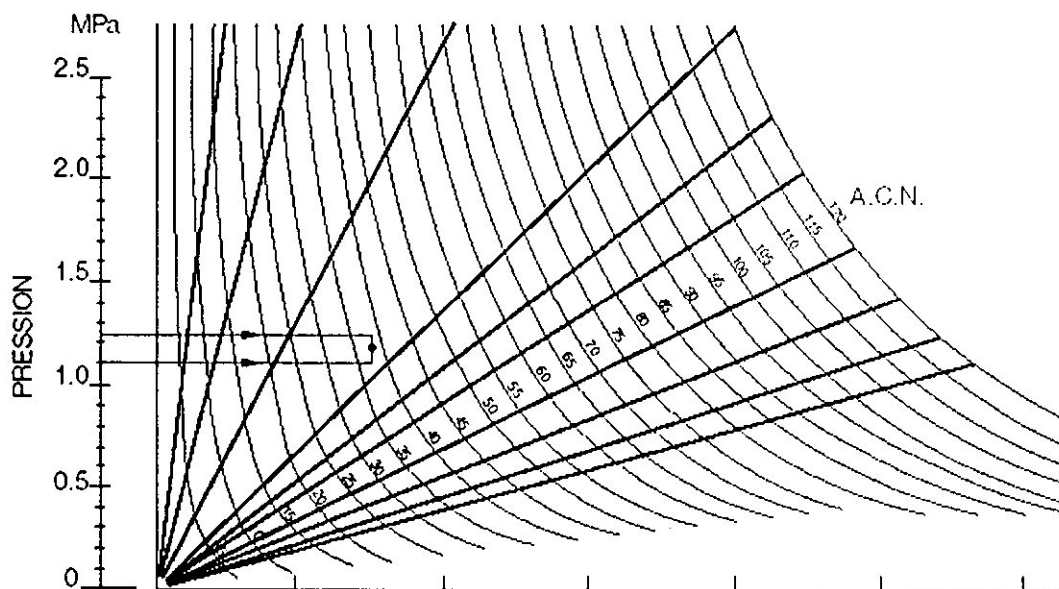
$$ACN = ACN_{\min} + (ACN_{\max} - ACN_{\min}) \times \frac{M_1 - m}{M - m}$$

Toutefois, si la pression de gonflage effective des pneumatiques q' diffère de la pression standard q de plus de 0,1 MPa une correction de la valeur l'A.C.N. sera effectuée selon les indications suivantes :

-a : Pour les chaussées souples, l'A.C.N. corrigé résulte de l'application de la formule :

$$A.C.N._{\text{corrigé}} = A.C.N. \times \frac{\frac{1}{0,5695 \cdot CBR} - \frac{1}{32,035 \cdot q'}}{\frac{1}{0,5695 \cdot CBR} - \frac{1}{32,035 \cdot q}}$$

-b : Pour les chaussées rigides, on utilise l'abaque ci-après.



(L'exemple choisi illustre la correspondance d'un A.C.N. de 39, à une pression de 1,25 MPa, à un A.C.N. de 37, à une pression de 1,10 MPa)

Abaque permettant, pour les chaussées rigides, la correction de l'A.C.N. en fonction de la pression de gonflage des pneumatiques de l'atterrisseur principal.

IV.4.3 Détermination des P.C.N :

IV.4.3.1 Principe et codification :

Le P.C.N représentant la force portante d'une chaussée donnée, sa valeur est dépendante des caractéristiques de son sol support et des matériaux constituant son corps de chaussée.

Un P.C.N. déterminé par expérience à partir du trafic reçu par l'aérodrome peut également être publié lorsque les caractéristiques géotechniques déterminantes sont mal connues, soit parce qu'elles n'ont jamais fait l'objet d'une évaluation, soit parce que cette dernière est trop ancienne pour être valablement prise en compte.

La méthode d'évaluation du P.C.N. d'une chaussée étant laissée à l'initiative de chaque pays membre de l'O.A.C.I., la France dispose de deux méthodes de détermination par calcul :

- le calcul forfaitaire,
- le calcul optimisé,

Et d'une méthode de détermination par expérience.

Au P.C.N., qui est donc ou bien issu du calcul ou bien déterminée par expérience, sont associées, pour sa publication, quatre lettres indicatrices respectivement :

- > du type de chaussée concernée:

F : pour une chaussée souple,

R : pour une chaussée rigide,

- > de la catégorie du sol support A, B, C ou D (comme il est indiqué dans tableau ci avant de la détermination pratique).

- > de la pression de gonflage maximale des pneumatiques :

W : pas de limite de pression (cas général),

X : pression limitée à 1,50 MPa,

Y : pression limitée à 1,00 MPa,

Z : pression limitée à 0,50 MPa,

- > de la base d'évaluation:

T : détermination par calcul,

U : détermination par expérience.

IV.4.3.2 Détermination du P.C.N. par calcul :

Le calcul forfaitaire du P.C.N. permet de déterminer ce dernier à partir des seules caractéristiques de la chaussée, sans qu'il soit par conséquent fait référence au trafic qu'elle reçoit. Il passe par la détermination, à l'aide de l'abaque de dimensionnement, de la charge maximale admissible RSI pouvant lui être appliquée par une roue simple isolée gonflée à 0,6 MPa, charge maximale dont la valeur est ensuite majorée par un coefficient fonction lui-même de la catégorie du sol support.

$$P.C.N. = H(CBR) \times RSI \quad \text{ou} \quad P.C.N. = G(K) \times RSI$$

Les abaques ci-après permettent l'évaluation des coefficients H ou G.

À noter que la charge maximale admissible peut également, pour les chaussées souples, être obtenue de manière plus précise par application de la formule suivante :

$$RSI = 6,12 \frac{e^2}{1000 \left[4,231 \cdot \log \frac{CBR}{0,6} + 2,426 \left(\log \frac{CBR}{0,6} \right)^2 - 0,473 \left(\log \frac{CBR}{0,6} \right)^3 \right]^2}$$

Dans laquelle :

- e est l'épaisseur équivalente de la chaussée exprimée en centimètres,
- les logarithmes sont décimaux,

- RSI est exprimée en tonnes.

Bien qu'approchées, les valeurs de P.C.N. obtenues par calcul forfaitaire caractérisent la portance réelle et expriment une bonne connaissance de la chaussée. Elles supposent, par suite, que son auscultation ait été récemment effectuée et doivent être publiées en code T.

IV.4.3.3 Application pratique de la méthode :

A. Admissibilité d'un avion :

La méthode A.C.N. - P.C.N. est utilisée pour connaître les conditions de recevabilité sur une plate-forme d'un avion à sa charge réelle. Elle consiste en la comparaison de l'A.C.N. de l'avion au P.C.N. de la chaussée:

- si $A.C.N. \leq P.C.N.$: l'avion est admissible

- si $A.C.N. > P.C.N.$: on applique la procédure réservée à cette situation

B. Cas de dépassement du P.C.N. :

Deux cas sont à considérer :

Cas 1: $P.C.N. < A.C.N. = 1,1 P.C.N.$ pour les chaussées souples

$P.C.N. < A.C.N. = 1,05 P.C.N.$ pour les chaussées rigides

Dans ce cas, l'avion peut être autorisé sous réserve que le nombre annuel n de mouvements réels en surcharge n'excède pas 5 % du total annuel des mouvements réels contenus dans le trafic de référence Nr.

$$n \leq 0,05 N_r$$

-Si d'autres avions ont auparavant subi la même procédure, il convient d'inclure dans n leur nombre de mouvements réels.

-Si la règle des 5% n'est plus respectée, il convient de calculer le trafic équivalent total et de suivre alors la procédure du cas 2.

Cas 2: $A.C.N. > 1,1 P.C.N.$ pour les chaussées souples

$A.C.N. > 1,05 P.C.N.$ pour les chaussées rigides

ou condition précédente non respectée

-Si le P.C.N. est affecté du code U, la méconnaissance des caractéristiques de la chaussée devrait, sauf atterrissage d'urgence, inciter à refuser l'avion.

-Si le P.C.N. est affecté du code T, il convient de se ramener à la charge admissible P_0 du type d'avion considéré pour la chaussée, charge admissible donnée par la relation :

$$P_0 = m + (M-m) \times [(P.C.N.-A.C.N.min)/(A.C.N.max-A.C.N.min)]$$

Dans laquelle :

M est la masse maximale au roulage.

m est la masse a vide en ordre d'exploitation.

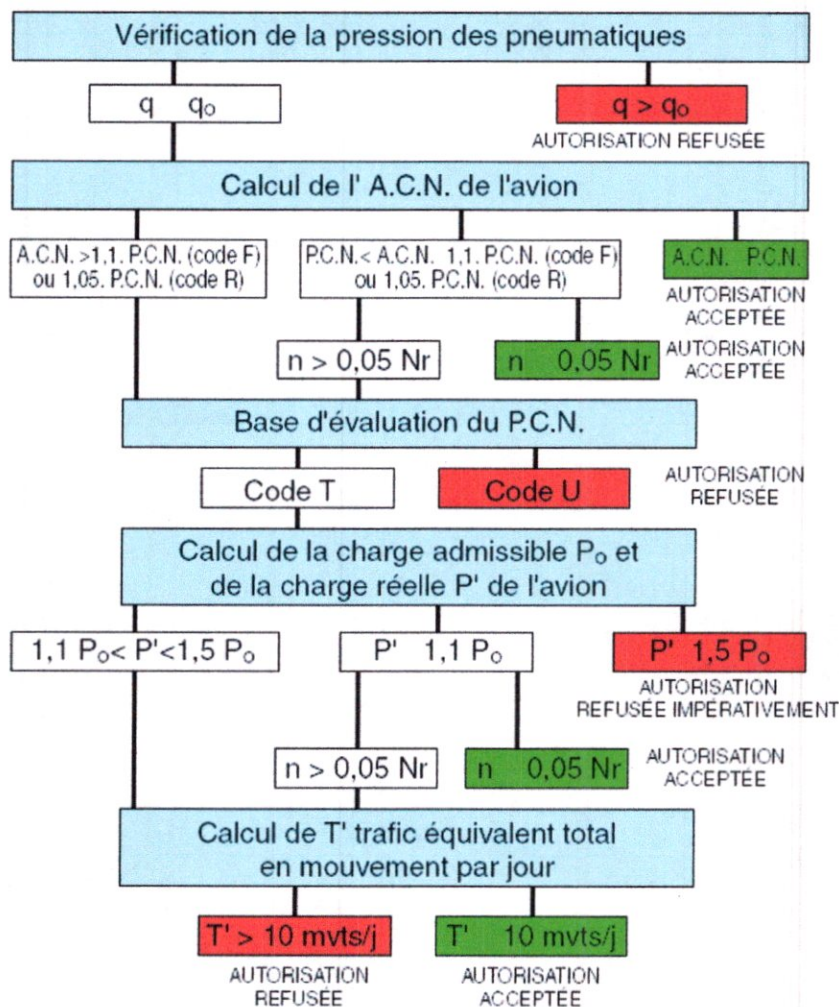
On compare alors cette charge admissible P_0 à la charge réelle prévue pondérée P' pour chaque aire concernée:

- Si $P' \leq 1,1.P_0$: l'avion peut, toujours sur l'aire concernée, être accepté sous réserve de respecter la règle des 5%,

- Si $1,1.P_0 < P' < 1,5.P_0$: dans ce cas, il convient de calculer le trafic équivalent total journalier T' que supporte la chaussée:
 - ✓ Si $T' > 10$ mouvements équivalents par jour, l'atterrissage doit être refusé à moins d'admettre une usure rapide des chaussées.
 - ✓ Si $T' \leq 10$ mouvements équivalents par jour, l'avion peut être autorisé à sa charge réelle P , mais en limitant sa fréquence aux valeurs indiquées par le graphique 8-5 ci-après dont le tableau ci-dessous donne les extrêmes.
- Si enfin $P' > 1,5 P_0$: l'autorisation d'atterrissage doit être impérativement refusée sauf urgence.

p'/p_0	Nombre limite de mouvements à la charge réelle P	Suivi des chaussées
1,1-1,2	Entre 1 et 3 par jour	recommandé
1,2-1,3	Entre 1 / j et 1 / semaine	Obligatoire, régulier et fréquent
1,3-1,4	Entre 1 / semaine et 2 / mois	id.
1,4-1,5	Entre 1 / mois et 2 / mois	id.

Les conditions d'admissibilité qui viennent d'être développées, sont données ci-après sous forme algorithmique.



q : pression réelle de gonflage des pneumatiques de l'avion
 q_0 : pression limite de gonflage des pneumatiques

Chapitre IV

Aérogares Et Aire De Stationnement

V.1 AEROGARES PASSAGERS :

L'aérogare passagers est un maillon essentiel de l'ensemble des infrastructures d'un aéroport: c'est le bâtiment qui permet le transfert de personnes et de leurs bagages, d'un mode de transport terrestre, vers un autre, aérien, et réciproquement. C'est donc le lieu du processus administratif et technique qui rend possible ce transfert (vente de billets, enregistrement des passagers et de leurs bagages, contrôles réglementaires de police, douane et sûreté). L'infrastructure agit donc comme un fantastique "réservoir de passagers" qui alimente une flotte d'avions. Chacune de ces caractéristiques de l'aérogare génère donc des besoins spécifiques en espace: des zones de circulation des passagers et de leurs bagages; des filtres (administratifs ou techniques, pour le passager ou ses bagages) ; ainsi que des surfaces d'attente.

V.1.1 L'aérogare Et Ses Fonctions :

V.1.1.1 L'Aérogare Et Ses Acteurs :

A. Les Intervenants :

On distingue parmi eux deux catégories principales : les usagers et les utilisateurs. On entend donc par usager, toute personne physique qui a recours au service rendu par l'équipement. La notion « d'usager » regroupe ainsi le public ciblé et ses accompagnateurs. En revanche, l'utilisateur comprendra toute personne physique ou morale qui, par sa profession, exploite au moins l'une des fonctions de l'ouvrage à un moment quelconque de son cycle de vie.

A.1 Utilisateurs Directs :

A.1.1 Le gestionnaire : c'est l'exploitant opérationnel et financier de l'aérogare. Il dispose de deux types de recettes :

- les redevances aéronautiques (atterrissage, passagers, balisage, stationnement des avions, carburants)
- les redevances extra-aéronautiques, à caractère purement commercial.

A.1.2 Les compagnies aériennes : elles ont à charge le transport des passagers et de leurs bagages.

A.1.3 Les services de contrôle réglementaire des passagers : ce sont les services de l'Etat qui assument les différentes tâches impliquées par le passage des frontières ou applicables aux passagers et à leurs bagages d'une manière générale : police, douane, sûreté, santé.

A.2 Autres Utilisateurs :

A.2.1 Ceux qui offrent un service aux passagers : commerçants, restaurateurs, loueurs de voitures, transporteurs, services d'information, services de poste, de téléphone, établissements bancaires.

A.2.2 Les services des bases aériennes, qui sont responsables de l'infrastructure aéroportuaire : création, aménagement et entretien des pistes, des aires de manoeuvre et de stationnement des avions, ainsi que des bâtiments techniques.

A.2.3 Les services de la Navigation aérienne, qui sont chargés d'assurer la régularité du trafic et la sécurité des aéronefs en vol et au sol. Ils sont responsables de la conception des moyens, de leur mise en place, de leur entretien et de leur exploitation.

A.2.4 Les usagers de l'aérogare : Ce sont :

- les passagers;
- les visiteurs, n'ayant aucun lien direct avec le trafic, mais susceptibles d'utiliser les services et les commerces.
- les accompagnateurs et attendants ;
- les personnels navigants, techniques ou commerciaux.

B. Les Types De Trafic Passagers :

Le transfert des passagers et de leurs bagages, d'un mode de transport terrestre à un mode de transport aérien ou réciproquement s'assortit d'un certain nombre d'opérations qui sont différentes selon la destination ou la provenance des passagers, c'est-à-dire selon les types de trafic aérien empruntés.

B.1 Trafic national :

Les passagers et les bagages ne quittent pas le territoire national. Ils ne sont soumis à aucune formalité de frontière, mais doivent (y compris les bagages de soute) pouvoir subir un contrôle de sûreté.

B.2 Trafic international :

Les passagers et les bagages quittent ou arrivent sur le territoire national. Ils sont soumis aux formalités de frontière et subissent obligatoirement un contrôle de sûreté.

B.3 Trafic de transit :

Les passagers peuvent arriver par un mode de transport terrestre pour prendre l'avion ou inversement, mais ils peuvent aussi arriver par avion pour repartir par avion : c'est ce qu'on appelle « le trafic de transit ». On distingue :

B.3.1 Le transit direct : les passagers, arrivés par avion avec un numéro de vol, repartent avec le même numéro de vol et normalement par le même avion. Les bagages de soute restent en général dans l'avion

B.3.2 Le transit indirect ou correspondance : les passagers et les bagages arrivés à bord d'un avion sous un numéro de vol déterminé repartent à bord d'un autre avion sous un autre numéro de vol

B.3.3 Le transit rapide : les passagers et les bagages, arrivés par un avion, repartent par le même avion sans en être descendus.

Le transit, qu'il soit direct ou indirect, présente les quatre combinaisons suivantes (arrivée/départ) :

- transit national/national
- transit international/international
- transit national/international
- transit international/national.

B.4 Trafic régulier ou « charter » :

Le trafic, qu'il soit national ou international, appartient par ailleurs à l'un de ces deux types de vol :

- les vols effectués à jours fixes et à horaires fixes par une compagnie aérienne qui utilise soit ses propres appareils, soit des avions loués à l'année pour lesquels il est possible d'acheter son billet et de prendre l'avion à n'importe quel moment dans la limite des places disponibles, ainsi que d'annuler sa réservation sans autre forme de procès (sous réserve d'une politique commerciale particulière). C'est ce qu'on appelle le trafic régulier;
- les vols effectués occasionnellement, soit par avion de compagnie régulière, soit par un avion affrété spécialement pour le vol, pour lesquels il est impératif d'acheter le billet et de choisir son vol à l'avance avec peu ou pas de possibilités de désistement ou de changement de réservation. C'est ce qu'on appelle communément le trafic charter ou non régulier.

B.5 Trafics long-, moyen- ou court-courrier :

La durée du vol et la longueur du parcours permettent d'établir une autre distinction :

- ✓ Vols long-courriers: plus de 3 000 km;
- ✓ Vols moyen-courriers : de 1 000 km à 3 000 km
- ✓ Vols court-courriers : moins de 1 000 km.

V.1.1.2 Contrôles Effectues Sur Le Passager :

A. Contrôles Réglementaires :

Le contrôle de police consiste à vérifier l'identité des passagers et les visas au moment du passage de la frontière.

Le contrôle de douane vise l'entrée et la sortie de marchandises et devises du territoire national. Il est effectué par l'administration des Douanes.

Le contrôle de sûreté s'assure que le passager au départ ne transporte aucune arme ou objet dangereux sur lui-même ou dans ses bagages.

Le contrôle des bagages de soute est assuré par l'administration des Douanes. Le contrôle des bagages de soute sera obligatoire, pour tous les vols internationaux à compter du 1er janvier 2000, et à partir de 2002, pour les vols

nationaux.

Le contrôle de santé concerne les passagers en provenance de pays où sévissent des maladies dangereuses ou endémiques.

B. Contrôles des compagnies :

L'enregistrement consiste en la prise en charge du passager et de ses bagages de soute par la compagnie.

Le contrôle d'accès à bord s'applique au passager, au moment d'accéder à l'avion. Il doit remettre au personnel de la compagnie sa carte d'accès à bord ou sa carte de transit.

La compagnie doit être capable, de par ses procédures d'embarquement, d'effectuer un rapprochement passager/bagage, afin d'éviter un acte illicite contre l'aviation civile par l'introduction et l'abandon par un passager n'embarquant pas, d'un colis piégé en soute.

V.1.1.3 Description Du Traitement Du Passager :

Les divers types de trafic conduisent à distinguer, pour les passagers, trois positions vis-à-vis des formalités

- les passagers dits « libres » qui ne sont assujettis à aucune formalité administrative de la part des services de l'Etat. C'est le cas des passagers, en temps normal (hors procédures d'urgence ou vols sensibles), des lignes nationales et des passagers en transit national/national. Ils doivent néanmoins subir un contrôle de sûreté;
- les passagers soumis aux formalités de frontière lorsqu'ils pénètrent ou quittent le territoire national
- les passagers en transit international/international qui sont considérés comme n'ayant pas pénétré dans le territoire national.

En fonction de ces remarques, on peut identifier, pour un passager et ses bagages, les parcours types suivants :

A. Régime national :

A.1 Au départ:

- accès à l'aérogare dans une zone publique hors aérogare (aire de stationnement, esplanade)
- accès à un hall public où le passager peut utiliser tous les services à sa disposition (toilettes, commerces, bar, information, restaurant téléphone...)
- achat ou délivrance du billet éventuellement;
- enregistrement et traitement du bagage de soute;
- contrôle de sûreté (bagages de soute)
- contrôle de sûreté (passager et bagage de cabine)
- regroupement en salle d'embarquement hors douane;
- accès à l'avion.

A.2 À l'arrivée :

- accès à une zone hors douane de l'aérogare depuis l'avion
- accès à la salle de livraison bagages hors douane pour récupération du bagage de soute.
- accès à un hall public hors douane.

B. Régime international :**B.1 Au départ:**

- accès à l'enregistrement selon les mêmes formalités que le passager national au départ et traitement du bagage de soute après contrôle de sûreté (bagages de soute)
- contrôle de sûreté passager et bagage de cabine
- contrôle de police et de douane;
- accès en salle d'embarquement sous douane
- accès à l'avion.

B.2 À l'arrivée:

- accès à une zone sous douane de l'aérogare depuis l'avion
- contrôle de santé;
- contrôle de police;
- accès à la salle de livraison des bagages sous douane;
- contrôle de douane;
- accès à un hall public hors douane.

C. Régime Union européenne :

Mêmes formalités que le passager en régime international avec, en moins, les contrôles de douanes (accès aux commerces sous douane jusqu'en 1999 a priori).

D. Régime Schengen :

Même formalité que le passager en régime Union européenne moins les contrôles d'identité (police).

E. Régime de transit :

Il existe 3 possibilités:

- le passager débarque (procédure d'arrivée normale) et réenregistre comme un passager classique (selon le traitement déjà décrit)
- le passager accède directement en zone d'embarquement sans réenregistrer, en subissant uniquement les contrôles de sûreté
- le passager reste à bord de l'avion lors de l'escale (transit direct exclusivement).

V.1.1.4 Fonctions De L'aérogare :

Compte tenu des attentes vis-à-vis de l'infrastructure aérogare passagers, on peut distinguer cinq fonctions principales qui permettent de concevoir les différents espaces de ce bâtiment

- la fonction trafic (traitement du passager et de ses bagages)

- la fonction commerciale (boutiques, bars! restaurants, concessions diverses)
- la fonction opérationnelle (locaux d'exploitation aéroportuaire)
- la fonction administrative (bureaux; salles de réunion...)
- la fonction technique (locaux techniques, installations de maintenance, zone de stockage).

A. Fonction trafic :

Il s'agit des opérations de traitement du passager et de ses bagages (services gratuits rendus aux passagers et aux accompagnateurs).

- Gare: routière; ferroviaire ou de transport en site propre lié à la desserte de l'aérogare.
- Parcs de stationnement: véhicules particuliers taxis ; véhicules de location ; parcs privés....
- Esplanade départ: voie de circulation desservant le côté ville de l'aérogare ; stationnement de très courte durée ; trottoir assurant la liaison avec le bâtiment aérogare.
- Hall public départ: circulation ; desserte des différents modules ; accueil des passagers ; informations ; services offerts aux passagers.
- Enregistrement: banques d'enregistrement des passagers et des bagages ; zone d'accumulation de passagers ; zones de départ des bagages vers le tri ; bureaux des compagnies directement liés à cette fonction.
- Contrôle des bagages de soute: filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente suivant le type de contrôle bureaux directement associés.
- Tri bagage départ: regroupement des bagages ; tri par destination ; chargement des chariots et conteneurs ; zone de circulation et de stockage.
- Contrôle police départ : filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente; bureaux directement associés.
- Contrôle douane départ: filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente; bureaux directement associés.
- Contrôle sûreté passager et bagage à main : filtre de contrôle; zone de circulation et file d'attente ; bureaux directement associés ; local de fouille.
- Contrôle de santé: filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente ; bureaux directement associés.
- Zone d'embarquement: zone d'attente et de circulation ; salle d'embarquement ; salon VIP (very important person) et CIP (commercial important person) ; services offerts aux passagers; portes d'embarquement; prépasserelles! Passerelles; distinction national / Schengen / international.
- Zone de transit : zones d'attente et de circulation ; services offerts aux passagers.
- Zone arrivée : zone d'attente et de circulation ; services offerts aux passagers ; portes; prépasserelles! Passerelles ; distinction nationale! International.

- Contrôle police arrivée: filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente ; bureaux directement associés.
- Traitement des bagages à l'arrivée: zones de circulation et de stockage ; déchargement des chariots et conteneurs ; dépose des bagages sur les tapis.
- Livraison des bagages: tapis de livraison des bagages; zone de circulation et d'attente des passagers comptoirs! Bureaux du service bagages en cas de pertes ou de détérioration ; services offerts aux passagers.
- Contrôle douane arrivée : filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente ; bureaux directement associés.
- Contrôle santé : filtre de contrôle ; zone de circulation et file d'attente ; bureaux directement associés.
- Hall public arrivée: zone de circulation et d'attente ; information ; point de rencontre ; services offerts aux passagers.
- Esplanade arrivée : voie de circulation desservant le côté ville de l'aérogare ; trottoir assurant la liaison avec le bâtiment : stationnement de très courte durée.

B. Fonction commerciale :

Il s'agit d'opérations commerciales associées à une recherche de rentabilité des surfaces et liées à un choix spécifique du gestionnaire.

- Vente de billets : banques de réservation et vente de billets zone d'attente ; bureaux des compagnies directement liés à cette fonction.
- Téléphone : zone d'attente; installations de téléphonie
- Banque de change: guichets ; zone d'attente ; bureaux directement liés à cette fonction.
- Location de voitures: guichets; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction.
- Liaison avec les moyens de transport terrestre, bus, taxi, train: guichets ; zone d'attente ; bureaux directement liés à cette fonction ; information.
- Réservation d'hôtels: guichets; zone d'attente; bureaux directement liés à cette fonction; information.
- Poste : guichets ; zone d'attente ; bureaux directement liés à cette fonction.
- Bar: espace offert aux passagers; comptoir; réserve; bureaux éventuels.
- Restauration: espace offert aux passagers ; cuisine; réserves; bureaux éventuels.
- Salons des compagnies aériennes : espaces d'exposition, de conférence ; salons VIP affectés à une compagnie en particulier
- Boutique tabacs /journaux.

C. Fonction opérationnelle :

Il s'agit des locaux nécessaires au fonctionnement de l'aérogare.

- Poste de contrôle d'aérogare : contrôle de fonctionnement de l'aérogare ; regroupement des informations sur le trafic.
- Locaux des compagnies : salle de préparation des vols ; salles de repos des équipages.
- Locaux divers d'exploitation.

D. Fonction administrative :

Elle concerne les besoins administratifs du gestionnaire et des différents utilisateurs pouvant éventuellement être traités hors de l'aérogare.

- Locaux du gestionnaire: bureaux; salles de réunion...
- Locaux des compagnies: bureaux; salles de réunion.
- Locaux des services de l'Etat : Aviation civile ; Douanes Santé; Météorologie ; DICCILEC (Direction centrale concernant l'immigration et la lutte contre l'emploi clandestin).
- Restaurant administratif et cuisines.

E. Fonction technique :

Il s'agit des locaux nécessaires au fonctionnement du bâtiment.

- Locaux techniques: centrale électrique centrale de traitement d'air...
- Zones de stockage: hors commerces et bars! Restaurants.

V.1.2 Liaisons Entre L'aérogare Et Les Avions Pour Les Passagers :**V.1.2.1 Accès à pied :**

Les passagers circulent à pied entre l'aérogare et l'avion dans lequel ils accèdent grâce à un escalier mobile.

V.1.2.2 Transport en autobus :

Les passagers sont amenés de l'aérogare à l'avion, ou inversement, par des autobus plus ou moins spécialement aménagés. Ce type de transport est utilisé sur les aéroports à trafic moyen et élevé, pour lesquels des postes de stationnement éloignés de plus de 200 m de l'aérogare sont nécessaires.

V.1.2.3 Accès par passerelle :

Les passagers accèdent directement de l'aérogare à l'avion par l'intermédiaire d'une passerelle, dont une extrémité est fixée au bâtiment et l'autre appliquée à l'avion. Compte tenu des coûts d'investissement et d'exploitation élevés, les passerelles sont utilisées pour les trafics supérieurs à 1 million de passagers annuels, ou pour des aéroports ayant des structures de trafic particulières.

V.1.2.4 Transport par salles d'embarquement mobiles :

Le passager est transporté de l'aérogare à l'avion par un véhicule spécialisé réglable en hauteur et qui vient s'accoler à l'aérogare puis à l'avion.

V.1.3 Evolutivité, Flexibilité, Extensibilité Du Bâtiment :

L'aérogare doit s'adapter à un trafic en perpétuelle évolution. L'édifice doit donc pouvoir se prêter à des réaménagements et présenter une structure d'une grande souplesse pour répondre à plusieurs types de sollicitations

— augmentation du trafic en volume de passagers (les extensions du bâtiment doivent être possibles sans dénaturer la construction et sans perturber le fonctionnement pendant les phases de travaux)

— évolution des procédures de traitement du passager et de ses bagages (par exemple, le bâtiment a dû s'adapter à l'entrée en vigueur de l'obligation du contrôle des bagages de soute)

— naissance de nouvelles technologies (enregistrement à distance ou par bornes interactives, générant des utilisations différentes des espaces).

V.1.4 Sûreté :

Face à la permanence de la menace terroriste et criminelle susceptible de porter atteinte au développement du transport aérien, la communauté internationale s'est accordée, à partir des années 60, pour renforcer le dispositif de sûreté aéroportuaire.

Le Zonage De L'aérogare :

Afin de rationaliser les contrôles et de concentrer les moyens de surveillance sur les points les plus sensibles, on distingue trois types de zones au regard des contraintes de sûreté et par ordre de risque croissant:

— une zone publique librement accessible (hall public, restaurant, commerces dans le hall...)

— des zones réservées dont la protection présente un intérêt du point de vue de la sûreté (les aires de mouvement des avions, les Hall public bureaux de police, les bureaux de douane, les bureaux d'assistance au vol, la salle de dépose des bagages de soute à l'arrivée).

Ne sont autorisées à pénétrer dans l'une ou l'autre des zones réservées que les personnes munies d'un titre d'accès. Ce titre peut être, suivant les zones

- un badge pour le personnel
- un certificat pour le personnel navigant;
- un titre de transport pour les passagers.

Une séparation physique doit être prévue entre ces zones et la zone publique; les points de communication doivent être limités et protégés. La limitation des accès à ces zones contribue à créer des zones tampons entre les zones de sûreté et la

zone publique. Il s'agit donc d'un filtrage passif qui pourra, en cas de crise, être accompagné d'un filtrage actif de surveillance des accès.

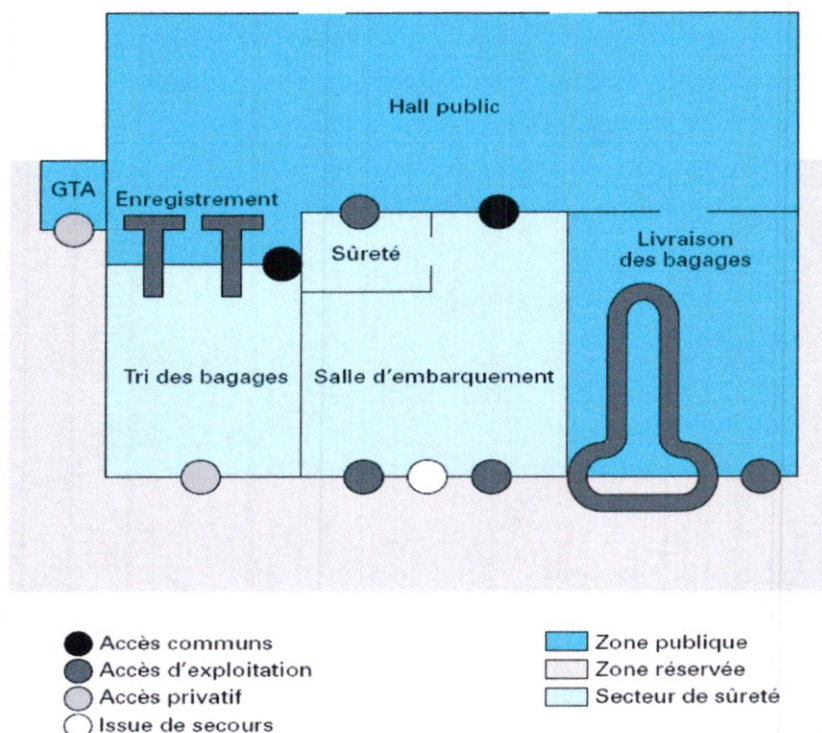
Tout espace accessible au public et donnant sur la zone réservée côté piste devra faire l'objet de dispositions particulières interdisant une quelconque communication (accès, projection...)

— des zones de sûreté, à l'intérieur de la zone réservée, soumises à des conditions d'accès restreintes, dont la stérilité doit être garantie en permanence ou lors de certaines phases d'exploitation. Les zones de sûreté sont des zones particulièrement sensibles pour la protection des aéronefs et de leurs passagers, l'étanchéité des limites de zones devra donc être matériellement assurée. Les accès devront être systématiquement contrôlés soit par des agents de sécurité, soit par des systèmes de protection.

On distingue deux zones de sûreté dans l'aérogare

- la zone de sûreté passagers à l'embarquement, depuis les contrôles de sûreté jusqu'à la porte de l'avion (salle d'embarquement et cheminements d'accès aux avions, passerelles)
- la zone de sûreté bagages comprenant la salle de tri des bagages de soute au départ (après le filtre de contrôle des bagages).

Ces dispositions sur le plan du zonage devront être clairement lisibles au travers des propositions architecturales.



Zonage de l'aérogare gestion des accès (sûreté)

V.1.5 Dimensionnement D'une Aérogare :

V.1.5.1 Dimensionnement des modules :

Il s'agit de fixer concrètement le programme des surfaces du bâtiment, en établissant le dimensionnement de chacun des modules fonctionnels sur la base des hypothèses concernant le trafic.

On étudiera dans un premier temps les modules de la fonction trafic définis dans le paragraphe 1.4, dans la mesure où ils constituent une spécificité de l'équipement projeté.

A. Parc de stationnement des véhicules :

On trouve cinq natures de parcs de stationnement sur un aéroport:

- le parc à voitures pour passagers;
- le parc à voitures pour employés;
- le parc pour voitures de location
- le parc pour taxis;
- le parc pour véhicules de transport en commun.

Les voitures peuvent être réparties sur plusieurs niveaux dans des parcs à étage.

Pour le dimensionnement des parcs à voitures pour passagers, on peut compter en moyenne 1 à 1,2 place par millier de passagers locaux annuels. On distinguera le stationnement long duré et le stationnement court duré.

Pour le parc à voitures des employés, on peut compter 20 à 30 places pour 100 employés.

Le parc pour voitures de location est extrêmement variable. Il en est de même pour les autres parcs.

Une place de véhicule demande globalement y compris les circulations d'accès, 25 m² en moyenne, quelle que soit la nature du parc de stationnement.

B. Esplanade :

Elle comprend les voies de circulation desservant le côté ville de l'aérogare. 3 à 4 voies de circulation en sens unique doivent être réservées à cette fonction.

C. Hall public :

Dans le nombre total de personnes présentes dans l'aérogare, il faut tenir compte du fait que l'on dénombre :

- des passagers (arrivée ou départ)
- des visiteurs;
- des accompagnateurs;
- des attendants.

Le nombre total des visiteurs, accompagnateurs et attendants, est très variable selon le type de vol et selon les conditions locales.

On a pu établir très approximativement que 30 à 40% du nombre total de passagers de 1heure de pointe de référence (arrivée + départ, national + international) sont présents

en même temps dans le hall public.

Le nombre total de personnes présentes simultanément est alors, en tenant compte des visiteurs, accompagnateurs et attendants, compris entre $0,3HC$ et $0,4HC$, avec :

H : nombre de passagers de l'heure de pointe de référence totale (arrivée + départ, national + international),

C : coefficient correcteur pour visiteurs, accompagnateur et attendants (compris entre 1,3 et 1,5).

Pour une circulation correcte de toutes les personnes présentes, il convient d'attribuer 2 m^2 par personne.

La circulation est considérablement ralentie lorsqu'une personne avec bagages ne dispose plus que de 1 m^2 .

D. Enregistrement :

D.1 Définition :

Une « banque » d'enregistrement est constituée d'un meuble d'enregistrement adapté aux divers éléments (matériels informatiques, commande des tapis, passage des câbles...), d'un système de pesage et d'un tapis d'étiquetage des bagages. Les banques sont dites simples ou doubles selon qu'à chaque tapis amenant les bagages jusqu'au tapis collecteur correspond une ou deux banques d'enregistrement.

D.2 Nombre de banques d'enregistrement :

Doivent être pris en compte tous les passagers locaux au départ plus, éventuellement, les passagers en correspondance.

L'enregistrement comprend :

- des banques d'enregistrement;
- une surface d'attente pour les passagers;
- des tapis dirigeant les bagages vers une zone de contrôle sûreté;
- des bureaux des compagnies liés directement à l'exploitation des comptoirs d'enregistrement;
- un système de transport d'information ou de documents entre les banques et les bureaux des compagnies.

En ce qui concerne le mode d'exploitation, on distingue :

- l'enregistrement banalisé: n'importe quelle banque peut enregistrer n'importe quel passager de n'importe quelle compagnie vers n'importe quelle destination
- l'enregistrement spécialisé : de nombreuses possibilités sont envisageables. Chaque compagnie possède ses banques. Une compagnie peut posséder des banques de l' classe et des banques pour classe « touriste ».

On peut calculer le nombre de banques pour une exploitation banalisée et augmenter ce nombre de 40 à 50 % pour une exploitation spécialisée.

Pour un vol international, on peut citer:

- 7 à 10 banques pour un avion de type Boeing 747 (450 à 500 passagers)
- 5 à 8 banques pour un Airbus A300 (300 passagers)
- 2 à 3 banques pour les avions de capacité inférieure.

D.3 Dimensionnement géométrique :

L'expérience montre qu'une longueur de file d'attente de 10 à 15 m devant les banques s'avère nécessaire pour l'attente des passagers.

Il faut bien entendu, ménager, en plus de cette surface, l'espace nécessaire pour la circulation à l'intérieur du hall public.

Le temps de service unitaire est variable selon le type de vol. Il peut aller de 30 s en trafic national d'affaires, à 3 min en trafic international long-courrier

Quel que soit le type d'enregistrement, il ne faut pas oublier un guichet spécial pour les bagages hors format pour les acheminer jusqu'à la salle de tri, après contrôle de sûreté.

Le dimensionnement géométrique de ce module dépend également du concept retenu

- enregistrement « non traversant » : le passager après s'être présenté à la banque repart vers une salle d'embarquement située dans une autre zone;
- enregistrement « traversant » : les salles d'embarquement se situent derrière l'enregistrement et le passager, après avoir enregistré son bagage, traverse la zone des banques
- enregistrement « semi-traversant » : même configuration spatiale que pour le « traversant », mais les accès des passagers vers les salles d'embarquement ne se font pas à travers chaque banque; il existe un point de passage toutes les 3 à 6 banques, par exemple.

Ces différents concepts génèrent des besoins en espace différents (pour la circulation des passagers).

E. Conception du tri des bagages au départ :

Il existe deux conceptions principales pour le tri des bagages :

- **L'enregistrement centralisé** implique que les bagages arrivent dans une salle de tri non accessible aux passagers.

Les bagages pour plusieurs destinations sont triés à l'aide d'étiquettes (papier ou informatique avec puce électronique ou marquage optique type « code-barre » posées lors de l'enregistrement, puis disposés sur des chariots spécialisés par destination, placés à côté des tapis de tri.

Les tapis peuvent être des tapis droits ou des carrousels. La longueur d'un tapis droit ne dépassera pas 20 m et le périmètre d'un carrousel, 60 m.

Les dimensions des tapis varient, à trafic égal, en fonction de la nature du trafic.

- **L'enregistrement décentralisé** permet de ne pas effectuer de tri : les bagages se trouvant sur un même tapis partent tous pour la même direction. Ce type d'enregistrement nécessite des tapis droits à rouleaux de 2 à 3 m de longueur au bout des tapis convoyeurs (d'un petit groupe de banques, 4 à 6 maximum). **Principales dimensions caractéristiques :**

Largeur d'un tapis : de 0,80 à 1 m

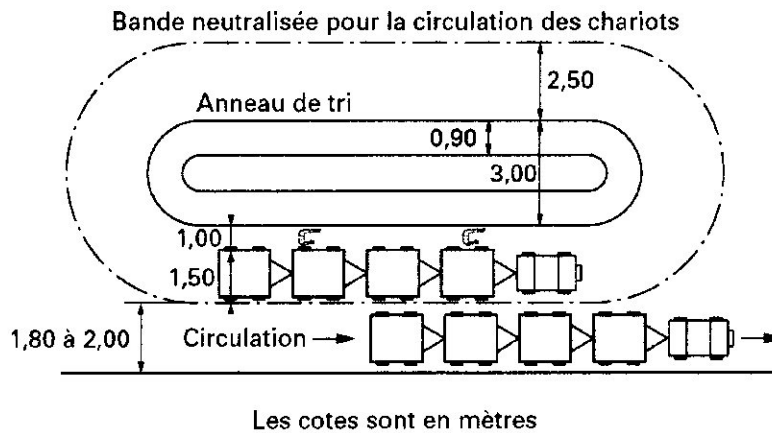
Gabarit minimal de passage pour bagage : 0,85 m

Largeur pour demi-tour d'un train de chariots : de 6 à 8,50 m

Largeur d'un carrousel : 3,00 m

Hauteur libre pour circulation d'un container : 2,30 m minimum

Pente pour circulation : optimum 6% - maximum 8%



Anneau de tri des bagages et circulations

F. Contrôles divers :

Doivent être pris en compte tous les passagers locaux qui ont à subir le contrôle plus, éventuellement les passagers en transit direct ou en correspondance.

F.1 Contrôle de douane :

Ce contrôle ne se rencontre qu'à l'arrivée, le contrôle de douane au départ étant exceptionnel et uniquement réalisé par sondage.

À l'arrivée, on applique ce que l'on appelle le principe du double circuit de douane:

- circuit rouge, avec contrôle systématique, pour les passagers ayant des marchandises à déclarer;
- circuit vert, avec contrôle par sondage, pour les passagers n'ayant rien à déclarer

On compte 10 à 15m² pour la surface d'un filtre, et 1 à 2 bancs de visite par tranche de 300 passagers horaires internationaux.

F.2 Contrôle de santé :

Il est effectué à l'arrivée, normalement en salle de débarquement, ou juste après l'entrée dans l'aérogare des passagers à l'arrivée.

F.3 Contrôle de police :

La durée de l'attente varie suivant les habitudes locales et la qualité du contrôle recherché (en fonction de la destination, par exemple). On peut compter $0,3 \text{ m}^2$ par personne présente pendant la période la plus chargée. La surface d'un filtre est de l'ordre de 10 m^2 .

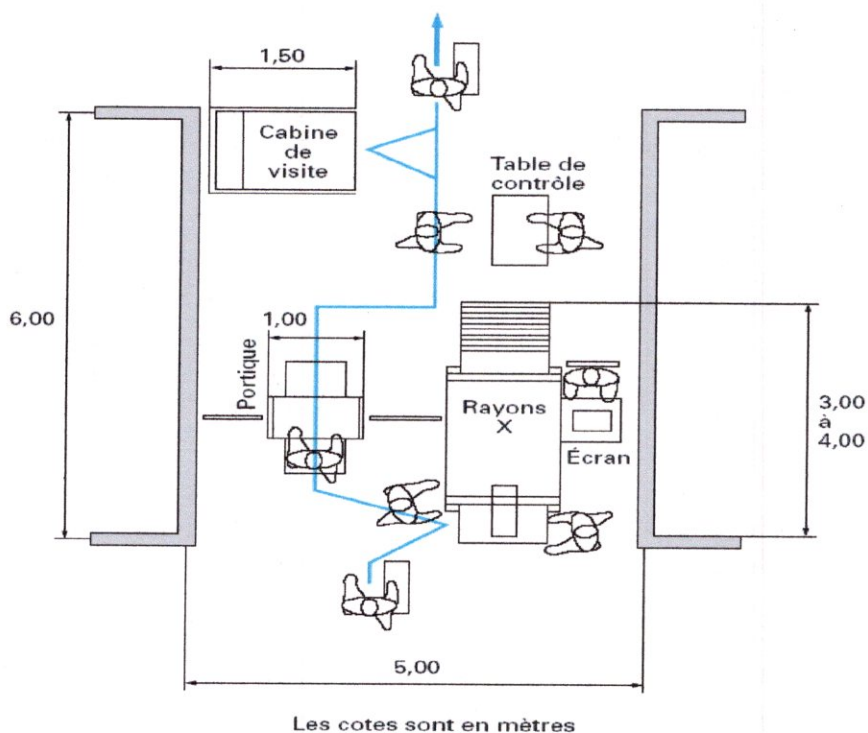
Le temps de traitement d'un passager est de 20 à 40s. À l'arrivée, tous les passagers d'un avion se présentent simultanément. La surface occupée par les passagers en attente derrière les filtres de police est très importante pendant les 10 à 15 min les plus chargées.

On prévoira le maximum des deux surfaces suivantes :

- surface obtenue en comptant 10 m de file d'attente derrière les filtres;
- surface obtenue en offrant $0,3 \text{ m}^2$ par personne, appliquée au nombre de passagers de référence.

F.4 Contrôle de sûreté du passager et de son bagage de cabine :

Le contrôle de sûreté peut se faire par fouille manuelle ou à l'aide d'appareils à rayons X

**Unité de contrôle de sûreté du passager et de son bagage à main**

Une unité de contrôle de sûreté est composée :

— d'un magnétomètre ou d'un appareil de contrôle radioscopique (obligatoire dans le cas d'aérodrome accueillant un total annuel de plus de 200 000 passagers), d'un portique de détection, une cabine de fouille, l'ensemble constituant le filtre proprement dit;

— d'une zone d'attente devant le filtre.

Un filtre unique ne peut traiter un flux supérieur à 200 passagers en 30 min. L'emprise d'un filtre est de 30 m².

F.5 Contrôle des bagages de soute :

Les mesures de sûreté pour le transport des bagages de soute ont pour objectif de prévenir l'introduction illicite d'engins dangereux, armes, explosifs, dans les soutes des aéronefs.

Deux types de dispositions sont mis en oeuvre, par ordre de priorité

— le contrôle de rapprochement passagers/bagages.

— le contrôle physique de sûreté des bagages de soute.

G. Salles d'embarquement :

Doivent être pris en compte, dans l'heure de pointe de référence, les passagers locaux au départ et les passagers en transit direct et en correspondance. On distinguera les passagers nationaux et les passagers internationaux.

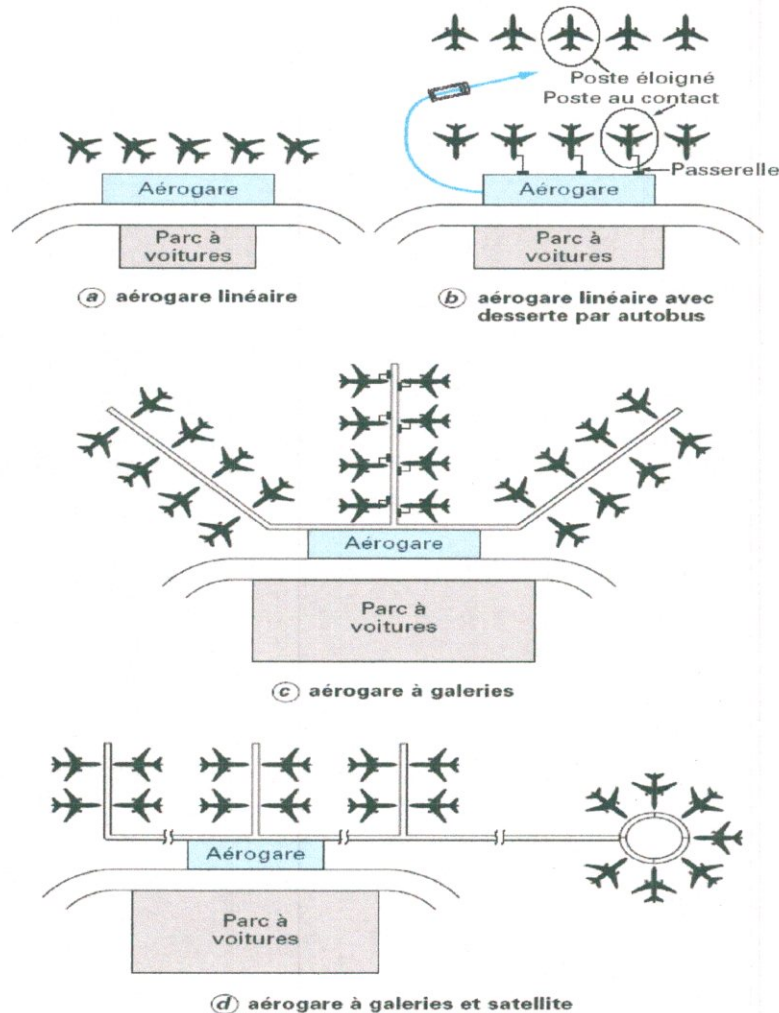
En cas de spécialisation, par vol, des salles d'embarquement, il faut considérer le nombre de vols différents à traiter. On considérera une surface de 1 à 1,5 m² par passager présent dans cette zone.

H. Services :

Le nombre et l'importance des services offerts sont variables selon les aéroports et le type de trafic traité (volume et structure). Outre ceux décrits au paragraphe 1.4, chaque plate-forme développe sa propre politique commerciale pour agrémenter le traitement du passager. En particulier, une aéroport conçue pour un hub » soignera les circuits de correspondance, et les espaces d'embarquement, de traitement des bagages seront dilatés par rapport à une aéroport classique. Un bâtiment accueillant une « navette » sera surdimensionné (pour l'ensemble des modules de la fonction trafic) puisqu'il aura à traiter des sur pointes par rapport à un bâtiment classique. Un édifice prévu pour l'accueil de très gros porteurs verra l'ensemble des modules surdimensionnés (puisque'il aura l'équivalent d'une sur pointe à traiter) avec une dilatation des espaces d'embarquement (l'espacement des portes, lié à l'envergure des avions, créera sur ces zones de nouvelles surfaces).

V.1.6 Différents Concepts D'aérogare :

L'étude de l'aérogare et celle de l'aire de trafic doivent être menées simultanément. La conception de l'un réagit sur l'autre. À cet égard, on a le choix entre trois concepts de types principaux.



Différents concepts d'aérogare en fonction des aires de stationnement des avions

V.1.6.1 Aérogare linéaire :

Les postes de stationnement des avions sont alignés le long de l'aérogare et en sont tous à proximité.

V.1.6.2 Aérogare à Galeries : (ne comportant pas de salles d'embarquement)

Pour ne pas étirer la façade de l'aérogare, on prolonge celle-ci par des couloirs ou galeries de part et d'autre desquelles stationnent les avions et dans lesquelles circulent les passagers. Les jetées sont utilisées pour les trafics assurés par de très gros porteurs. Elles ont une largeur plus importante que les galeries, ce qui permet d'y implanter des salles d'embarquement.

V.1.6.3 Aérogare A Satellites :

Le satellite est un bâtiment d'une forme telle que les avions stationnent sur tout son pourtour. Il est accessible depuis l'aérogare par un couloir souterrain. A la différence de la jetée, le satellite peut être une véritable petite aérogare. Les satellites sont utilisés pour des trafics très importants.

V.1.7 Règlements Généraux :**V.1.7.1 Règlement De Construction :**

Tous les règlements généraux de construction applicables aux bâtiments sont à respecter pour une aérogare.

V.1.7.2 Règlement D'Urbanisme :

L'aérogare doit respecter les contraintes urbanistiques ou l'ordre architectural existant sur le site de l'aéroport. Une aérogare est un bâtiment soumis au dépôt de permis de construire.

V.1.7.3 Règlement De Sécurité :

Une aérogare est un établissement recevant du public (ERP), et doit donc satisfaire aux exigences relatives à la sécurité incendie (détection, lutte, évacuation des personnes) dans ce type de bâtiments.

V.1.7.4 Accessibilité Handicapés :

En tant qu'établissement recevant du public, une aérogare est soumise à la réglementation en vigueur sur l'accessibilité du bâtiment aux personnes à mobilité réduite.

V.2 AEROGARES DE FRET :

À l'heure où la mondialisation de l'économie, accompagnée d'échanges à l'échelle internationale, est en pleine croissance, le fret aérien est promis à un bel avenir. Ce constat est confirmé par la forte augmentation (7 % par an en moyenne) que connaît actuellement ce mode de transport de marchandises.

Dans ce contexte, l'aérogare de fret, qui permet la rupture de charge entre le transport terrestre et le transport aérien, devient un maillon essentiel dans la chaîne du transport de marchandises.

Face aux autres modes de transport, le fret aérien offre un gain de temps précieux pour les entreprises qui appliquent des méthodes de gestion en flux tendu. Cependant, l'amélioration ne s'applique pas uniquement sur le facteur temps mais aussi sur la qualité du service rendu, par exemple en offrant aux clients un suivi continu des colis ou le confort d'un interlocuteur unique, en proposant un maximum de services.

Tout comme pour le transport des passagers, cette évolution ne se fait pas sans intensifier constamment les mesures de sûreté pour se prémunir contre la menace terroriste. En effet, tout au long de la chaîne de transport, de nouvelles procédures permettent, en sensibilisant et en impliquant l'ensemble des opérateurs, de sécuriser les marchandises.

V.2.1 Notions Générales Sur Le Fret Aérien :

V.2.1.1 Définition :

Le fret aérien désigne les marchandises transportées d'un aéroport à un autre par une compagnie aérienne. La lettre de transport aérien (LTA), titre de transport de la marchandise, autorise cette opération.

Suivant le mode d'acheminement, on distingue trois types de fret aérien :

- le fret tout cargo, transporté par avion cargo, c'est-à-dire équipé exclusivement pour transporter des marchandises et offrant un fort volume d'emport (jusqu'à 100 t)
- le fret mixte, transporté par avion mixte ou avion « combi », transportant à la fois des passagers et du fret;
- le fret voie de surface, transporté par tout autre moyen (par camion par exemple).

Considérer le transport par voie de surface comme fret aérien peut paraître surprenant mais il est parfois utilisé sur une partie du trajet. En effet, les compagnies aériennes regroupent sur un aéroport important des marchandises en provenance de plusieurs petits aéroports où il ne serait pas rentable de faire venir un avion spécialement pour le fret.

V.2.1.2 Les intervenants :

Ce sont principalement:

A. le gestionnaire : de l'aérogare fret qui exploite le bâtiment sur les plans technique, opérationnel et financier (entretien des locaux, organisation des abords de l'aérogare, location des locaux aux différents usagers). Il s'agit en général du gestionnaire de l'aéroport mais ce peut être également un transporteur;

B. les agents de fret aérien:

- les transitaires, intermédiaires spécialisés entre les compagnies aériennes et les particuliers, qui assurent parfois le conditionnement complet des marchandises,
- les groupeurs qui réunissent les envois pour constituer des lots à remettre au transporteur,

- les commissionnaires de transport qui se chargent d'assurer les opérations de transport pour un client;

C. les sociétés de handling : qui s'occupent du traitement physique du fret dans les magasins. Ce peut être une chambre de commerce et d'industrie, une société privée, une compagnie ou un transitaire. Les sociétés d'assistance piste s'occupent du traitement du fret « côté piste », à l'extérieur de l'aérogare

D. les compagnies aériennes qui, outre leur rôle de transporteur, peuvent remplir les rôles précédemment énoncés;

E. les services de l'Etat qui effectuent les contrôles inhérents au transport de marchandises (contrôles douaniers, phytosanitaires et vétérinaires) et les contrôles de sûreté.

V.2.3 L'aérogare de fret :

V.2.3.1 Définition et modes d'exploitation :

Une aérogare de fret peut être à exploitation unique ou multiple. L'exploitation est dite unique si la manutention dans les magasins est effectuée par un seul organisme. Elle peut être privative si le propriétaire est un transporteur.

De même, suivant l'existence d'un seul ou de plusieurs circuits import-export disjoints, l'aérogare est centralisée ou décentralisée.

Dans le cas d'une aérogare décentralisée, le bâtiment est divisé en lots, chacun étant loué à un exploitant (compagnie, transitaire...).

Ces modes d'exploitation ont un impact sur le rendement des gares de fret : en effet, l'existence de plusieurs exploitants ou circuits import-export conduit à multiplier les surfaces de bâtiment pour des fonctions identiques et entraîne donc une diminution du tonnage traité au mètre carré. On estime couramment une perte de surface de l'ordre de 20 % par rapport à une exploitation unique.

V.2.3.2 Traitement du fret. Schémas fonctionnels :

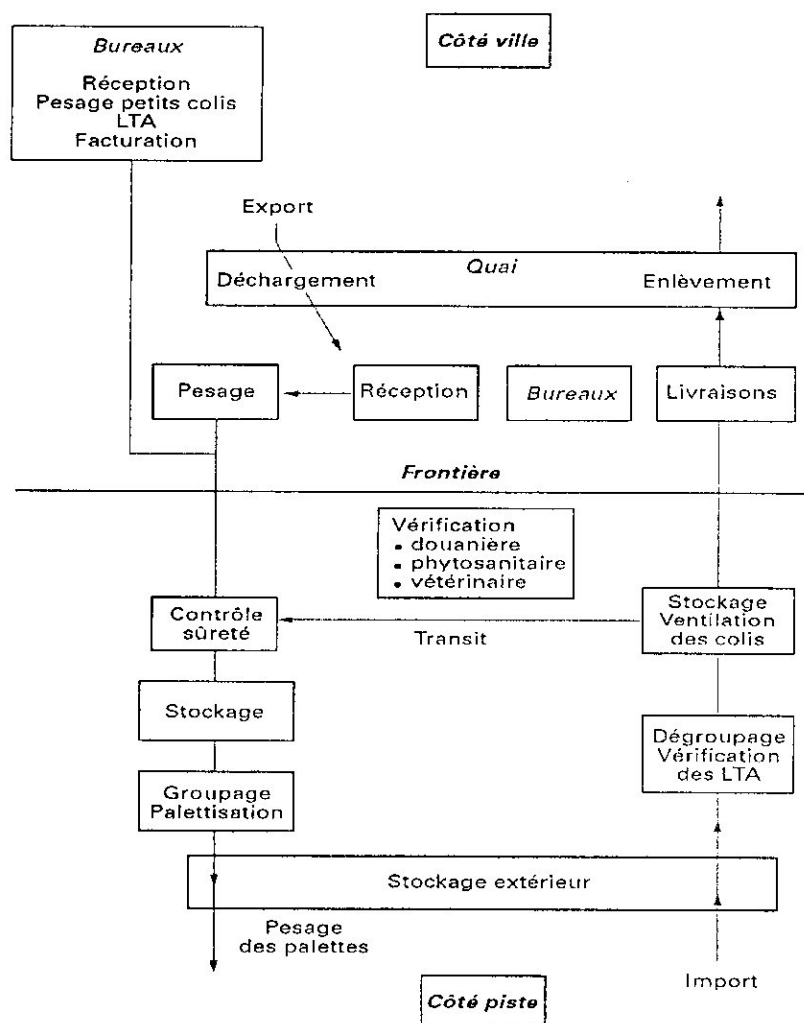
Le trafic fret peut être traité dans une aéroport de fret mais ce bâtiment n'est indispensable qu'à partir d'un certain tonnage annuel. Dans l'aéroport de fret, les marchandises subissent deux types de traitement :

Un traitement physique :

- manutention,
- stockage,
- conditionnement
- contrôles;

Un traitement documentaire :

- délivrance de la lettre de transport aérien (LTA),
- étiquetage,
- formalités douanières,
- formalités de sûreté.



Fonctionnement d'une aéroport de fret

A. Traitement physique :**A.1 Le flux export :**

Ce sont les marchandises au départ. En général, elles sont réceptionnées sur un quai à côté ville avant d'être enregistrées (pesage, remplissage de la LTA et facturation correspondante). Puis, les colis sont stockés dans un magasin (sous douane si nécessaire) avant d'être palettisés, c'est-à-dire regroupés par destination et par vol.

Le contrôle physique de sûreté, lorsqu'il doit être effectué dans l'aérogare de fret, intervient avant la mise sur palette (palettisation).

Le contrôle douanier dans une aérogare de fret s'effectue de façon aléatoire (par sondage) dans une zone de visite de l'aérogare. Les services des Douanes disposent du système informatisé SOFI (système d'ordinateurs pour le fret international) leur permettant, à partir des éléments de la déclaration en douane, de sélectionner les marchandises devant faire l'objet d'un contrôle plus approfondi (contrôle documentaire ou physique). Après le conditionnement les unités de chargement (palettes ou conteneurs) sont pesées et stockées côté piste en attendant le chargement dans l'avion. Parfois, le fret est chargé en vrac dans des caisses de petites dimensions pouvant facilement s'adapter aux soutes d'un appareil quelconque.

A.2 Le flux import :

Ce sont les marchandises à l'arrivée. Après avoir été déchargées de l'avion, les unités sont introduites dans l'aérogare de fret afin d'être dégroupées puis stockées soit chez les transitaires, soit dans un magasin commun avant la livraison.

Après obtention du bon à enlever, les colis peuvent être retirés du magasin et de l'aire de dédouanement puis livrés hors douane au client, après contrôle physique éventuel des marchandises.

A.3 Le flux transit :

Si les unités de chargement ne nécessitent pas d'être dégroupées intermédiairement, elles sont transférées directement du côté import au côté export.

Si elles comprennent des colis pour plusieurs destinations, elles suivent les cheminements import et export précédemment décrits.

Quant au fret arrivant ou repartant par voie de surface, il suit le même cheminement que le fret transporté par avion.

B. Traitement documentaire :

Le traitement documentaire s'effectue conjointement au traitement physique et comprend essentiellement :

- la délivrance du titre de transport de la marchandise (LTA)
- la déclaration d'exportation ou d'importation effectuée par le déclarant en douane.
- le manifeste, listant les marchandises d'un vol, établi par la compagnie
- des vérifications liées à l'application des mesures de sûreté.

C. Contrôles :**C.1 Contrôles douaniers :**

Ils visent à vérifier l'exactitude des contenus des colis par rapport aux déclarations et à empêcher les transports illégaux.

C.2 Contrôles sanitaires :

Les contrôles sanitaires s'appliquent aux animaux vivants et aux denrées périssables d'origine animale pour les contrôles vétérinaires, aux végétaux pour les contrôles phytosanitaires.

C.3 Contrôles de sûreté :

Ils ont pour but d'empêcher l'introduction illicite dans les soutes d'un aéronef d'explosifs ou de tout engin dangereux susceptible d'endommager ou de détruire l'aéronef en vol ou au sol. Ils s'appliquent aux marchandises à l'export ou en transit qui vont être embarquées, que ce soit à bord d'avions mixtes ou cargos.

V.2.3.3 Les différents modules :

Par analogie avec l'aérogare passagers, on peut décomposer une aérogare de fret en unités fonctionnelles, appelées modules, liées à une opération précise de traitement des marchandises.

A. Côté ville :

On trouve en général

- un parc de stationnement pour le personnel, la clientèle et quelques places pour les poids lourds;
- une esplanade pour la desserte de l'aérogare et pour les manoeuvres des poids lourds;
- une zone de réception-livraison comprenant le quai de déchargement côté ville, les postes de réception clientèle et les postes de livraison (bureaux et zone de pesage).

Bâtiment :

Il est divisé en deux grandes zones :

- Une aire de stockage (magasin) où le fret est entreposé sur étagères ou sur bâtis de stockage
- une zone de conditionnement-déconditionnement pour le rassemblement ou l'éclatement du fret par destination, cette opération s'effectuant à l'aide d'une fosse à palettisation ou sur quais fixes.

B. Côté piste : On trouve :

- une zone de préparation ou de déchargement des vols pour le stockage des palettes (très souvent sous auvent)
- une aire de manoeuvre (matériel mobile de manutention des palettes, chariots,

élévateurs...)

—L'aire éventuelle de stationnement des avions cargos.

En dehors de ces fonctions, une aérogare de fret comprend en général des bureaux et locaux sociaux pour les différents usagers (compagnies, agents de fret, service des Douanes) ainsi que des locaux techniques (chauffage, alimentation électrique...).

Fret spécifique (denrées périssables, animaux vivants...)

V.2.3.4 Principes de conception:

A. Contraintes liées à l'implantation :

Elles sont de même nature pour tous les bâtiments: l'aérogare de fret doit respecter les servitudes aéronautiques et ne pas constituer un obstacle dans les espaces dégagés résultant de l'application des plans de servitude, mais elle doit également se conformer aux autres documents d'urbanisme (plan d'occupation des sols...).

D'autre part, son évolution devra être étudiée relativement au développement des autres bâtiments dans le cadre du plan de composition générale (PCG) de l'aéroport.

L'accès des véhicules aux zones de fret ainsi que les stationnements côté ville et côté piste devront également être pris en compte dans le PCG.

B. Contraintes de construction :

La conception de l'aérogare de fret doit viser à obtenir un bâtiment souple d'aménagement et extensible. Sa conception en phase immédiate devra être étudiée en fonction de son développement final.

B.1 Profondeur :

La profondeur de l'aérogare est variable (de **30 m à 100 m**). Cependant, on admet couramment que la valeur optimale se situe entre 45 et 70 m, cela pour organiser le circuit des marchandises le plus directement possible.

La profondeur étant acquise, les augmentations de capacité se font par extensions latérales du bâtiment.

B.2 Points durs :

L'emplacement des points durs (sanitaires, locaux techniques, bascules et escaliers) devra être prévu dans l'optique d'extensions futures.

B.3 Hauteur :

Une hauteur libre de 7 m sous plafond est couramment adoptée car elle permet d'avoir quatre niveaux d'étagères de stockage avec la garde suffisante pour la mise en place de l'éclairage.

B.4 Structure :

Dans la partie magasins, la solution constructive doit libérer au mieux le volume intérieur pour permettre une circulation aisée. Des portées importantes sont souvent employées, offrant toute latitude à des aménagements. Le cloisonnement des magasins est prévu démontable (on emploie couramment des structures légères grillagées), ce qui apporte plus de souplesse et de flexibilité par rapport à l'évolution du trafic traité.

Il faut également penser que de nombreux chariots circulent dans une gare de fret et que tous ces éléments de structure doivent être protégés des chocs.

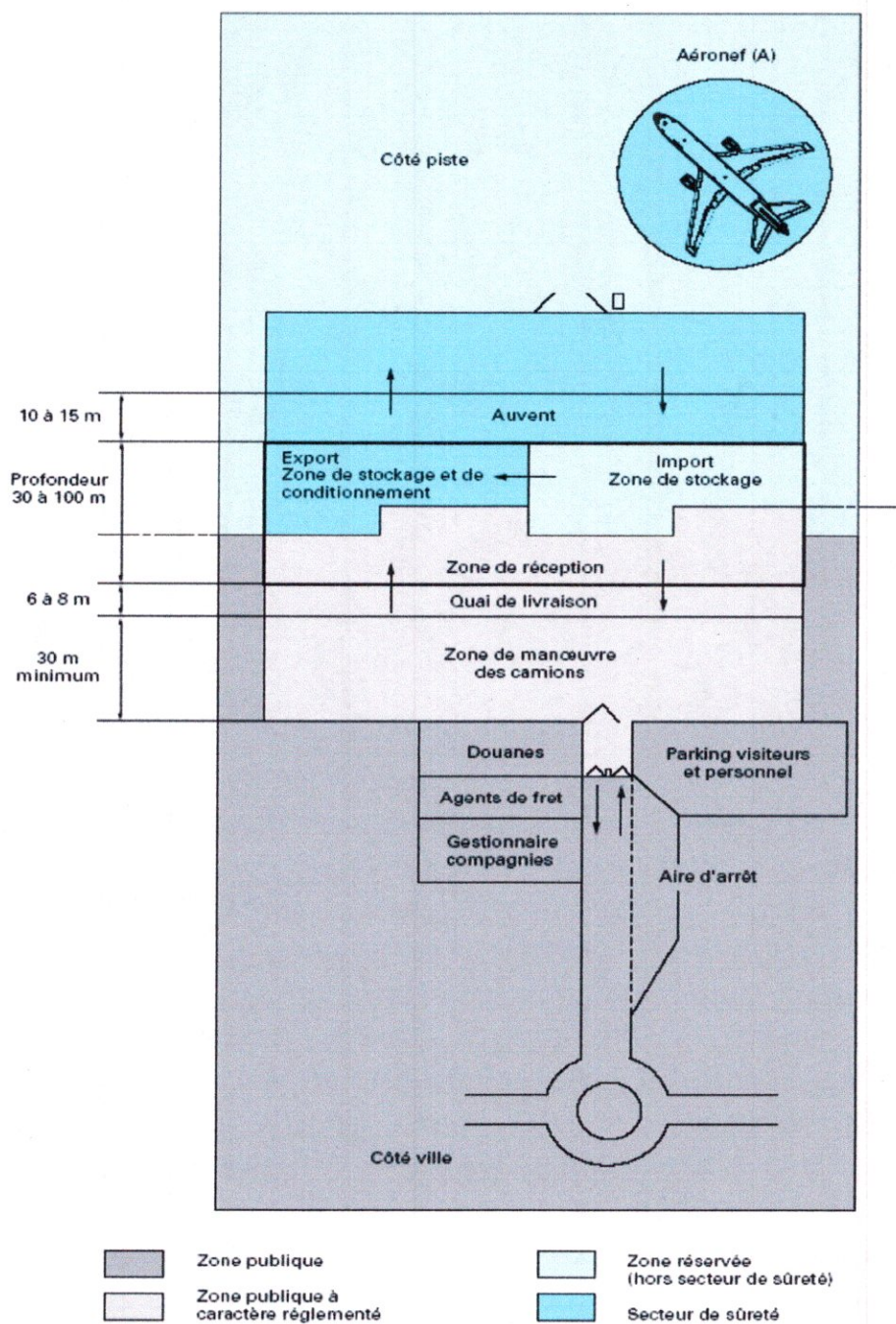
B.5 Chauffage :

Un chauffage par aérothermes est recommandé (le chauffage par rayonnement infrarouge directement sur les colis est à proscrire) de façon à obtenir une température de l'ordre de 15 °C dans les magasins.

V.2.3.5 Plan masse :

Le plan masse d'une aéro gare de fret, qui définit son emplacement par rapport aux autres installations, peut être schématisé comme sur la figure ci-dessous.

En général, la gare de fret n'est pas trop éloignée de l'aéro gare passagers car une grande partie du fret aérien est transportée par avions mixtes qui stationnent toujours à proximité de celle-ci. Un trop grand éloignement poserait des problèmes d'acheminement sur les aires de trafic depuis l'aéro gare jusqu'à l'avion. Il existe cependant des aéro ports à fort trafic cargo où les zones de fret sont relativement éloignées de l'aéro gare passagers.



Plan masse d'une aéro-gare de fret

V.3 AIRE DE STATIONNEMENT :

V.3.1 L'organisation Des Postes De Stationnement :

V.3.1.1 Le Type De Manœuvre :

On distingue principalement deux types de manœuvre :

La manœuvre en «autonome ».ou l'avion stationne et repart au moyen de ses propres moteurs.

C'est la manœuvre effectuée soit par tous les avions sur les petits terrains quand il y a très peu d'avions sur l'aire de stationnement, soit par les avions de petite taille dont le souffle est peu dangereux lors de la manœuvre de démarrage.

La manœuvre «assistée », lorsqu'un engin est connecté au train de l'avion pour le repousser sur la voie de circulation. Ce type de manœuvre est très répandu sur les grands terrains car elle est moins dangereuse et permet de stationner 50% d'avions en plus pour une même surface au sol.

V.3.1.2 Les Dimensions D'un Poste De Stationnement :

Les dimensions des postes de stationnement sont déduites de différents paramètres :

Les dimensions des avions à accueillir : longueur et envergure.

La zone de sécurité définie par les marges de séparation (md) entre bouts d'ailes (voir tableau précédent) ou avec tout objet fixe. Ces marges définissent des ZEC (zones d'évolution contrôlée) dans lesquelles, il est strictement interdit de pénétrer sauf pour travailler sur l'avion lui-même.

La distance entre l'avion l'aérogare qui dépend de la manœuvre envisagée et des pentes dans les passerelles d'embarquement (10% maxi recommandée).

Les surfaces suffisantes pour l'évolution du matériel de piste autour de l'avion. En outre la zone de stationnement comprend des activités annexes placées à l'extérieur des ZEC :

- Les zones de stockage du matériel de piste : 100 m² pour un petit avion 500 à 600 m² pour un B747
- Les routes de service : 8 m quand il s'agit d'avions de catégorie A à C 10 à 12 m pour les catégories supérieures

(a) : 50 % de plus en mode autonome

On pourra retenir la valeur de 30m² de surface revêtue par passager, sauf pour les avions « commuters » pour lesquels on atteint 60m² par passager.

On peut remarquer que le rendement de surface augmente avec la capacité de l'avion.

V.3.2 Le calcul du nombre de postes de stationnement :

Code CAI	Avion Plus grand	Longueur De l'avion	Marge de sécurité autour de l'avion	Distance devant le nez de l'avion pour le tracteur	Profondeur d'un poste (hors voie de service)	Largeur de la voie de service	Largeur minimale d'un poste mode « assisté » E+md	Surface d'un poste en mode « assisté » (a)	Largeur du taxilane en arrière du poste Sd+L/2 en m	Surface totale revêtue -poste -taxilane -Rte service en m ²	Surface par siège(a) : m ² /siège
B	CRJ-200	26.7m	4m50	8m	45m	8m	35m	2000m ²	23.25	3000	60
C	A321		6m	8m	55m à 75m	8m	42m	3700 m ²	33.5	4400	25 à 30
D	MD11		7m50	10m	70m	10m	59.5m	6900 m ²	45	8000	26
E	B-747-400	71m	7m50	10m	80m	10m	72.5m	9600 m ²	54	11000	27
	A340-600	75m	7m50	10m	85m	10m	72.5m	10000 m ²	54	11500	32
F	A380	80m	7m50	10m	85m	12m	87.5m	12700 m ²	62.5	15000	23

Calcul du nombre de postes avions :

Le calcul du nombre de postes de stationnement est fondamental pour l'établissement du concept de développement de l'aéroport. Il s'avère que ce calcul est extrêmement instable d'un aéroport à l'autre en raison d'une dépendance à de multiples variables :

- > Trafic annuel de passagers
- > Trafic annuel de mouvements
- > Trafic à l'heure de pointe
- > Temps moyen de stationnement des avions
- > Emport moyen à l'heure de pointe
- > Contraintes de positionnement des avions (en fonction de leur taille, de leur destination, de leur compagnie...)

Ainsi, pour chaque étude du nombre de postes de stationnement il conviendra d'effectuer au préalable une étude des conditions actuelles et/ou une étude comparative sur des aéroports semblables ('en volume de trafic et en type de trafic).

En outre, il est souvent demandé de calculer le nombre de postes au contact

direct de l'aérogare, qui correspond à un choix de qualité de service du gestionnaire et à une optimisation de l'utilisation des meilleurs postes de stationnement : le gestionnaire et les compagnies aériennes peuvent par exemple préférer emmener des avions sur des postes éloignés lors des escales longues ou au contraire réduire ces repoussages qui sont coûteux en équipements et en personnel.

A. Calcul Par La Méthode D'Horenjeff :

Cette méthode consiste à trouver une relation simple entre le nombre de postes total et le trafic en heure de pointe :

$$Nt = \frac{V \times T}{U}$$

V=nombre de mouvements au départ dans l'heure.

T=temps moyen de stationnement

U=coefficient d'utilisation, caractérisant l'optimisation de l'occupation des postes.

En général le temps moyen de stationnement varie de 50 à 90 minutes pour des avions moyen-courriers et de 90 à 120 minutes pour des long-courriers. Le coefficient 'U' est en général compris entre 0,75 et 0,85.

Cette méthode, très simple à utiliser présente l'inconvénient de ne pas tenir compte des avions qui restent stationnés très longtemps, et en particulier des avions basés qui restent toute la nuit à leur base. Elle ne permet que de connaître le nombre de postes qui sont actifs à l'heure de pointe.

B. Méthode Des Rendements De Postes :

Il est possible d'utiliser des méthodes de ratios en établissant des rendements moyens de postes de stationnement (aussi bien pour le trafic passagers que pour le trafic fret).

Cette méthode peut être utilisée soit sur l'ensemble des postes soit en séparant les postes au contact de l'aérogare et les postes éloignés.

On peut utiliser des rendements en passagers par poste ou en mouvements par poste.

V.3.3 Positions de stationnement :

Un avion peut théoriquement adopter n'importe quelle position de stationnement, depuis celle dite « nez dedans », l'axe du fuselage étant perpendiculaire à la façade de l'aérogare, jusqu'à celle opposée, dite « nez dehors », en passant par les positions oblique avant, parallèle et oblique arrière.

Le choix du positionnement des avions est fait de manière à répondre à plusieurs objectifs, à savoir :

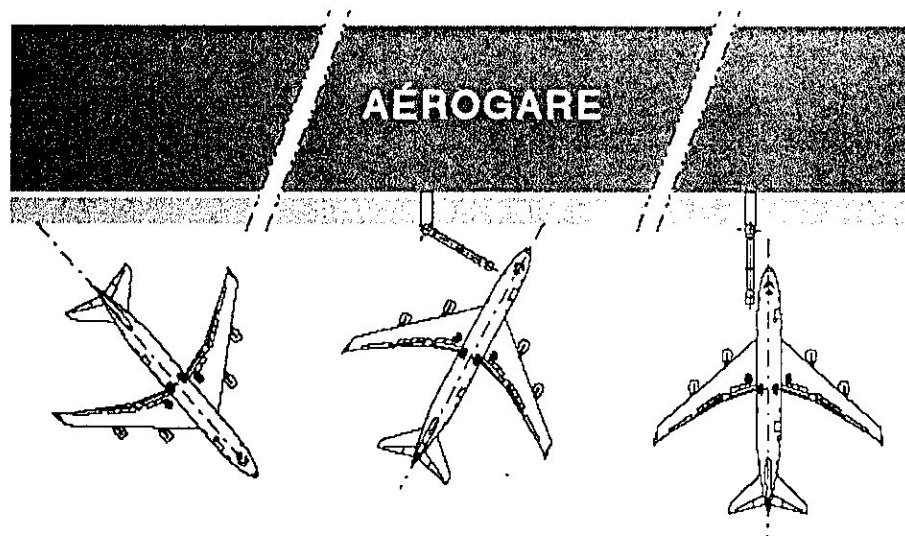
- Faciliter l'embarquement et le débarquement des passagers,
- Simplifier les opérations de traitement au sol de l'avion (avitaillement,

manutention des bagages et du fret,...).

- Utiliser le moins de surface possible.
- s'adapter au mieux à la forme de l'aire de trafic en cherchant à réduire au maximum, selon le cas, soit la profondeur de l'ensemble des postes de stationnement, soit le linéaire au contact du front des installations.

L'embarquement et le débarquement des passagers sur le côté gauche de l'avion, fait que l'on n'utilise plus guère la position oblique arrière avec le côté droit tourné vers l'aérogare. Le linéaire d'aérogare nécessaire fait également que la position parallèle est rarement mise en oeuvre. Sauf pour les postes éloignés, les seules combinaisons fréquemment utilisées sont :

- Le stationnement oblique arrière à 45°, le côté gauche de l'avion étant tourné vers l'aérogare, position dans laquelle l'avion se place et de laquelle il sort généralement de manière autonome mais impliquant un accès des passagers par car ou à pied,
- Le stationnement perpendiculaire «nez dedans», duquel l'avion sort le plus souvent par une manoeuvre poussée, l'accès des passagers s'effectuant généralement par passerelle télescopique,
- Le stationnement oblique avant, pour lequel la sortie de l'avion et l'accès des passagers sont ceux du cas précédent.

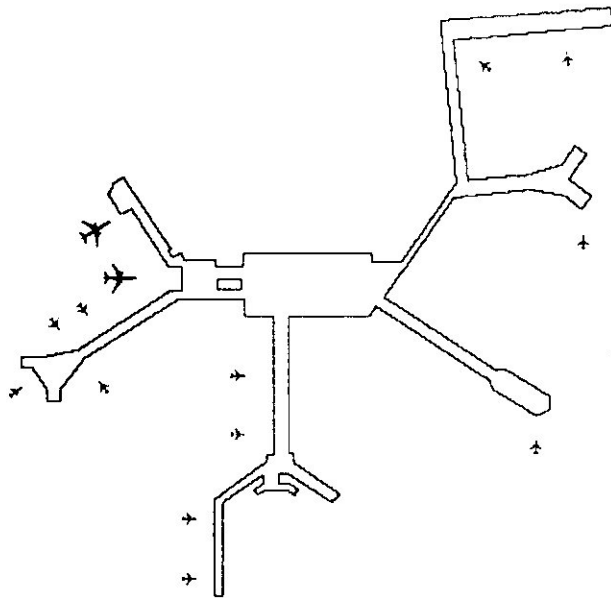


4-18 Positions de stationnement à proximité d'une aérogare

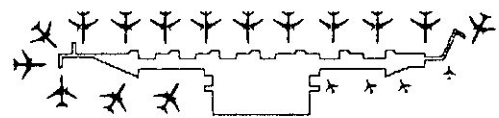
La figure ci-dessus schématise les trois positions de stationnement habituellement retenues à proximité d'une aérogare.

Ces trois solutions peuvent chacune se combiner avec une spécialisation, ou une modulation des postes par type d'avions et devront s'adapter au concept de base choisi

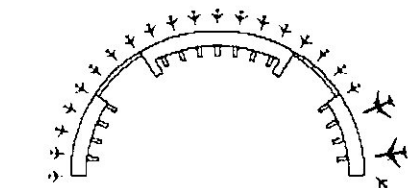
pour l'ensemble aéroport et aire de trafic. Sur les postes éloignés, par contre, le stationnement peut être orienté de façon quelconque, l'avion sortant au départ en manoeuvre autonome et l'accès des passagers s'effectuant par car ou transbordeur.



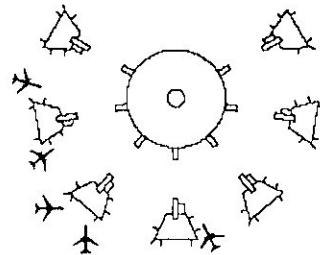
Ⓒ aéroport à jetées (Amsterdam Schiphol)



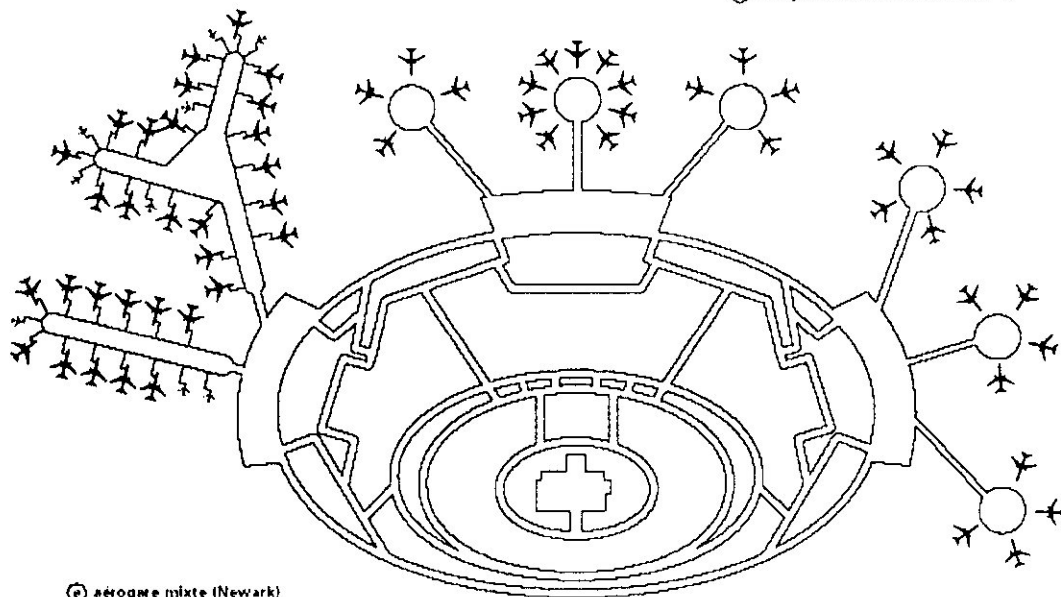
Ⓓ aéroport linéaire (Londres Heathrow T4)



Ⓔ aéroport linéaire (adaptation intéressante du concept) (Dallas aéroport 1)



Ⓕ aéroport à satellites (Paris CDG 1)



Ⓖ aéroport mixte (Newark)

CONCLUSION

Le coût des investissements concernant les appareils (choix de la flotte) et les infrastructures terrestres (choix des équipements et dimensionnement des plate-formes), nécessitent une connaissance de la demande futur en matière de transport aérien avant leurs mise en service. Ainsi les prévisions de trafic ont pour objet de cerner cette demande.

L'exploitation commerciale des aéroports comme toute entreprise comprend des recettes et des dépenses d'exploitation. Les recettes aéronautiques sont assez bien corrélées au trafic aérien. Les recettes extra-aéronautiques dépendent essentiellement de la politique du gestionnaire et des investissements initiaux.

On conçoit donc qu'une étude bien approfondie sur le trafic aérien et sa prévision est nécessaire avant la réalisation pratique de cette conception.

BIBLIOGRAPHIE

- L'INFRASTRUCTURE AEROPORTUAIRE.
TOME 1 Par J.R.BUARD et H.SIMONIAN.
- L'INFRASTRUCTURE AEROPORTUAIRE.
TOME 2 Par J.R.BUARD et H.SIMONIAN.
- CONCEPTION ET EXPLOITATION D'UN AEROPORT
– TOME 1- ENAC. (Ecole Nationale De L'Aviation Civile).
Par D.PINCEMAILLE.
- CONCEPTION ET EXPLOITATION D'UN AEROPORT
– TOME 2- ENAC. (Ecole Nationale De L'Aviation Civile).
Par D.PINCEMAILLE.
- CONCEPTION ET EXPLOITATION D'UN AEROPORT
– TOME 3- ENAC. (Ecole Nationale De L'Aviation Civile).
Par D.PINCEMAILLE.
- Normes Et Pratiques Recommandées Internationales
AERODROMES.
ANNEXE 14 A LA CONVENTION RELATIVE A L'AVIATION
CIVILES INTERNATIONALE.
- Site web: www.stba.aviation-civile.gouv.fr
- Site web: www.techniques-ingenieur.fr