

les passerelles

Dispositions techniques et critères
de choix des passerelles de liaison
aérogare-avions pour passagers
Décembre 1986



st.ba.

Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports.
Direction Générale de l'Aviation Civile
SERVICE TECHNIQUE DES BASES AÉRIENNES

Association Internationale des Aéroports Civils
Région France-Commission Technique

ICAA



les passerelles

Dispositions techniques et critères
de choix des passerelles de liaison
aérogare-avions pour passagers
Décembre 1986



Prix : 400 F

stba

Service technique
des bases aériennes
246, rue Lecourbe
75732 PARIS Cedex 15
Tél. : (1) 48 28 40 20

ICAA

Association internationale
des aéroports civils
Région France
Commission Technique
291, boulevard Raspail
75675 PARIS Cedex 14
Tél. : (1) 43 35 71 23

Ce document a été réalisé
par l'arrondissement « Bâtiments »
du STBA,
Tél. : (1) 45 54 63 18



Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire
et des Transports
Le Ministre délégué chargé des Transports
Direction générale de l'aviation civile
SERVICE TECHNIQUE DES BASES AÉRIENNES

COPYRIGHT ISBN 2 - 11 - 085572 X

les passerelles

Les passerelles de liaison aérogare-avions pour passagers constituent un mode de desserte des aéronefs de plus en plus répandu dans les aéroports.

L'objet du présent document est de permettre aux différents intervenants d'un aéroport de mieux connaître cet équipement. Il donne :

- les différents types de passerelles,
- leurs caractéristiques techniques,
- les normes internationales qu'elles doivent respecter,
- les avantages et les inconvénients des passerelles en général et des différents types en particulier,
- l'impact économique de leur mise en place.

Enfin est proposée une méthode pratique de choix parmi les multiples solutions envisageables à partir des critères indiqués précédemment.

Table des matières

	Page
CHAPITRE I	
GÉNÉRALITÉS	9
I.1 - HISTORIQUE DE L'UTILISATION DES PASSERELLES ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE MONDIALE	9
I.2 - INSERTION DES PASSERELLES DANS LA CONCEPTION GÉNÉRALE DES INSTALLATIONS TERMINALES	11
 CHAPITRE II	
LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES	13
II.1 - DÉFINITIONS.....	13
II.1.1 - <i>Passerelles semi-fixes</i> (ou à piédestal)	14
cas type : passerelle semi-fixe non télescopique à 1 ou à 2 têtes..	14
II.1.2 - <i>Passerelles mobiles</i>	16
cas type : passerelle mobile et télescopique	16
II.1.3 - <i>Passerelles particulières</i>	18
- passerelle semi-fixe télescopique	18
- passerelle radiale	20
- passerelle « au-dessus de l'aile »	20
II.2 - LES PRINCIPALES PARTIES CONSTITUTIVES DES PASSERELLES	22
II.2.1 - <i>Eléments particuliers d'une passerelle semi-fixe</i>	22
- l'antichambre	22
- les galeries	22
- le piédestal	23
- la cabine	23
II.2.2 - <i>Eléments d'une passerelle mobile et télescopique</i>	24
- la rotonde	24
- la galerie télescopique	24
- le train de roulement	25
- la cabine	25
II.3 - CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES PASSERELLES	26
II.3.1 - <i>Passerelles semi-fixes non télescopiques</i>	26
Tableau de caractéristiques	27
II.3.2 - <i>Passerelles semi-fixes télescopiques</i>	28
Tableau de caractéristiques	29
II.3.3 - <i>Passerelles mobiles et télescopiques</i>	30
Tableau de caractéristiques	31

	Page
II.4 - CONTRAINTES DUES A LA MISE EN PLACE DE PASSERELLES ...	32
II.4.1 - <i>Contraintes dimensionnelles</i>	32
- imposées aux avions.....	32
- imposées à la tête de la passerelle.....	32
- liées aux essieux des passerelles.....	33
- imposées à l'écartement des têtes.....	33
II.4.2 - <i>Contraintes liées au confort</i>	34
- revêtement de sol.....	34
- auvent.....	34
- pente dans la passerelle.....	34
II.4.3 - <i>Contraintes d'évolution</i>	34
- ajustement de la tête.....	34
- degrés de liberté des passerelles semi-fixes.....	35
- degrés de liberté des passerelles mobiles.....	36
II.4.4 - <i>Contraintes de fonctionnement et de sécurité</i>	37
- commandes et contrôles.....	37
- visibilité.....	37
- isonivelage.....	38
- dispositifs de secours destinés à prévenir la détérioration des portes (ouvertes) de l'avion.....	40
- alarmes.....	41
- sécurité incendie.....	41
- autres dispositifs.....	41
II.5 - ÉQUIPEMENTS PARTICULIERS RATTACHÉS AUX PASSERELLES	42
II.5.1 - <i>Systèmes de fonctionnement</i>	42
II.5.2 - <i>Automatismes</i>	42
- de mouvements.....	42
- de suivi de fonctionnement.....	42
II.5.3 - <i>Options diverses</i>	43
- dispositif autolock.....	43
- habillages des faces.....	43
- rattrapage de l'inclinaison du plancher de la tête.....	43
- caméra vidéo.....	43
II.5.4 - <i>Alimentations</i>	44
- énergie électrique.....	44
- air comprimé.....	44
- air climatisé.....	44
- réseaux multi-services encastrés.....	46

	Page
CHAPITRE III	
LES PASSERELLES ET LEUR ENVIRONNEMENT	47
III.1 - PASSERELLES ET AÉROGARES.....	47
III.1.1 - <i>Principes à respecter</i>	<i>47</i>
- principes fonctionnels	48
- principes de conception	49
III.1.2 - <i>Liaisons passerelles-aérogare.....</i>	<i>49</i>
- liaison directe	50
- liaison par pré-passerelle	50
III.1.3 - <i>Les aménagements de l'aérogare.....</i>	<i>56</i>
- les couloirs	56
- les escaliers	57
- les rampes inclinées	58
III.2 - PASSERELLES ET AIRES DE STATIONNEMENT	60
III.2.1 - <i>Rappel des différents types de stationnement</i>	<i>60</i>
III.2.2 - <i>Dimensions et surfaces des postes de stationnement</i>	<i>61</i>
- tableau des surfaces caractéristiques par famille d'avions	61
- dimensionnement des postes équipés de passerelles	63
III.2.3 - <i>Profils en travers des aires</i>	<i>64</i>
- différents profils en travers possibles	64
- modification du plan de stationnement au cours du temps	65
III.2.4 - <i>Revêtement des aires</i>	<i>67</i>
III.2.5 - <i>Gabarit et largeur des voies de service.....</i>	<i>67</i>
Dimensions des principaux matériels circulant sur les aires	69
III.2.6 - <i>Exemples de plans de stationnement avec passerelles</i>	<i>70</i>
III.3 - MOYENS D'EXPLOITATION LIÉS AUX PASSERELLES	72
III.3.1 - <i>Guidage et accostage des avions.....</i>	<i>72</i>
Tableau comparatif des différents systèmes	74
III.3.2 - <i>Poussage : les tracteurs d'avions</i>	<i>75</i>
III.3.3 - <i>Barrières anti-souffle</i>	<i>77</i>
III.3.4 - <i>Interférence avec les appareils</i>	<i>78</i>

	Page
CHAPITRE IV	
ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE- AVIONS	79
IV.1 - COMPARAISON QUALITATIVE DES PASSERELLES ET DES AUTRES SYSTÈMES DE TRANSFERT	79
IV.1.1 - <i>Qualité de service</i>	80
- protection contre les intempéries	80
- longueur et difficultés de cheminement	80
- durée du cheminement des passagers	82
- temps de débarquement de tous les passagers	84
- sécurité et sûreté	85
- niveaux de qualité de service	85
IV.1.2 - <i>Exploitation</i>	86
- temps d'escale	86
- quantité de personnel d'accompagnement (standards d'explo- tation)	86
- contraintes d'exploitation diverses	88
- transport des passagers handicapés	88
- gêne sur la voie de service	88
- gestion des aires de stationnement	88
- niveaux de service des conditions d'exploitation	88
IV.1.3 - <i>Taux d'utilisation des passerelles</i>	90
IV.1.4 - <i>Relation entre le trafic annuel et le nombre de passerelles</i>	90
IV.2 - COMPARAISON QUALITATIVE DES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSE- RELLES	94
IV.2.1 - <i>Souplesse d'utilisation des postes de stationnement</i>	94
IV.2.2 - <i>Modification du plan de stationnement au cours du temps</i>	96
IV.2.3 - <i>Adaptation aux différents types d'avions</i>	97
IV.2.4 - <i>Dimensions des aires de stationnement</i>	98
IV.2.5 - <i>Accostage</i>	100
IV.2.6 - <i>Qualification du personnel de conduite</i>	100
IV.2.7 - <i>Maintenance</i>	101
IV.2.8 - <i>Fiabilité</i>	101
IV.2.9 - <i>Type de chaussée</i>	101
IV.2.10 - <i>Mise en place des équipements annexes</i>	102
IV.2.11 - <i>Montage et délai d'approvisionnement</i>	102
IV.2.12 - <i>Résumé de la comparaison qualitative des passerelles</i>	104

	Page
IV.3 - APPROCHE ÉCONOMIQUE DE LA COMPARAISON DES DIFFÉRENTS CHOIX POSSIBLES.....	105
IV.3.1 - <i>Bilan économique par type de matériel et d'exploitation</i>	105
- coût annuel d'investissement	106
- coût annuel de maintenance	108
- coût annuel d'assurance et coût annuel total du matériel	109
- coût annuel direct d'exploitation	110
IV.3.2 - <i>Bilan économique global</i>	111
Tableaux récapitulatifs	112
IV.3.3 - <i>Exemple d'utilisation des tableaux précédents</i>	114
IV.4 - ÉLÉMENTS DE CHOIX	115
- analyse du trafic	115
- choix du système de transfert	115
- choix du mode de stationnement, du type de passerelle et du nombre de passerelles (ou de têtes) par poste	115
ANNEXE 1 : CARACTÉRISTIQUES D'AVIONS	117
Indications des hauteurs des seuils de portes, de leur emplacement et de la position de l'œil du pilote.	
ANNEXE 2 : LES CONSTRUCTEURS DE PASSERELLES	121
Les constructeurs français, européens et mondiaux et ceux sous licence.	
INDEX	122
LISTE DES PHOTOGRAPHIES	124
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	125

CHAPITRE I

généralités

I.1 - Historique de l'utilisation des passerelles et répartition géographique mondiale

Dans les années 60, la mise en service des avions gros-porteurs a entraîné la recherche de nouveaux concepts pour les installations terminales des aéroports. Il s'agissait en effet de faire face à une augmentation des flux de passagers et de leurs bagages, avec de nouveaux problèmes de transbordement et des avions prenant de plus en plus de place sur les aires de stationnement.

Afin de conduire les passagers le plus directement à proximité des avions en minimisant le temps perdu au sol apparurent les aérogares à plusieurs niveaux de trafic avec des jetées d'embarquement ou des satellites.

C'est alors aux Etats-Unis, vers les années 60, qu'on ont été mises au point les premières passerelles couvertes à soufflet permettant aux passagers d'embarquer et de débarquer directement vers les avions gros-porteurs tels les DC8 et Boeing 707.

Ces passerelles étaient pratiquement fixes à l'exception des adaptations indispensables pour l'accostage et les mises à niveau rendues nécessaires lors des opérations de chargement et de déchargement. Chaque passerelle était alors affectée à un type d'avion stationnant sur un poste spécialisé.

Bientôt, pour faire face à une desserte plus souple de différents types d'avions sur des postes banalisés, les constructeurs américains, tels Jetway, conçurent des passerelles pouvant se déplacer sur l'aire de stationnement, s'allonger et se rétracter pour s'adapter à presque tous les types d'avions. Ce furent les passerelles mobiles dites télescopiques fonctionnant de façon électro-mécanique.

Ces modèles se répandirent alors sur la plupart des grands aéroports internationaux mondiaux, les pays industrialisés construisant le plus souvent eux-mêmes leurs passerelles.

En France, les premières passerelles apparurent à ORLY en 1968 et aujourd'hui les plateformes gérées par « Aéroports De Paris » en comprennent près de 110.

En 1986, les autres aéroports français équipés de passerelles étaient : MARSEILLE (12), LYON (12) et TOULOUSE (5) ; la nouvelle aérogare n° 2 de NICE COTE-D'AZUR sera mise en service en 1987 avec 3 passerelles semi-fixes.

Tableau donnant la répartition géographique mondiale

En 1986, le parc mondial de passerelles était d'environ 3 700 unités, dont 2 200 aux États-Unis.

Le tableau ci-dessous indique en pourcentage la répartition par zone géographique.

ZONE	POURCENTAGE
U.S.A.	59 %
CANADA	4 %
AMÉRIQUE DU SUD ET MEXIQUE	2 % dont 41 % au Brésil
EUROPE	20 % dont 19 % en France (139 unités) 20 % au Royaume-Uni 19 % en R.F.A.
ASIE-OCÉANIE	10 % dont 40 % au Japon
MOYEN-ORIENT	3 %
AFRIQUE	2 %
TOTAL	100 %

I.2 - Insertion des passerelles dans la conception générale des installations terminales

La mise en place de passerelles sur les grands aéroports qui avaient prévu leur installation dès la conception initiale a pu se faire aisément et progressivement selon l'évolution du trafic.

Il n'en va souvent pas de même sur les aéroports moyens qui n'avaient pas envisagé à l'origine ces équipements et dont le développement l'exige à moyen ou long terme.

Les difficultés rencontrées proviennent souvent du concept même de l'aérogare, dont le niveau des salles d'embarquement n'est pas compatible avec celui des passerelles, et des caractéristiques des aires de stationnement.

Des aménagements importants seront donc à prévoir portant sur les points principaux suivants :

- passage de l'aérogare à deux niveaux de trafic côté aire de stationnement pour desservir directement les avions au contact et modifications des circuits arrivée-départ des passagers ;

- détermination d'un plan de stationnement et de son évolution au cours des 10 à 15 ans à venir, précisant les avions à desservir par passerelle. Ceci aura pour objet de fixer l'implantation et l'écartement des ouvrages fixes de raccordement : les pré-passerelles ;

- détermination, selon les types et la fréquence des avions attendus, des postes de stationnement spécialisés et banalisés qui influenceront sur le choix et les caractéristiques du type de passerelle ;

- dispositions à retenir pour l'approfondissement de l'aire de stationnement au contact avec modifications éventuelles des pentes du profil en travers pour faciliter le repoussage des avions en stationnement « nez dedans » perpendiculaire ;

- enfin, cohérence avec l'installation de tous les équipements fixes pouvant être envisagés sur les aires.

Tous ces éléments seront à prendre en considération dans le détail et devront faire l'objet d'une étude technique et économique d'ensemble le plus en amont possible, sachant que :

- l'incidence sur le Plan de Composition Générale (P.C.G.), et notamment sur les installations terminales peut être très importante ;

- les dépenses d'investissement et d'exploitation entraînées par l'implantation de passerelles vont très au-delà de leur simple coût d'acquisition.

les différents types de passerelles

II.1 - Définitions

Les passerelles utilisées pour l'acheminement des passagers entre l'aérogare et les avions peuvent être regroupées en deux grands types selon leurs possibilités de mouvements sur l'aire de stationnement et d'adaptation aux avions, ce sont les passerelles **semi-fixes** et les passerelles **mobiles**.

II.1.1 - LES PASSERELLES SEMI-FIXES (ou à piédestal)

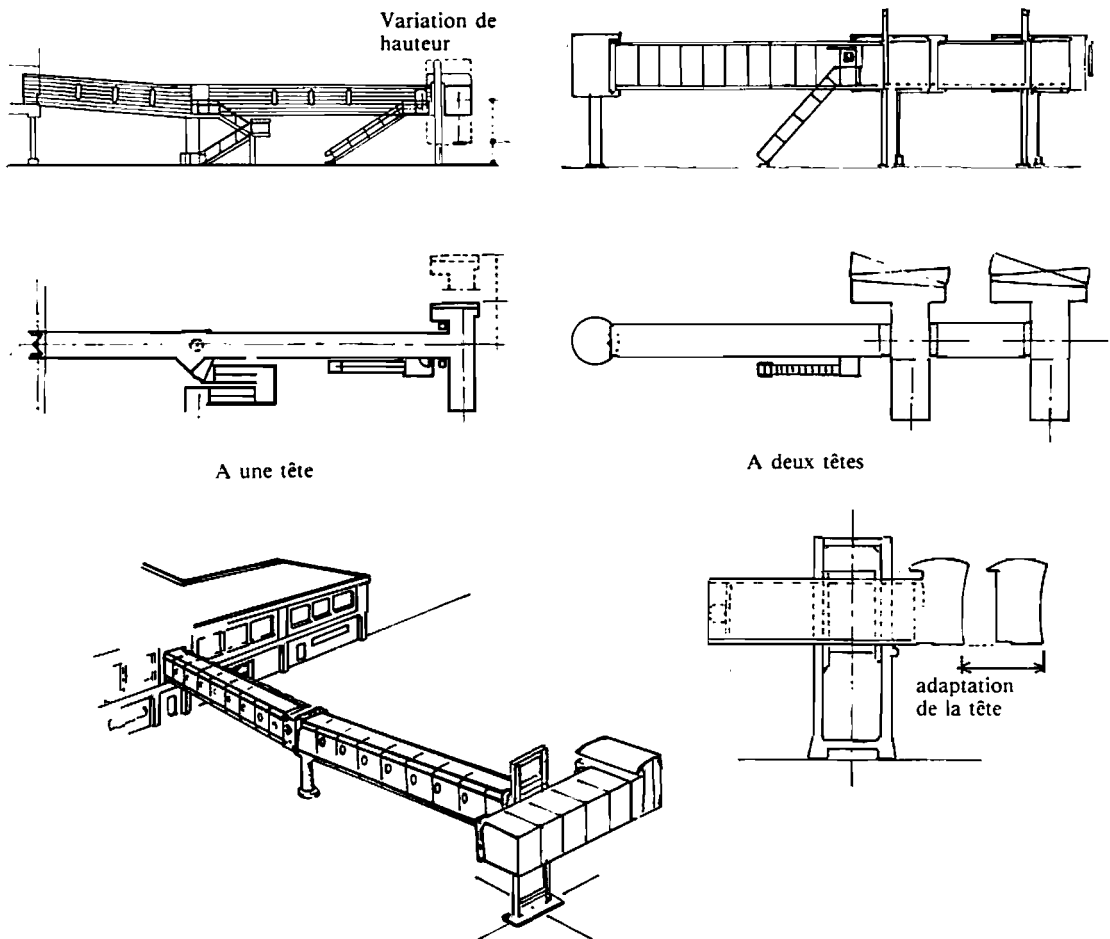
Le déplacement principal de la passerelle est vertical sur un piédestal fixe.
Un déplacement secondaire horizontal, de la partie terminale, permet l'accostage aux avions.

Par principe, c'est donc l'avion qui vient se positionner à proximité de la passerelle.

Le type le plus répandu est la passerelle semi-fixe non télescopique :

- la galerie principale est parallèle à l'axe de l'avion,
- la partie terminale est perpendiculaire à celui-ci.

Suivant les types, elles ont une ou deux têtes d'accostage.



LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES



◀ Passerelle semi-fixe non-télescopique à Paris - Charles-de-Gaulle, Aérogare n° 2 - Les barres d'arrêt sont ici intégrées à la passerelle.

▶ Passerelle semi-fixe non télescopique à une tête au terminal 2 du Caire. (photo SOVAM)



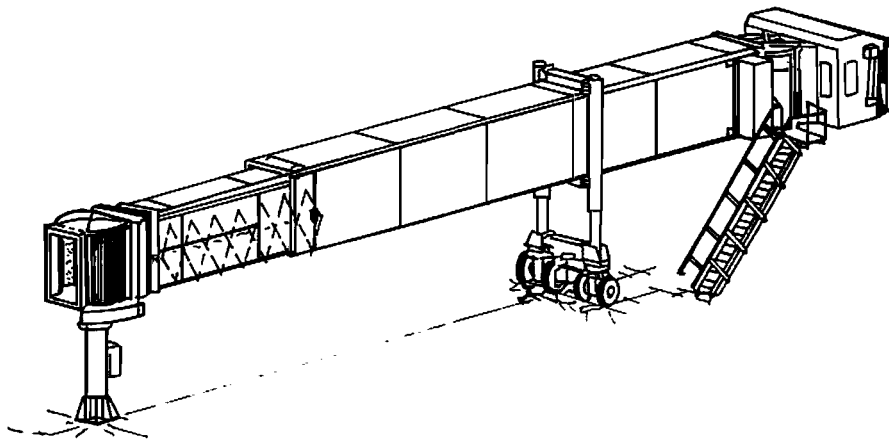
◀ Passerelle semi-fixe à Paris Orly Ouest Hall 4. Sur ce modèle les têtes ont une largeur de 5 m 50 et les barres d'arrêt sont désolidarisées des passerelles.

II.1.2 - LES PASSERELLES MOBILES

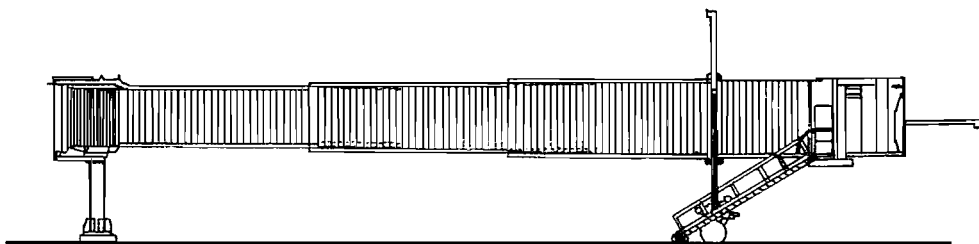
Le déplacement est omnidirectionnel sur un train de roulement mobile.

Par principe, c'est donc la passerelle qui vient se placer au contact de l'avion.

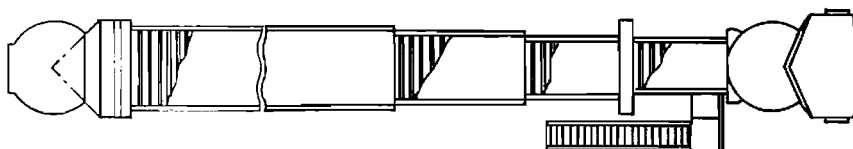
Généralement la galerie comporte des éléments télescopiques permettant d'adapter la passerelle suivant le positionnement de l'avion, la passerelle est alors dite **mobile et télescopique**.



A deux galeries



A trois galeries



A quatre galeries

LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES



◀ Passerelle mobile et
télescopique (9-12 m) à
Paris Orly Sud

▶ Passerelle mobile et
télescopique à 2 galeries
à Lyon Satolas



◀ Passerelle mobile et
télescopique à
Paris Orly Ouest

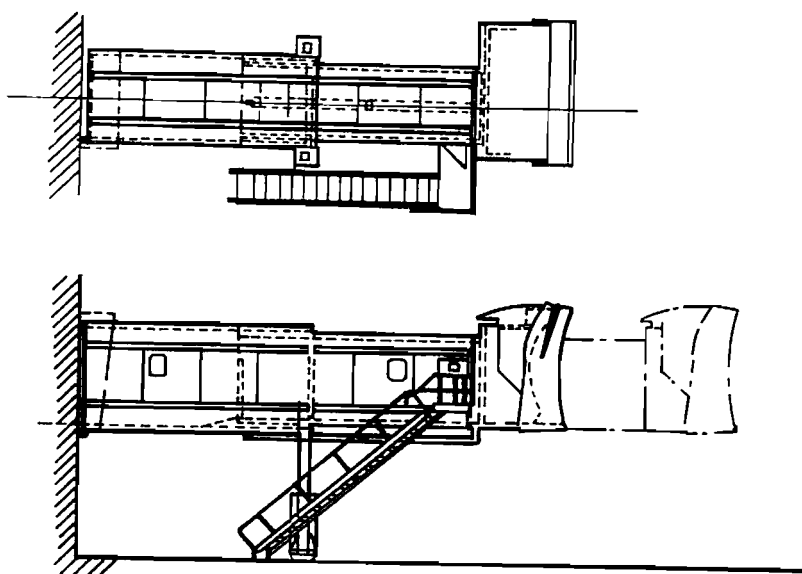
II.1.3 - LES PASSERELLES PARTICULIÈRES

Il existe d'autres types dérivés des deux catégories principales répondant à des conditions particulières d'utilisation ou d'exploitation.

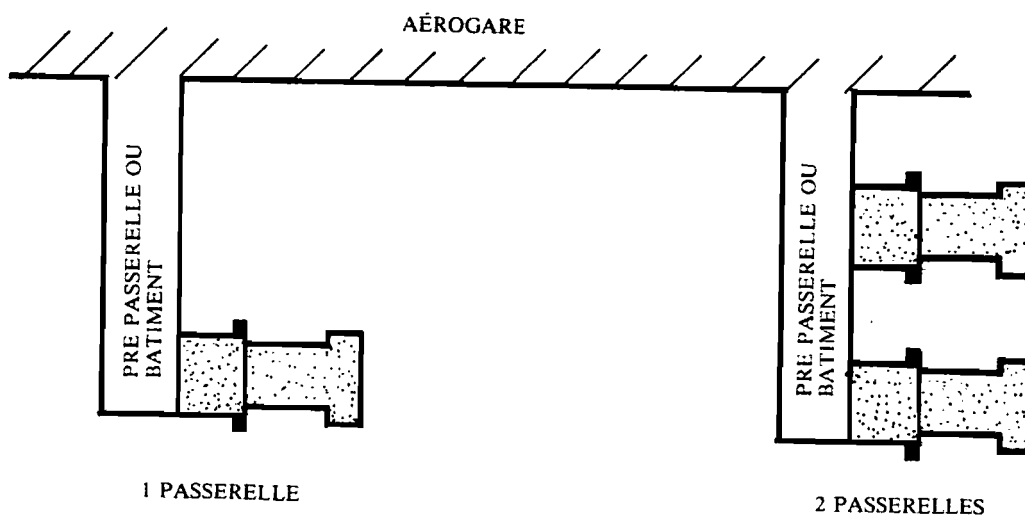
Nous en citerons trois exemples :

II.1.3.1 - la passerelle semi-fixe télescopique

Le déplacement horizontal se fait grâce à une galerie télescopique, perpendiculaire à l'avion.



Deux passerelles de ce type sont parfois placées sur un même poste de stationnement.



LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES



▲ Passerelles semi-fixes et télescopiques à Bruxelles - National

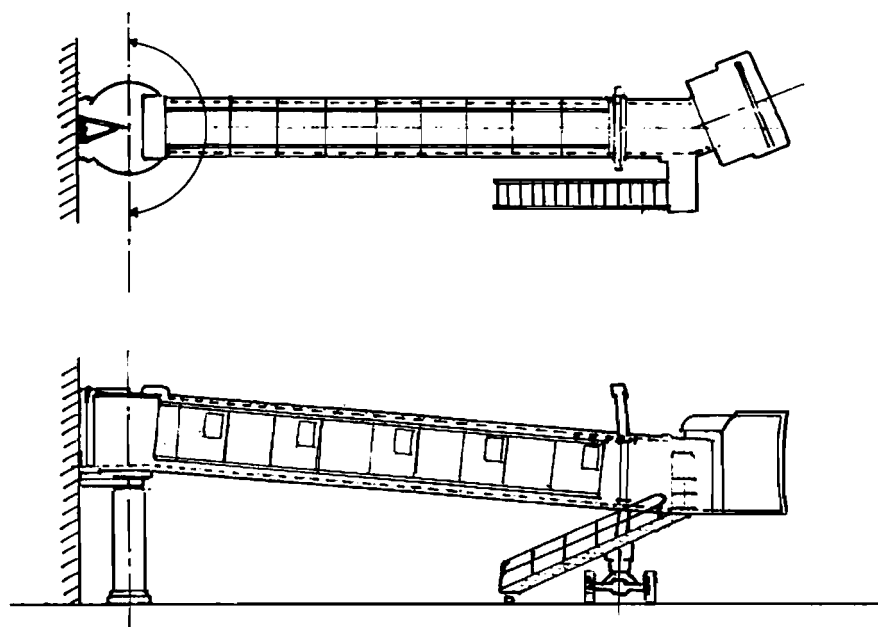


▲ Passerelles semi-fixes et télescopiques à San Francisco-International
(1 ou 2 passerelles selon les postes de stationnement).

II.1.3.2 - la passerelle radiale

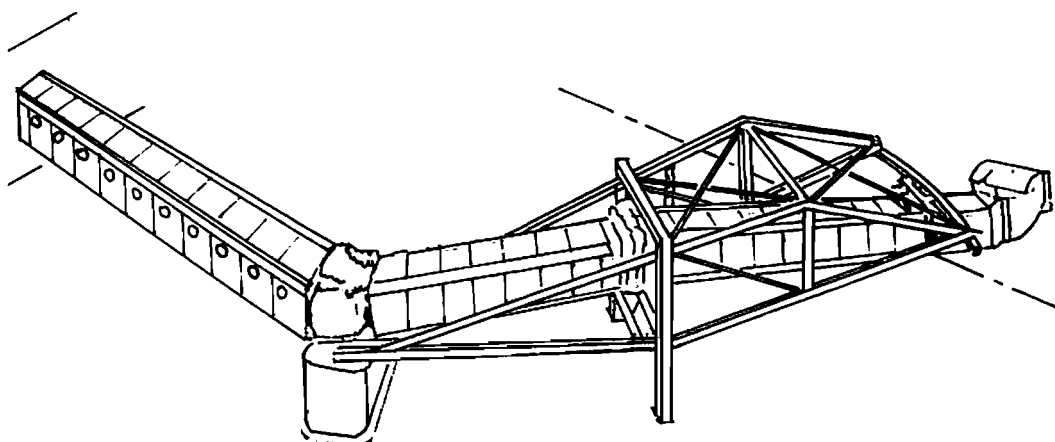
C'est une passerelle mobile dont le train de roulement se déplace sur un arc de cercle. Elle peut être :

- non télescopique : la galerie est composée d'un seul élément de longueur constante ;
- télescopique : la galerie comporte des éléments télescopiques permettant de faire varier la distance entre l'essieu et l'avion.



II.1.3.3 - la passerelle « au-dessus de l'aile »

C'est une passerelle semi-fixe et télescopique, dont la partie télescopique est en porte-à-faux au-dessus de l'aile de certains gros-porteurs pour atteindre la porte arrière, dans la configuration de stationnement « nez dedans ».



LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES



▲ Passerelle radiale et télescopique à Amsterdam Schiphol



▲ Passerelle « au dessus de l'aile » à Amsterdam Schiphol

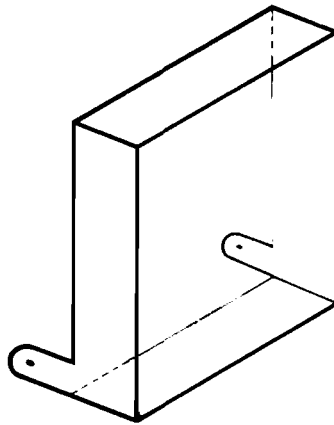
II.2 - Les principales parties constitutives des passerelles

Sans entrer dans le détail technique des nombreux types de passerelles, se rattachant aux grands types définis précédemment, il sera tout d'abord indiqué les principaux éléments dont est constituée une passerelle semi-fixe puis ceux spécifiques d'une passerelle mobile.

II.2.1 - ÉLÉMENTS PARTICULIERS D'UNE PASSERELLE SEMI-FIXE

II.2.1.1 - Antichambre ou cadre

C'est la partie fixe qui assure le raccordement de la passerelle, soumise aux efforts et charges d'exploitation, au bâtiment de l'aérogare ou à la pré-passerelle.

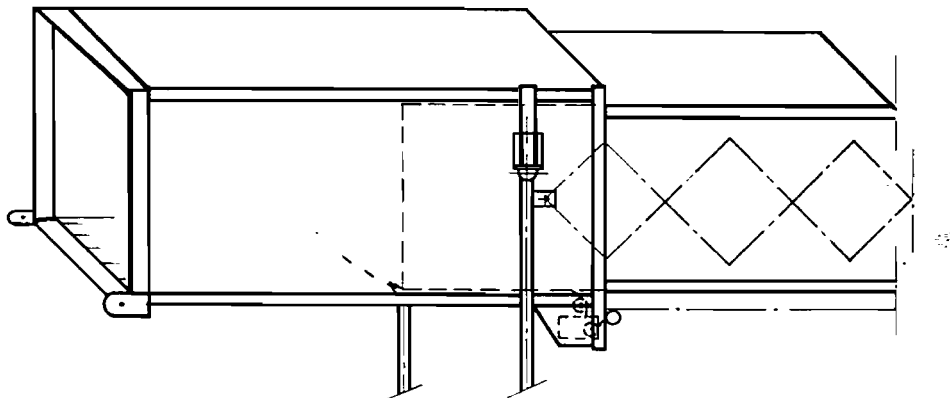


II.2.1.2 - Galeries

On distingue :

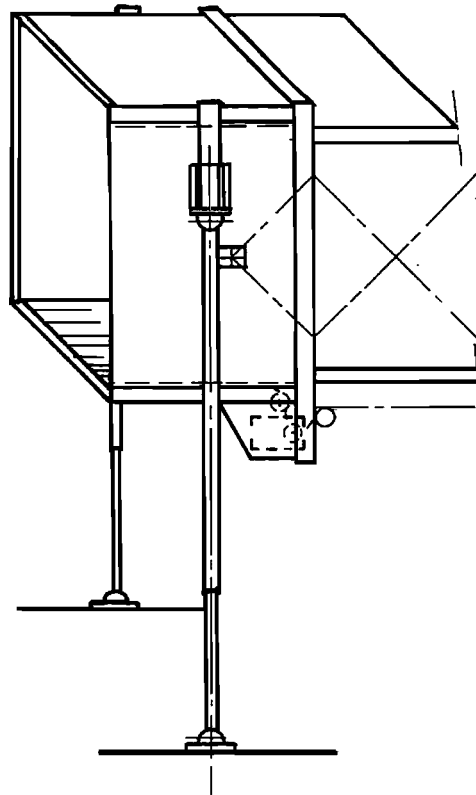
- la galerie principale, de longueur constante, située entre l'antichambre et le piédestal,
- la galerie secondaire, se déplaçant perpendiculairement à l'avion et située entre le piédestal et la tête d'accostage.

Suivant les cas, cette galerie secondaire est perpendiculaire à la galerie principale ou forme un ensemble télescopique avec celle-ci.



II.2.1.3 - Piédestal ou portique élévateur

Les piédestaux sont les supports des extrémités des galeries principales. Ils sont munis de systèmes élévateurs, le plus souvent hydrauliques.



II.2.1.4 - Cabine ou tête d'accostage

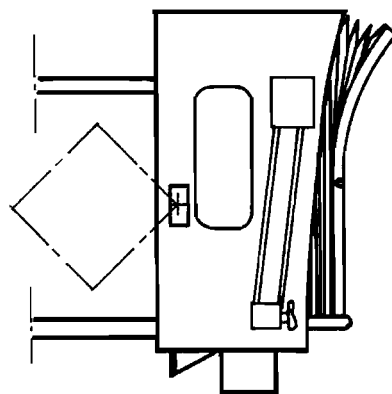
De conception simplifiée par rapport à celle équipant l'extrémité de la galerie d'une passerelle mobile, cette cabine est fixe en rotation. Le besoin de déplacement angulaire s'effectue par des secteurs angulaires situés à droite et à gauche de la cabine.

En revanche, les caractéristiques d'extrémité de la cabine et le système d'isonivelage permettant de maintenir un écart constant entre les planchers de la cabine et de l'avion, sont identiques pour les deux types de passerelles.

Les dimensions de la cabine doivent permettre l'ouverture et la fermeture des portes de tous les avions en service (ou en projets), lorsque la passerelle est en place sur le fuselage de ceux-ci.

Un bourrelet contact en caoutchouc fixé à l'extrémité du plancher de la cabine et un contacteur d'arrêt automatique évitent d'endommager le fuselage.

C'est depuis le pupitre situé sur un côté de la cabine que s'effectue la commande de la passerelle. Dans certains cas un pupitre auxiliaire est installé.



La cabine est complétée par un auvent flexible et des rideaux souples latéraux qui s'ajustent parfaitement au fuselage des avions.

Sur le côté de la cabine, à l'extérieur, est situé le dispositif d'isonivelage.

II.2.2 - ÉLÉMENTS D'UNE PASSERELLE MOBILE ET TÉLESCOPIQUE

De l'aérogare ou de la pré-passerelle vers l'avion ces éléments sont les suivants :

II.2.2.1 - La rotonde

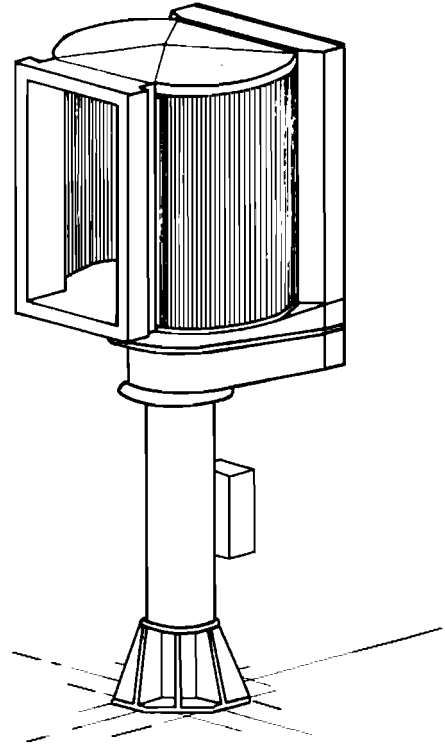
Elle relie la passerelle à l'aérogare (ou à la pré-passerelle) et comporte deux parties :

- une partie fixe, supportant la passerelle et assurant la liaison avec l'aérogare,
- une partie mobile, pivotant à l'intérieur de la partie fixe autour d'un axe vertical pour permettre la rotation horizontale de la passerelle (selon un secteur d'au moins 180°).

La galerie de la passerelle est fixée et articulée sur cette partie mobile.

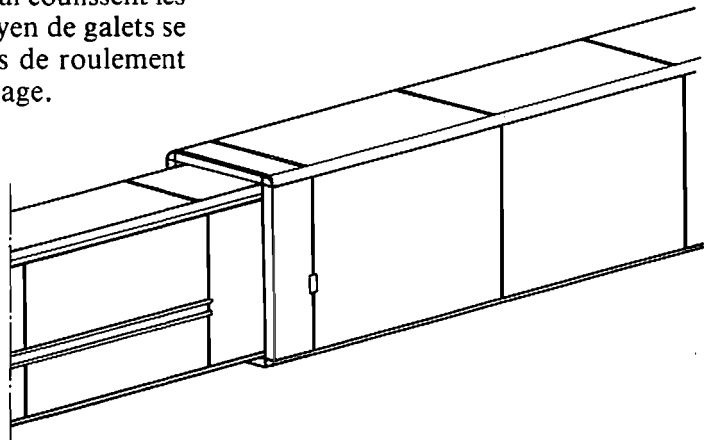
Ces deux éléments réalisés en acier ou en aluminium supportent un bardage métallique, un système de volets enrouleurs assurant la fermeture de la rotonde lors des rotations de la partie mobile.

L'ensemble est fixé sur une colonne en acier ancrée au sol dans un massif en béton.



II.2.2.2 - La galerie télescopique

Elle comprend deux ou plusieurs couloirs, selon la longueur totale, en forme de caisson rectangulaire, qui coulissent les uns dans les autres au moyen de galets se déplaçant sur des chemins de roulement formant des rails de guidage.



II.2.2.3 - Le train de roulement

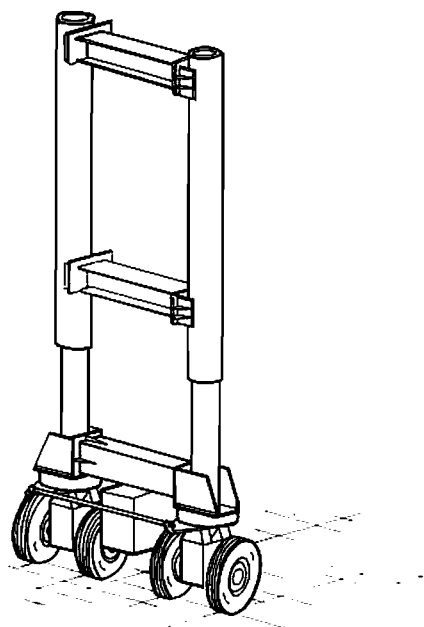
Il assure la manœuvre de la passerelle dans les plans horizontal et vertical en étant solidaire de la galerie télescopique d'extrémité par une fixation articulée.

Il comporte deux parties :

— Le portique élévateur constitué le plus souvent par deux colonnes télescopiques conjuguées permettant un réglage en hauteur. Le mouvement vertical des colonnes télescopiques est généralement assuré par un ensemble vis-roulement hélicoïdal, entraîné par un moto-réducteur et chaîne ou par des vérins hydrauliques.

— Le boggie-moteur, ou train, possède deux ou quatre roues équipées de pneumatiques. Ce train pivote de $\pm 90^\circ$. Le mouvement des roues motrices est assuré par un dispositif électro-hydraulique.

C'est le boggie-moteur qui entraîne l'avance ou le recul de l'ensemble de la passerelle mobile télescopique et permet la rotation de la rotonde.

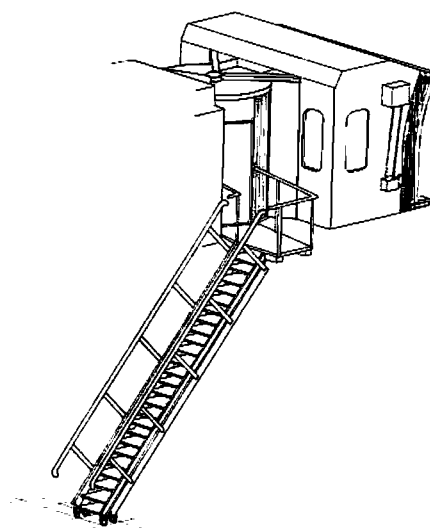


II.2.2.4 - La cabine ou tête d'accostage

Elle comporte deux parties :

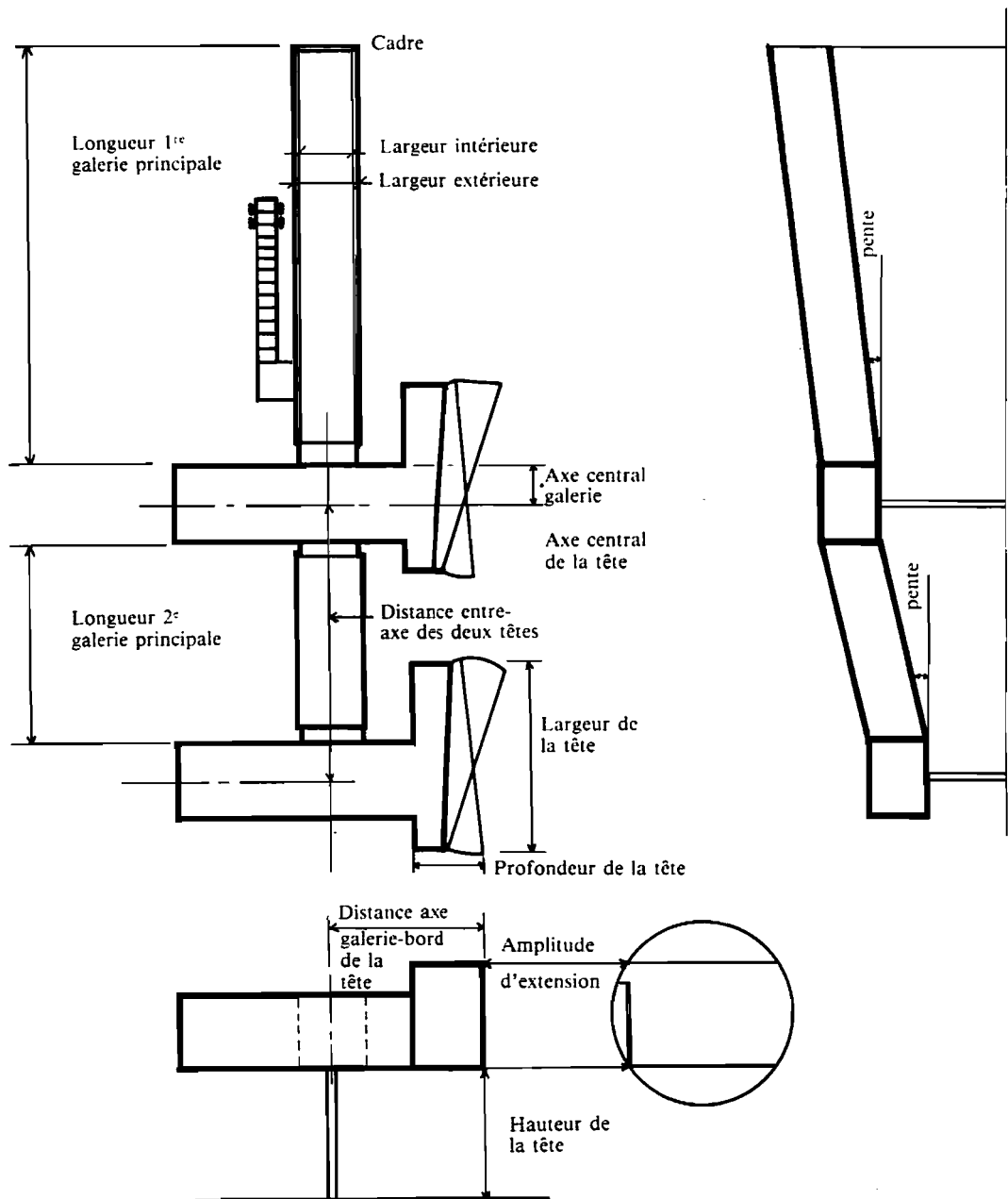
— une partie fixe, solidaire de l'extrémité du dernier tronçon de la galerie,

— une partie mobile, pivotant sur la partie fixe selon un axe vertical (rotation jusqu'à 60° de part et d'autre de l'axe longitudinal de la galerie).



II.3 - Caractéristiques des différentes passerelles

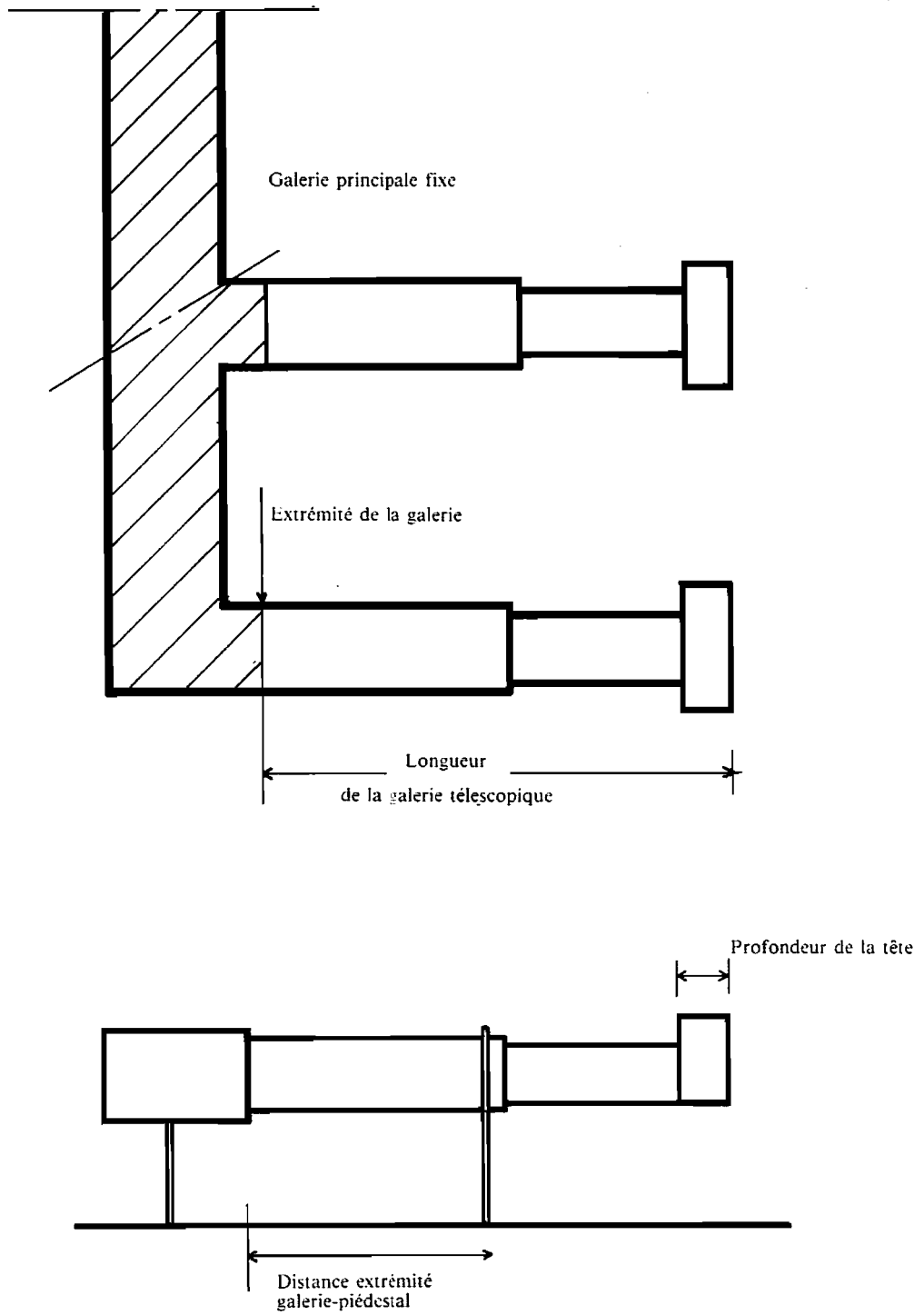
II.3.1 - PASSERELLES SEMI-FIXES NON TÉLESCOPIQUES



**Tableau des principales caractéristiques
des passerelles semi-fixes non télescopiques**

PARTIES CONSTITUTIVES		DIMENSIONS COURANTES	CAS PARTICULIERS « DES 2 TÊTES »
Galeries principales	Longueur • 1 ^{re} galerie .. • 2 ^e galerie ... Largeur intérieure Largeur extérieure..... Hauteur intérieure..... Inclinaison maxi	10 à 30 m 1 m 40 à 2 m 1 m 60 à 2 m 20 2 m 15 à 2 m 60 15 %	5 m
Galeries secondaires	Longueur Autres dimensions identiques à celles des galeries principales Angle galerie secondaire / galerie principale Amplitude d'extension .. Distance minimale axe galerie - bord de la tête .	6 à 10 m 70 à 90° 3 m à 3 m 80 7 m à 8 m 60	90°
Cabine d'accostage	Largeur totale Profondeur..... Amplitude de variation de la hauteur de plancher Entre-axe des deux têtes Hauteur minimale du bord de la tête..... Débattement des secteurs droit gauche..... Vitesse verticale de la tête..... Vitesse de sortie de la tête d'accostage Distance axe central galerie - axe central de la tête	3 m 50 à 4 m 1 m 70 3 m 40 1 m 80 à 2 m 10 +5° - 57° +20° - 5° 0,75 m/s 0,1 à 0,2 m/s 0,40 m	5 m 50 3 m 60 8 m 0,75 m

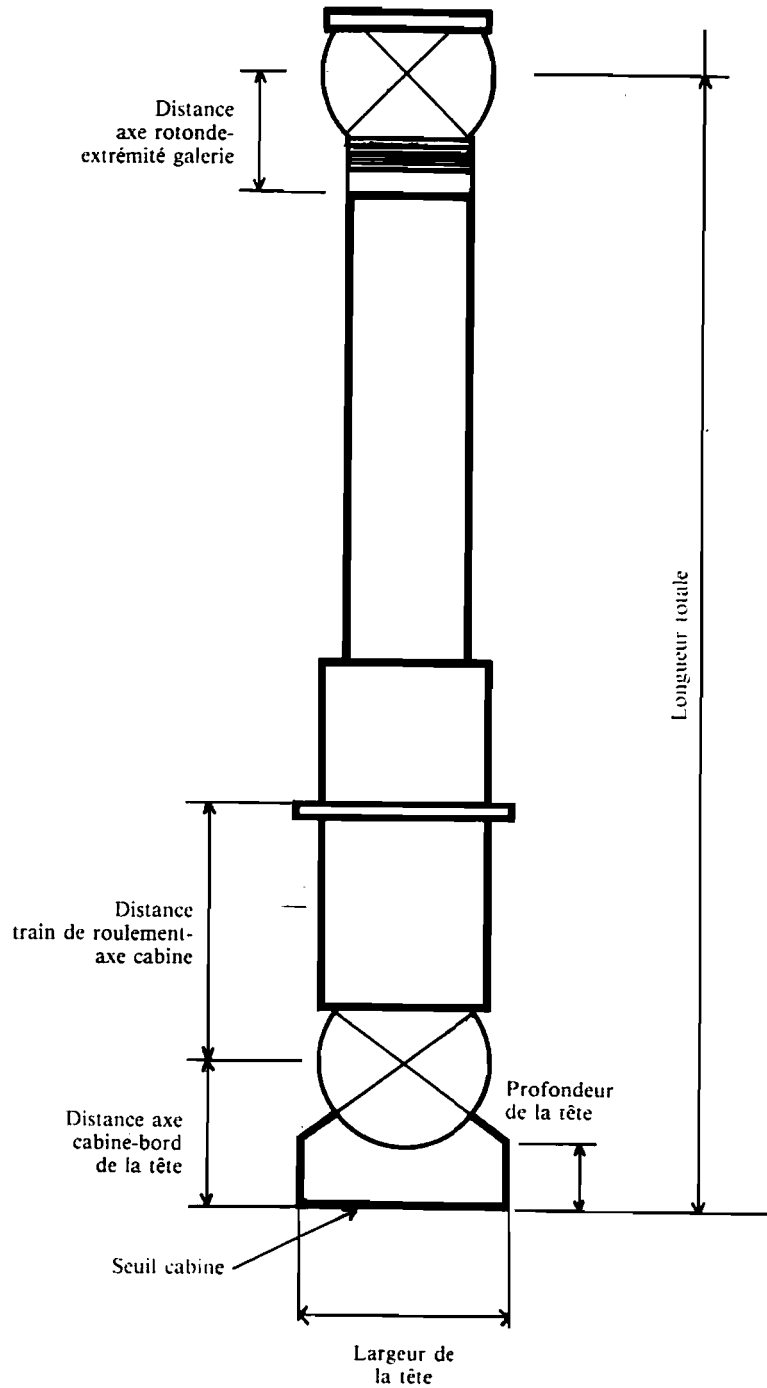
II.3.2 - PASSERELLES SEMI-FIXES TÉLESCOPIQUES



**Tableau des principales caractéristiques
des passerelles semi-fixes télescopiques**

PARTIES CONSTITUTIVES	DIMENSIONS COURANTES	
Galerie télescopique	Longueur rétractée déployée Inclinaison maximum ... Amplitude d'extension .. Distance extrémité galerie - axe avion Distance extrémité galerie - piédestal Largeur libre • galerie extérieure • galerie intérieure Hauteur libre • galerie extérieure • galerie intérieure	5,5 à 21,5 m 7,1 à 25 m 10 à 12 ‰ 1,5 à 3,5 m 8,2 à 26 m 3 à 18 m 2 m 10 1 m 80 2 m 50 2 m 15
Cabine d'accos- tage	Largeur totale Amplitude de variation de la hauteur de plancher Vitesse verticale de la tête Vitesse de sortie de la tête d'accostage	3,1 à 3,5 m à volonté jusqu'à 3 m 60 0,7 m/s 0,1 à 0,2 m/s

II.3.3 - PASSERELLES MOBILES ET TÉLESCOPIQUES



**Tableau des principales caractéristiques
des passerelles mobiles**

PARTIES CONSTITUTIVES	DIMENSIONS COURANTES	
Galerie	Longueur totale opérationnelle (*) : — radiale — télescopique • 2 couloirs • 3 couloirs • 4 couloirs Largeur intérieure Hauteur intérieure Inclinaison maximum ... Débattement angulaire ..	20 m rétractée déployée 9 m à 23 m 12 à 35 m 14 à 20 m 23 à 47 m 20 m 47 m 1 m 40 à 2 m 10 2 m 15 à 2 m 80 15 à 17 % (descendante) 5 % (montante) 180°
Cabine d'accos- tage	Largeur totale de la tête Amplitude de variation de la hauteur de plancher Hauteur maximale du bord de la tête Hauteur minimale du bord de la tête Distance du train de roulement au seuil de la cabine Vitesse verticale de la tête	3 m 50 3,2 à 3,7 m 5,3 à 5,5 m 1,8 à 2,1 m 4,7 à 6,6 m 0,025 m/s à 0,1 m/s
Divers	Vitesse de la partie télescopique Vitesse d'accostage	0,1 à 0,2 m/s 0,4 à 1,2 m/s

(*) Différente de la longueur techniquement possible.

II.4 - Contraintes dues à la mise en place de passerelles

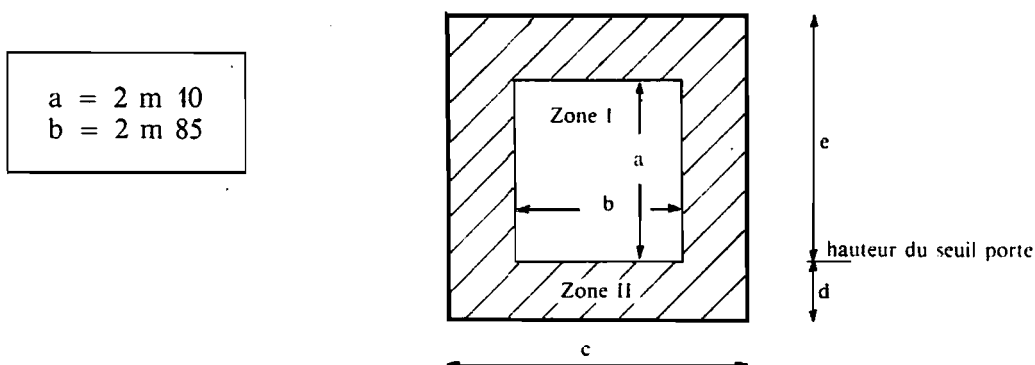
La majorité de ces contraintes est extraite du « Airport Handling Manuel » de l'I.A.T.A.

II.4.1 - CONTRAINTES DIMENSIONNELLES

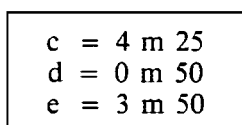
II.4.1.1 - Contraintes imposées aux avions

Un espace non obstrué doit être réservé à proximité de la porte de l'avion pour que la passerelle puisse accoster librement :

- L'emprise des portes de l'avion doit être incluse dans la zone I, avec les dimensions maximales suivantes :



- La zone II doit être libre de tout équipement :
 - les antennes,
 - les drains,
 - les tubes de Pitot,
 - les panneaux d'accès à l'avion,
 - et elle doit avoir les dimensions minimales suivantes :



II.4.1.2 - Contraintes imposées à la tête de la passerelle

- largeur minimum intérieure : 2 m 85
- largeur maximum extérieure : 4 m 25 (cf. § II.4.1.1). Au-delà la passerelle ne peut pas accoster tous les types d'avions
- profondeur minimum intérieure : 1 m 27 (en position rétractée si la passerelle est télescopique)
- hauteur minimum sous le bord du auvent : 2 m 10.

II.4.1.3 - Contraintes liées aux essieux des passerelles

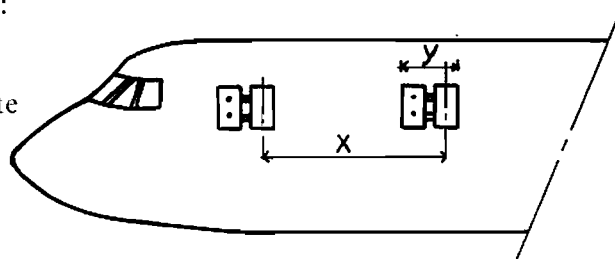
Afin de limiter le poinçonnement sur la chaussée l'essieu devrait comporter 4 roues le plus écartées possible.

II.4.1.4 - Contraintes imposées à l'écartement des têtes

Les portes avant-gauche des avions gros-porteurs ont un écartement variable indiqué dans le tableau ci-dessous :

Y : Largeur totale porte ouverte

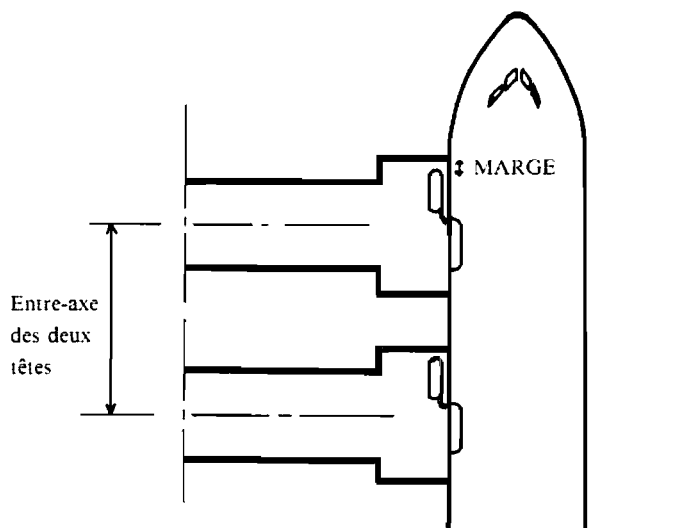
X : Distance entre axe des portes



	L 1011 100	L 1011 500	D10 et MD 11*	747	747SP	B 757	A 300	A 330* A 340*
X	14,60	12,04	9,58	9,30	6,91	8,94	7,28	12,07
Y	1,06	1,06	0,81	2,28	2,28	1,85	2,43	2,43

* en projet.

L'écartement des 2 têtes d'une passerelle devra être prévu pour pouvoir desservir tous ou certains avions cités ci-dessus.



La marge de part et d'autre des portes doit être d'au moins 20 cm.

II.4.2 - CONTRAINTES LIÉES AU CONFORT

— *Le sol de la passerelle doit être tel que :*

- le matériau le recouvrant soit antidérapant,
- les marches aux jonctions de différents éléments doivent être telles que les galeries restent accessibles aux handicapés (pentes, rayon de courbure),

— *l'auvent ajustable de jonction avec l'avion, doit permettre un ajustage hermétique et pour cela doit être tel que :*

- le rayon de courbure soit inférieur à 2 m,
- le bord de l'auvent évite le ruissellement.

— *La pente dans les passerelles doit permettre l'accès des handicapés (accompagnés) :*

- pente recommandée : 10 ‰
- maximum toléré : 12 ‰

II.4.3 - CONTRAINTES D'ÉVOLUTION

II.4.3.1 - Ajustement de la tête

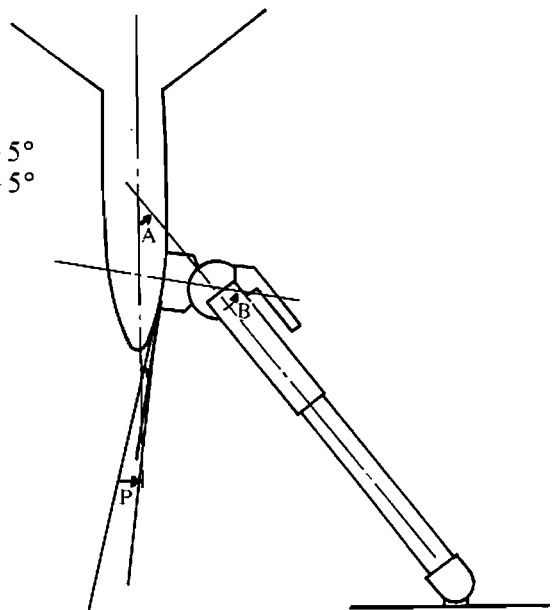
Le bord avant du plancher de la cabine d'accostage doit pouvoir s'ajuster au profil du fuselage de l'avion (principalement pour les cabines de grande largeur) et pour cela doit être orientable de 15° vers l'avant et de 5° vers l'arrière plus l'angle maximum entre l'axe de l'avion et l'axe de la passerelle.

Le schéma ci-contre résume cette condition.

$$\pi/2 - (A + B) - 15^\circ < P < \pi/2 - (A + B) + 5^\circ$$

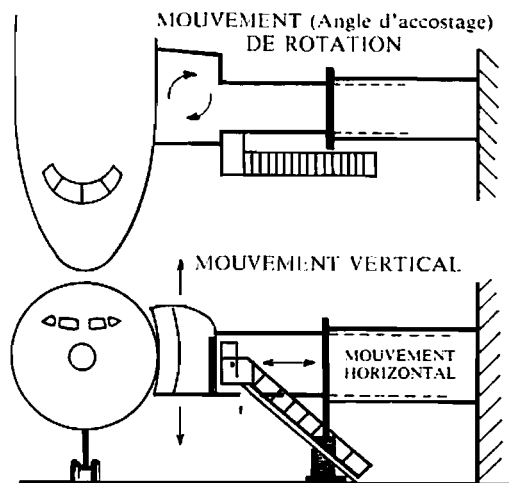
Cas les plus courants :

$$\begin{array}{ll} A = \pi / 2, B = 0 & - 15^\circ < P < + 5^\circ \\ A = 0, B = \pi/2 & - 15^\circ < P < + 5^\circ \end{array}$$



II.4.3.2 - Degrés de liberté des passerelles semi-fixes

Les mouvements sont les suivants :



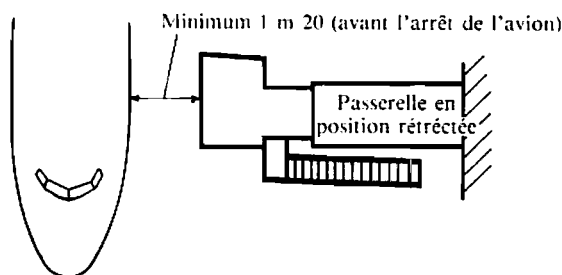
Mouvement horizontal :

— En position rétractée un espace de 1,20 m doit être gardé entre le bord de la plate-forme et le fuselage du plus grand type d'avion pour lequel la passerelle est adaptée.

— Vitesse d'avancement : V_a

$V_a = 0,1 \text{ m/s}$ pour l'accostage
--

Ainsi le temps maximum d'accostage de la passerelle est de 30 secondes.



Mouvement vertical : compris entre la hauteur du seuil de la cabine de l'avion le plus bas (-0 m 20) et celle de l'avion le plus haut

Vitesse du mouvement vertical : V_v (au niveau du bord de la plate-forme)

$0,05 \text{ m/s} < V_v < 0,1 \text{ m/s}$
--

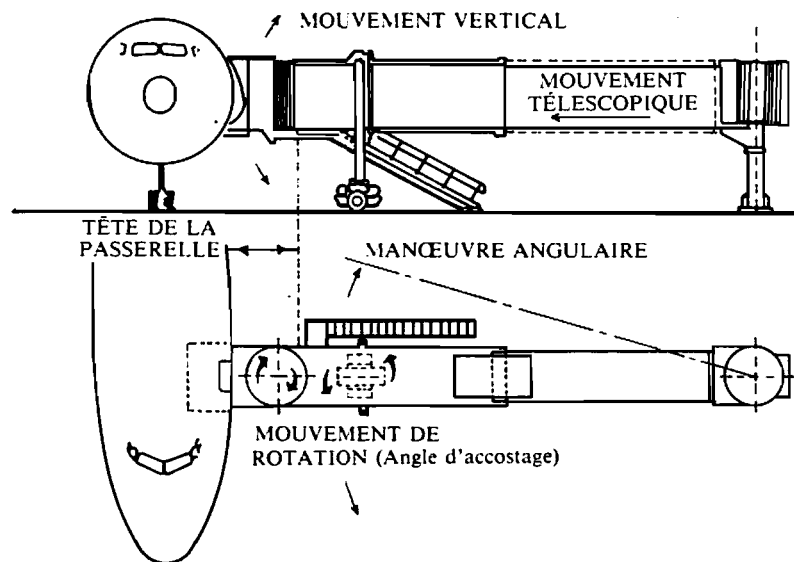
Mouvement de rotation :

Vitesse de rotation : V_r

$V_r < 0,1 \text{ m/s}$

II.4.3.3 - Degrés de liberté des passerelles mobiles

Les mouvements sont les suivants :



Mouvement horizontal :

— En position rétractée un espace de 8 m doit être gardé entre le bord de la plateforme et le fuselage du plus gros avion (pour permettre le déploiement d'un toboggan d'évacuation d'urgence).

— Vitesses d'avancement : V_a

$V_a = 0,1 \text{ m/s}$ pour l'accostage $V_a = 1,2 \text{ m/s}$ pour les longues distances
--

Le contrôle de changement de vitesse doit être possible manuellement.

La mise en place doit pouvoir s'effectuer en moins de 30 secondes.

— Vitesse de déplacement horizontal (manœuvre angulaire) : V_h

$V_h < 1,2 \text{ m/s}$

Mouvement vertical : compris entre le seuil de la cabine de l'avion le plus bas (-0 m 20) et celle de l'avion le plus haut.

Vitesse de mouvement vertical : V_v

$0,05 \text{ m/s} < V_v < 0,1 \text{ m/s}$
--

Mouvement de rotation :

Vitesse de rotation : V_r

$V_r < 0,1 \text{ m/s}$

II.4.4 - CONTRAINTES DE FONCTIONNEMENT ET DE SÉCURITÉ

II.4.4.1 - Commandes et contrôles

Les contrôles et le tableau de commande doivent être tels que :

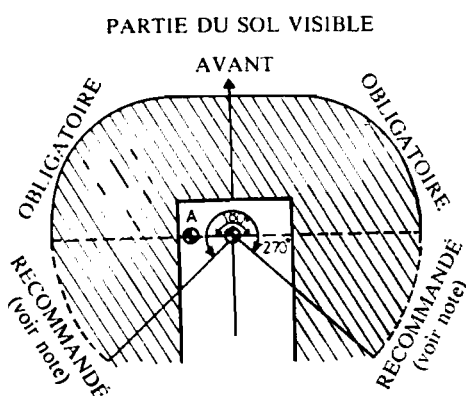
- le tableau de commande doit être facilement compréhensible,
- les contrôles doivent être identifiés par des pictogrammes universels,
- ils doivent être localisés de telle manière à permettre à l'opérateur une vision claire de l'accostage,
- ils doivent être protégés pour empêcher toute commande par inadvertance ou toute commande non autorisée,
- les boutons « stop d'urgence » ne doivent pas arrêter le système de secours de la porte décrit au § II.4.4.4.

II.4.4.2 - Visibilité

L'épure de visibilité depuis le poste de conduite est la suivante :

- Visibilité vers l'avant : entre 180 et 270°.
- La tête de la passerelle doit être vitrée de 0,3 m à 1,80 m au-dessus du sol de la plate-forme.

CHAMP DE VISIBILITÉ DE L'OPÉRATEUR
(VERS L'AVANT AU NIVEAU DU SOL, PLATE-FORME A UNE HAUTEUR DE 5,00 m)



NOTE : Le champ de visibilité déterminé par la ligne en pointillé est :

- recommandé pour les passerelles fixes ;
- obligatoire pour les passerelles mobiles et les véhicules de transfert.

Ce champ de visibilité peut être obtenu par l'emploi de rétroviseurs, pourvu que ceux-ci soient facilement visibles de la place de l'opérateur.

- La visibilité doit être totale dans l'espace où la passerelle doit évoluer.
- Pour le travail de nuit la passerelle doit être dotée des dispositifs d'éclairage suivants :
 - vers l'avant : lampes de travail éclairant la porte de l'avion et la zone avant jusqu'au niveau du sol.
 - vers les côtés et l'arrière : lampes de travail pour les mouvements de recul.

II.4.4.3 - Isonivelage : élévation et mise à niveau automatique

Le rôle du système de mise à niveau automatique est de permettre pendant les opérations d'escale, de réajuster la hauteur de la plateforme pour suivre les variations de hauteur du seuil de porte de l'avion.

Afin d'assurer cette opération en toute sécurité, les capteurs doivent :

- détecter toute variation de hauteur d'une amplitude de 13 mm,
- assurer le contact avec le fuselage de l'avion dans la zone II définie au § II.4.1,
- être insensibles aux variations du coefficient de frottement du fuselage (par exemple mouillé ou couvert de glace),
- être insensibles aux conditions liées à l'environnement,
- être capables de réagir lentement ou rapidement aux variations de la hauteur du seuil de la porte de l'appareil dues aux déplacements suivants :
 - Plongée : lorsque les amortisseurs des trains d'atterrissages principaux et avant se réajustent symétriquement.
 - Elévation : lorsque les atterrisseurs des trains d'atterrissage principaux et avant se réajustent simultanément.
 - Roulis : lorsque les amortisseurs des trains d'atterrissage principaux se réajustent asymétriquement.
 - Embardée : lorsque l'avion est soumis à un vent violent ou au souffle des réacteurs d'autres avions.

D'autre part ces capteurs doivent répondre aux exigences suivantes :

— temps de réponse du système : (à partir de l'instant où l'avion commence à bouger jusqu'à l'instant où la partie supérieure de la plateforme avant commence à se réajuster)

$\text{Temps de réponse} < 0,5 \text{ seconde}$

— vitesse de réajustement vertical : (mesurée au bord de la plateforme avant)

$0,1 \text{ m/s} < \text{vitesse de réajustement} < 0,15 \text{ m/s}$

— précision du réajustement :

$\text{Amplitude du réajustement de la plate-forme} = \text{amplitude du mouvement de l'avion} + / - 6 \text{ mm}$
--

— fiabilité :

L'éventualité d'une panne de la source principale d'approvisionnement en courant électrique doit être prise en compte par la mise en place d'un système de secours.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES



◀ A Toulouse Blagnac le capteur de détection de variation de hauteur est composé d'une roue.

Systèmes d'isonivelage

▼ A Paris Orly Ouest Hall 4 il est constitué d'un patin, plus adhérent, dont le déplacement vertical entraîne la déformation d'un parallélogramme.



◀ A Marseille le système de secours consiste en une découpe d'une partie du plancher de la tête de la passerelle.
Pour éviter les accidents un filet a été mis en place.

11.4.4.4 - Dispositifs de secours destinés à prévenir la détérioration des portes (ouvertes) de l'avion

— Les pannes peuvent provenir soit du capteur, soit de la source principale de courant électrique.

Le système de secours n'est fait que pour les mouvements de haut en bas de l'avion.

— Les contraintes imposées au système de secours sont les suivantes :

- les circuits et les sources d'énergies doivent être totalement indépendants de ceux du système principal,

- il doit comporter un dispositif de détection placé en-dessous de la position ouverte de la porte de l'avion,

- le contact avec la porte de l'avion devrait amorcer un mouvement de haut en bas de la plate-forme d'une amplitude de 20 cm,

- l'activation du système devrait mettre en route des systèmes d'alarme sonore et/ou visuels perceptibles depuis :

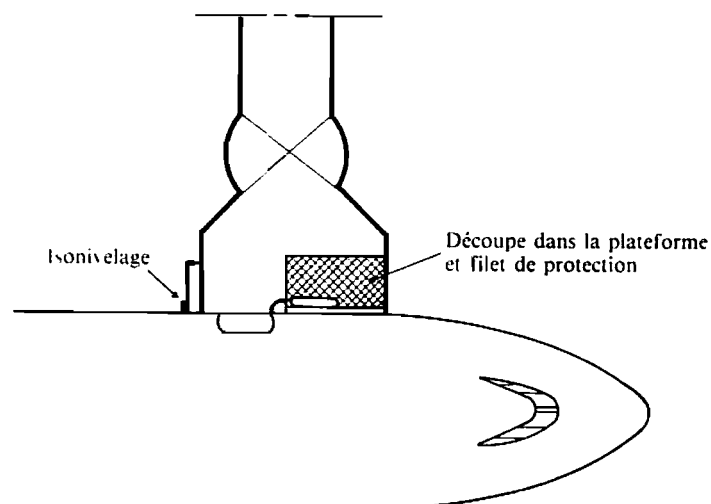
— l'avant de la passerelle

— le niveau du sol

— le bureau de surveillance de l'aérogare.

— Pour satisfaire à ces contraintes, le système de protection des portes peut être composé :

- d'une découpe ou un creux d'un minimum de 20 cm dans le bord avant gauche de la plate-forme,



- ou de l'adjonction d'un détecteur mécanique du système d'activation de la passerelle (sabot placé sous la porte de l'avion).

II.4.4.5 - Alarmes

Toute passerelle doit comprendre les alarmes suivantes :

- Alarmes visuelles :
 - positive (lumière verte) : confirme à l'opérateur que le système principal est activé et fonctionne correctement,
 - négative (lumière rouge) : signale que l'une de ces indications n'est pas acquise.
- alarme sonore : signale que le système de secours est activé.

II.4.4.6 - Sécurité incendie

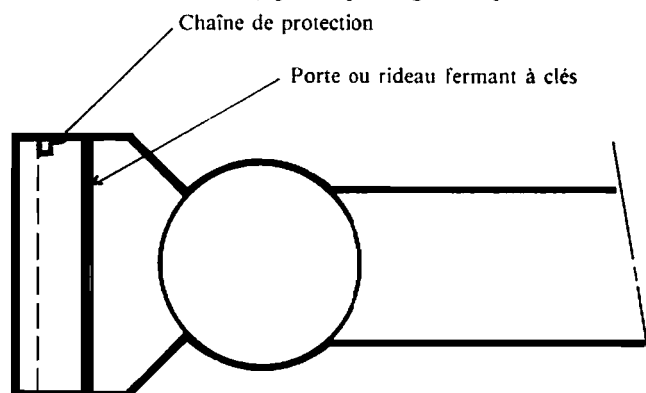
La passerelle doit pouvoir être utilisée en tant que moyen d'évacuation de l'avion vers l'aérogare. Elle doit donc être un chemin d'évacuation sûr pendant 5 minutes par un feu de grande intensité sur les aires. Pour cela elle doit avoir :

- des côtés et un toit totalement clos,
- un plancher hautement résistant,
- des surfaces extérieures et une structure porteuse réalisées en matériaux non combustibles,
- des matériaux intérieurs offrant une bonne résistance au feu et ne dégageant ni fumées ni vapeur toxiques,
- des vitres en verre hautement résistant, là où elles sont nécessaires,
- un auvent de tête résistant à de fortes températures pour prévenir un échauffement prolongé dû à une lampe de l'avion par exemple.

II.4.4.7 - Autres dispositifs

L'ouverture côté piste de la cabine d'accostage doit être fermée par des portes fermant à clés ou par un rideau pliant lorsque la passerelle n'est pas accostée.

Un dispositif de sécurité (généralement du type « chaîne ») doit être mis en place au-delà de la zone avant ouvrante, pour protéger le personnel.



II.5 - Equipements particuliers rattachés aux passerelles

II.5.1 - SYSTÈMES DE FONCTIONNEMENT

A l'origine toutes les passerelles étaient de type électro-mécanique, le moteur électrique entraînant une transmission par chaîne. Ce système, simple par principe, s'est avéré difficile à entretenir.

Aujourd'hui, beaucoup de passerelles ont des systèmes de transmission hydraulique présentant les avantages suivants :

- temps de réponse plus court, permettant d'améliorer la fiabilité du dispositif d'isonivelage et de prévention des chutes brutales ;
- souplesse accrue des divers mouvements.

II.5.2 - AUTOMATISMES

Mis à part les automatismes triviaux, les passerelles peuvent comprendre :

- des *automatismes de mouvements* par télécommande :

Ce genre d'automatisme a été essayé sur des passerelles semi-fixes non télescopiques (à Stockholm-Arlanda). Le positionnement de l'avion étant considéré comme très précis, la passerelle est programmée en fonction du type d'avion, automatiquement elle est placée en altitude et avance de 1 à 2 m pour accoster.

Bien que techniquement simple, ce système pose un problème de sécurité, par exemple si l'avion est mal positionné.

D'autre part, les passerelles à deux têtes peuvent comporter un automatisme de couplage des têtes : l'accostage de l'une pouvant être commandé à partir de l'autre.

- des *automatismes de suivi de fonctionnement* :

Un automate embarqué dans la passerelle permet de suivre sa « vie ». Les défauts de fonctionnement sont ainsi repérés, simplifiant la tâche des équipes d'entretien pour la prévention des pannes ou leur découverte rapide.

Les automates ont aussi un rôle de banques de données qui, outre les renseignements d'entretien, pourraient permettre d'établir automatiquement des statistiques de trafic ou les facturations aux compagnies.

II.5.3 - OPTIONS DIVERSES

Les options suivantes sont couramment proposées par les constructeurs de passerelles.

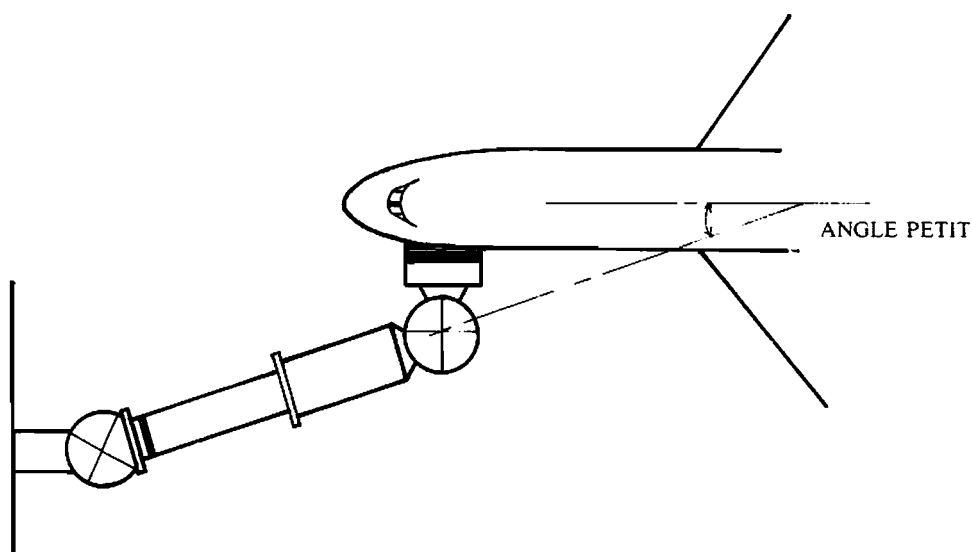
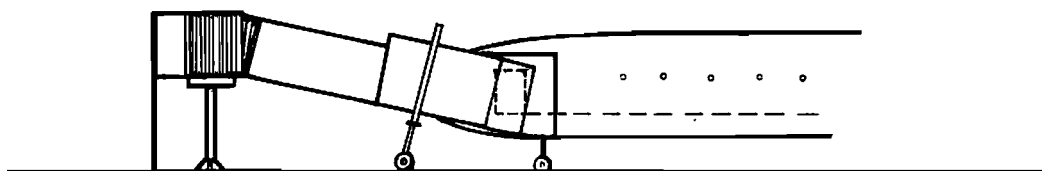
— *Dispositif autolock* : système de blocage de la descente de la passerelle en cas de défaillance (fuite de circuit hydraulique par exemple).

— *Habillage des faces internes ou externes* : permettant une esthétique personnalisée et une meilleure protection des parois aux chocs et à l'humidité.

— *Rattrapage de l'inclinaison du plancher de la tête* : un dispositif de faux plancher à inclinaison variable permet de réduire l'angle entre le plancher de la tête et celui de l'avion, cet angle pouvant être important dans le cas suivant :

- passerelle mobile,
- axe de la galerie presque parallèle à l'axe de l'avion,
- pente importante dans la passerelle.

Ce cas est représenté sur le schéma ci-dessous.



— *Caméra vidéo* : une caméra vidéo peut être mise en place pour faciliter la conduite en marche arrière de la passerelle (pour des passerelles mobiles et télescopiques principalement).

II.5.4 - ALIMENTATION

II.5.4.1 - Energie électrique (400 Hz)

Différents systèmes de distribution de l'énergie électrique aux avions peuvent être associés à l'exploitation des passerelles.

Le câble d'alimentation en énergie 400 Hz peut cheminer le long de la passerelle pour aboutir en tête et être disponible pour le branchement sur l'avion :

- soit par l'intermédiaire d'un système à pantographe ;
- soit par l'intermédiaire d'un conduit télescopique ;
- soit par l'intermédiaire de câbles aciers accrochés au sommet de la passerelle.

Ces trois systèmes sont associés aux différents types de passerelles.

Dans le cas de passerelles semi-fixes, il est possible de retenir une distribution fixe dans le sol, associé à un système de rangement et de manipulation du câble intégré au sol (puits) ou conçu sous la forme d'un bras articulé. La production d'énergie 400 Hz est alors réalisée dans une centrale pouvant alimenter plusieurs postes de stationnement, ou en pied de passerelle, côté aérogare.

La puissance nécessaire est de 15 à 25 kVA pour un moyen-porteur et de 60 kVA pour B747 (75 kVA pour un B747-combi).

Il est également possible d'adjoindre à certains types de passerelles fixes ou mobiles des équipements autonomes de production d'énergie 400 Hz. Les équipements font alors appel à la technologie des convertisseurs statiques qui sont fixés aux passerelles ou installés à l'intérieur de locaux abritant par exemple les pompes hydrauliques.

II.5.4.2 - Air comprimé

Il est possible d'adjoindre également aux passerelles les équipements de distribution d'air comprimé utilisé pour le démarrage des moteurs. L'air comprimé, produit dans une centrale, est ensuite distribué vers les postes par un réseau de canalisations en acier.

Des conduits télescopiques dans le cas des passerelles mobiles, amènent l'air comprimé jusqu'à l'extrémité des passerelles où ils alimentent deux tuyaux flexibles (deux tuyaux étant nécessaires pour l'alimentation des gros-porteurs).

II.5.4.3 - Air climatisé

La production centralisée d'air climatisé, et sa distribution vers les avions par l'intermédiaire des passerelles peut également être réalisée.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE PASSERELLES



Equipements sur passerelle à Zürich-Kloten.

II.5.4.4 - Réseaux multi-services encastrés

Le service des appareils en escale peut être réalisé par l'intermédiaire d'un système complet de distribution encastré dans les aires de stationnement et assurant en tout ou partie :

- l'alimentation en énergie 400 Hz ;
- l'alimentation en eau potable ;
- la vidange sanitaire ;
- l'alimentation en air conditionné ;
- l'alimentation en air comprimé ;
- la lutte contre l'incendie ;
- l'avitaillement en carburant.

Une centrale de distribution abrite les pompes, les compresseurs, les convertisseurs de fréquence 400 Hz, les équipements de traitement de l'eau potable, ... La gestion de l'ensemble du système (technique et économique) peut être réalisée depuis ce local abritant dans ce cas un microprocesseur.

La distribution aux aires de stationnement est ensuite assurée par un réseau encastré de canalisations spécifiques à chaque fluide, aboutissant dans des coffrets encastrés dans les aires.

En fonction de la population d'avions admise sur l'aire de stationnement, il peut être nécessaire de multiplier le nombre de certains coffrets à encastrer. L'utilisation de ce type de système impose une précision de stationnement des avions de l'ordre de 0,50 m à 1 m.

les passerelles et leur environnement

III.1 - Passerelles et aérogares

Les liaisons avec l'aérogare depuis la passerelle se font :

- soit directement avec le bâtiment,
- soit par l'intermédiaire d'une pré-passerelle.

III.1.1 - PRINCIPES A RESPECTER

Les principes à respecter sont de deux ordres :

- principes fonctionnels
- principes de conception.

III.1.1.1 - Principes fonctionnels

Les passagers empruntant une passerelle ont normalement subi un contrôle de sûreté.

L'accès aux passerelles depuis une zone publique de l'aérogare doit donc être strictement interdit, les passerelles se situant en zone stérile. Il ne doit y avoir :

— aucun circuit accessible aux passerelles par les passagers leur permettant de contourner les filtres,

— aucune possibilité d'échange, quel qu'il soit, entre personnes contrôlées et personnes non contrôlées.

Ainsi, les couloirs d'embarquement éventuels et les pré-passerelles doivent être étudiés pour éviter tout mélange de passagers de vols où le contrôle de sûreté a été effectué, avec des passagers de vols où le contrôle n'a pas été effectué, même si ces vols ont le même régime.

De même, les passagers sous sûreté au départ ne doivent avoir aucun contact avec les passagers à l'arrivée si ces derniers sont originaires de vols pour lesquels le contrôle de sûreté n'a pas été effectué ou n'est pas suffisamment fiable (Annexe 17 de l'O.A.C.I.).

Un problème peut se poser pour les passagers en transit ou en correspondance : même si ceux-ci ont en principe subi un contrôle de sûreté dans leur aéroport de départ, il peut être nécessaire (et cela est recommandé par l'O.A.C.I.) de leur en faire subir un nouveau pour les raisons suivantes :

— Les passagers en transit national-international, donc en provenance d'un vol national. n'ont pas déjà nécessairement subi ce contrôle de sûreté,

— le contrôle de sûreté n'est pas toujours fiable pour les vols originaires de l'extérieur.

D'autre part, pour les contrôles transfrontières, même si des dérogations peuvent être accordées, les règles sont les suivantes :

— pour les vols de France vers l'étranger, avec escales intermédiaires en France, les contrôles transfrontières des passagers sont en principe effectués sur le dernier point du territoire français touché par les passagers, c'est-à-dire dans la dernière aérogare d'escale en France,

— pour les vols de l'étranger sur la France avec escales intermédiaires en France, c'est l'inverse : les contrôles transfrontières sont en principe effectués sur le premier point du territoire français touché par les passagers, c'est-à-dire dans la première aérogare d'escale en France.

Enfin l'embarquement et le débarquement des handicapés doivent être pris en compte lors de l'aménagement des passerelles. Il est souhaitable que ceux-ci puissent emprunter le circuit normal des passagers.

III.1.1.2 - Principes de conception

Ces principes de cheminement des passagers imposent des contraintes qui peuvent s'avérer coûteuses en investissement et pénalisantes en exploitation, toutefois les principes suivants devraient être observés :

- traitement de tous les circuits possibles des passagers, même si la séparation nette des circuits arrivée et départ et le problème du transit peuvent amener à créer des surfaces supplémentaires dues à la construction de couloirs, d'escaliers, etc.

- cheminement le plus simple et le plus direct possible pour le passager entre l'entrée dans la salle d'embarquement et l'avion,

- organisation des salles d'embarquement et des portes d'embarquement en fonction des avions à traiter aux passerelles et de la capacité de ces avions. On veillera notamment à offrir aux passagers une surface suffisante et dégagée devant les portes d'embarquement,

- les changements de niveau pour les passagers au départ devront être évités ou en tout cas pouvoir se faire par un escalier mécanique, (doublé d'un ascenseur accessible aux handicapés) ou par une pente faible, si possible en descente.

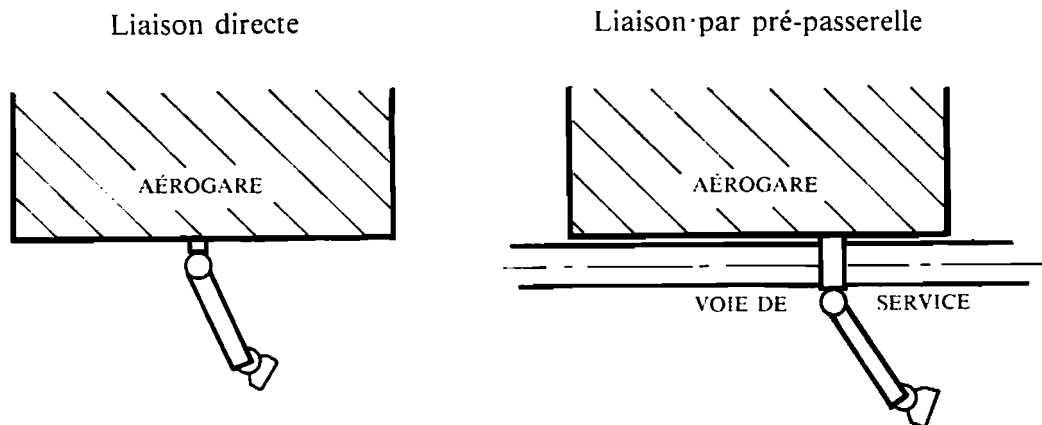
III.1.2. - LIAISONS PASSERELLES-AÉROGARE

Les liaisons passerelles-aérogare concernent :

- les liaisons au départ entre salles d'embarquement et passerelles,

- les liaisons à l'arrivée entre passerelles et zone arrivée de l'aérogare.

Soit ces liaisons sont directes, soit elles sont assurées par des pré-passerelles.



III.1.2.1 - Liaison directe

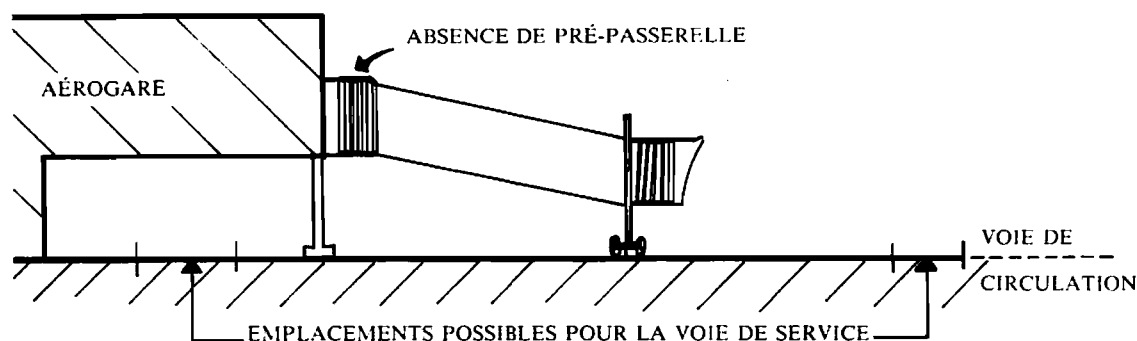
Parfois, la passerelle est reliée directement au bâtiment au niveau de sa rotonde (ou antichambre).

Cette disposition permet :

- de réduire la profondeur de l'aire de stationnement,
- de réduire la longueur du cheminement du passager.

Toutefois, ce principe crée le problème de l'implantation de la voie de service, qui se situe alors soit :

- sous l'aérogare, ce qui crée une contrainte architecturale,
- derrière l'aire de stationnement, causant un risque de conflit entre les véhicules et les avions, et obligeant les véhicules à marquer un arrêt au niveau de chaque poste de stationnement,
- sous la passerelle, réduisant alors le gabarit lors de l'accostage d'avions petits-porteurs.



III.1.2.2 - Liaison par pré-passerelle

III.1.2.2.1 - Justifications

Les pré-passerelles constituent des excroissances du bâtiment aérogare vers l'aire de stationnement pour le relier aux passerelles.

Elles se trouvent justifiées pour les raisons suivantes :

- nécessité de dégager, sur la largeur de la voie de service en front d'aérogare, un gabarit suffisant pour le passage des véhicules évoluant sur l'aéroport (les véhicules les plus contraignants sont indiqués au § III.2.5, page 69) ;
- remplacement d'une partie de la passerelle par cette pré-passerelle plus économique.

LES PASSERELLES ET LEUR ENVIRONNEMENT



◀ Passerelle reliée directement à l'aérogare à Paris Orly Sud (voie de service sous passerelle)

► Liaison par pré-passerelle à l'aéroport de Marseille. (Ces pré-passerelles sont mobiles)



◀ Voie de service derrière l'aire de stationnement à New York Kennedy.

CHAPITRE III

III.1.2.2.2 - Conception

La pente d'une pré-passerelle, accessible par les handicapés ne devrait pas dépasser 5 % et ne doit jamais dépasser 10 %.

Remarque 1 : Bien que les passagers handicapés soient accompagnés dans les pré-passerelles, une pente inférieure à 5 % leur permet de rester autonome jusqu'à l'avion dans la plupart des cas. En effet le cheminement dans l'aérogare est normalement prévu pour cela, et la pente dans les passerelles est souvent faible (cas des avions gros-porteurs en particulier).

Remarque 2 : Pour le confort du passager une pente descendante est préférable à une ascendante.

La largeur utile est la principale caractéristique d'une pré-passerelle.

Pour déterminer celle-ci, il faut prendre en compte :

- les volumes des flux de passagers
- le nombre de passerelles qui s'y raccordent et les différentes natures de flux de passagers à écouler.

III.1.2.2.3 - Influence du volume des flux de passagers

Le volume des flux de passagers à l'embarquement influence la conception.

En effet, du fait de l'installation progressive des passagers dans la cabine de l'avion, le débit d'entrée à la porte d'un avion est considérablement réduit et une zone de congestion peut se former dans la passerelle et même dans la pré-passerelle.

Dans le cas où des escaliers sont prévus pour accéder à la pré-passerelle, ceux-ci, ainsi que la largeur de la pré-passerelle, devront être tels que la longueur estimée de la queue formée par les passagers ne viennent pas empiéter sur ces escaliers.

Par exemple, si on estime à environ 150 les passagers d'un A 300 en attente dans la passerelle ou pré-passerelle, pour une largeur utile de celles-ci de 1,60 m, et pour une occupation de 0.3 m² par personne, la longueur moyenne de la file serait de 28 m (avec deux passagers de front). Pour une largeur utile plus faible (un seul passager de front) la longueur de la file atteindrait 60 m.

III.1.2.2.4 - Influence du nombre de passerelles reliées à la même pré-passerelle

— Cas d'une seule passerelle par pré-passerelle :

Un seul flux de passagers, soit départ, soit arrivée est à considérer.

Le débit est évidemment régulé par le débit de sortie à la porte de l'avion. 1,50 m à 1,80 m est une largeur acceptable (dans la pré-passerelle) pour 2 passagers avec des bagages à main.

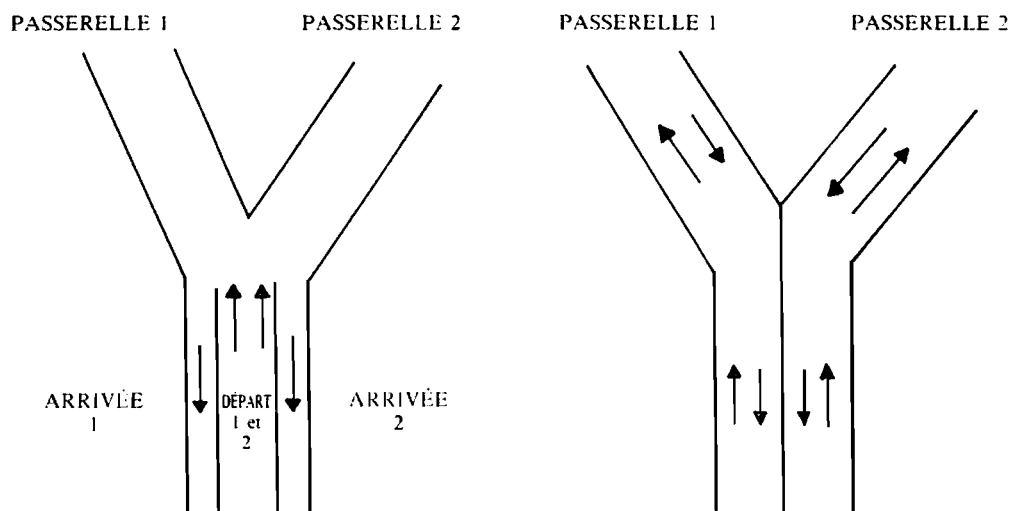
— Cas de deux passerelles par pré-passerelle :

Pour deux passerelles desservant deux avions les différents cas de figure sont les suivants :

	Première passerelle	Deuxième passerelle
(1)	Embarquement	Embarquement
(2)	Débarquement	Débarquement
(3)	Embarquement	Débarquement
(4)	Débarquement	Embarquement

Pour le cas (2), les passagers débarquant simultanément des 2 passerelles peuvent être regroupés s'ils sont sous le même régime (national ou international).

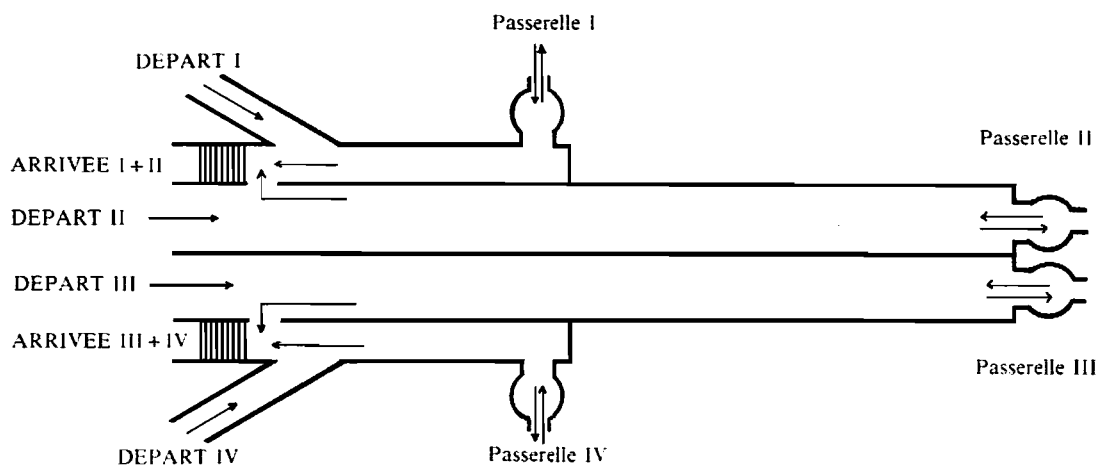
S'il faut éviter les croisements de flux, les deux schémas suivants sont possibles.



La largeur utile (pour la section courante de la pré-passerelle) sera évaluée sur la base citée plus haut, soit 1,50 m à 1,80 m par flux de passagers.

— Cas de trois passerelles (ou plus) par pré-passerelle :

Ce système complique la séparation des circuits en multipliant le nombre de couloirs et donc la largeur totale des pré-passerelles.



III.1.2.2.5 - Pré-passerelles mobiles

Les pré-passerelles sont en général fixes, voire intégrées au bâtiment. Cependant, des concepts différents existent ou sont envisagés :

— des pré-passerelles à déplacement vertical permettant de relier la rotonde de la passerelle à différents niveaux de l'aéroport (un niveau départ et un niveau arrivée par exemple) ;

— des pré-passerelles télescopiques ; la rotonde de la passerelle correspondante se déplaçant sur des rails (cas des pré-passerelles de l'aéroport de Marseille).

LES PASSERELLES ET LEUR ENVIRONNEMENT



◀ A Marseille
chaque passerelle est
reliée à une pré-passerelle.

▶ A Lyon-Satolas deux
passerelles sont associées
à chaque pré-passerelle.



◀ A Toronto
4 passerelles (semi-fixes)
correspondent à
chaque pré-passerelle.

III.1.3 - LES AMÉNAGEMENTS DE L'AÉROGARE

Ce sont :

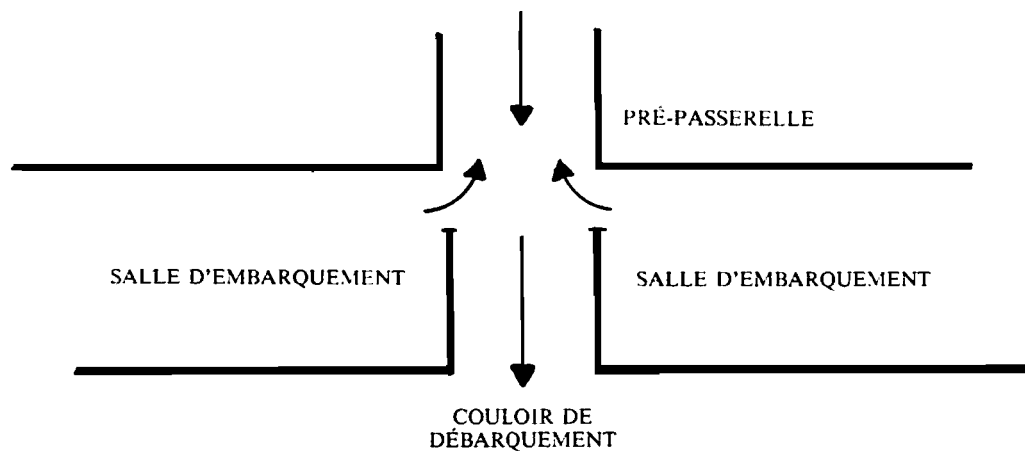
- les couloirs d'embarquement et de débarquement,
- les escaliers ou rampes inclinées de changement de niveau.

III.1.3.1 - Les couloirs

Pour accéder aux pré-passerelles (ou directement aux passerelles), il est parfois nécessaire de créer des couloirs au-delà des portes d'embarquement soit parce que la disposition de ces portes l'impose, soit pour desservir des passerelles excentrées par rapport à la salle d'embarquement.

Ces couloirs d'embarquement sont « dévoreurs » de surfaces et peuvent allonger le trajet du passager mais sont parfois imposés par le parti de l'aérogare.

Les couloirs de débarquement, situés après la pré-passerelle, servent à séparer les passagers à l'arrivée des passagers au départ attendants en salle d'embarquement.



III.1.3.2 - Les escaliers

Remarque préliminaire : à tout changement de niveau non utilisable par les handicapés, doit correspondre un circuit qui leur est adapté (ascenseur par exemple).

Deux types d'escaliers sont à considérer :

— les escaliers « départ » :

Les passagers, après la porte d'embarquement, les utilisent pour accéder à la pré-passerelle.

Ils doivent si possible être évités pour des raisons de confort. Toutefois dans les cas suivants : aérogare existante, salle d'embarquement au niveau du sol, il peut ne pas y avoir d'autre possibilité. Un escalier mécanique permettra d'améliorer la qualité de service.

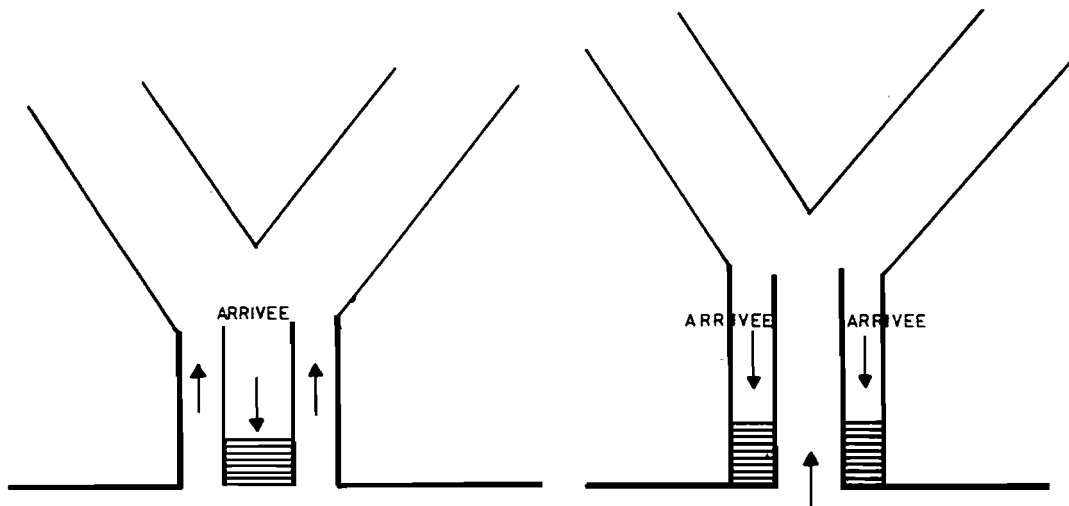
— les escaliers « arrivée » »

Plus classique, ils permettent au passager à l'arrivée d'accéder au niveau « arrivée » de l'aérogare (cas des aérogares à 1 niveau 1/2 et à 2 niveaux de passagers).

Si les escaliers « arrivée » peuvent se situer après les couloirs de débarquement, il est souvent préférable de les placer entre la pré-passerelle et l'aérogare pour :

- séparer le plus tôt possible les différents circuits,
- obtenir un gain de surface par réduction des couloirs,
- simplifier les circuits des passagers.

Dans le cas de plusieurs passerelles par pré-passerelle, il est intéressant de multiplier les escaliers.



La largeur utile de ces couloirs et escaliers sera évalué comme pour les pré-passerelles.

Les escaliers « arrivée » peuvent ne pas être mécanisés.

III.1.3.3 - Les rampes inclinées

Des rampes inclinées extérieures à l'aérogare peuvent se substituer aux escaliers pour économiser de la surface construite.

Leur pente maximale sera identique à celle des pré-passerelles.

La voie de service devra généralement être située au-delà de ces rampes pour conserver un gabarit suffisant.

Exemple : rampes inclinées mises en place dans la jetée A de Zürich-Kloten.

Ces rampes relient les niveaux départ et arrivée de la jetée à la rotonde de la passerelle.

La pente est d'environ 10 %, mais en descente à l'arrivée comme au départ.

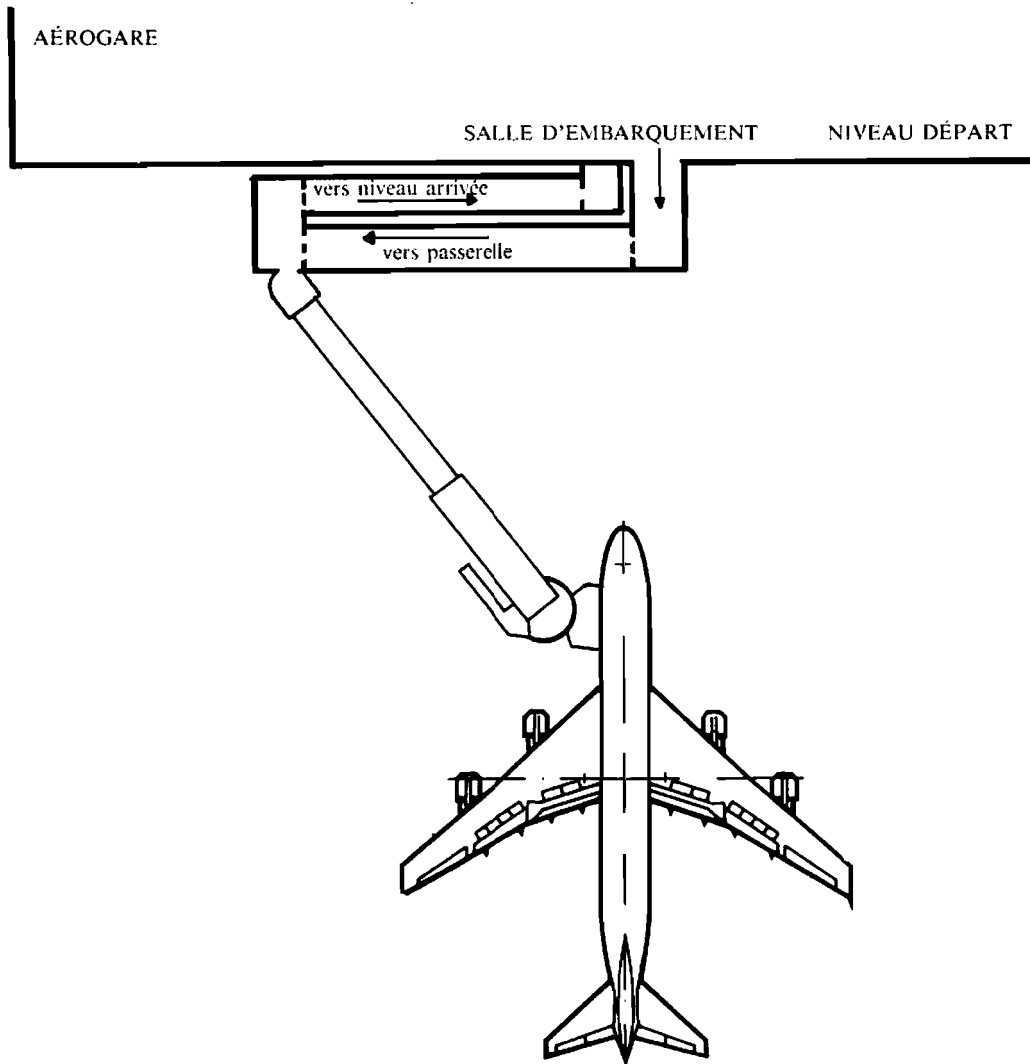
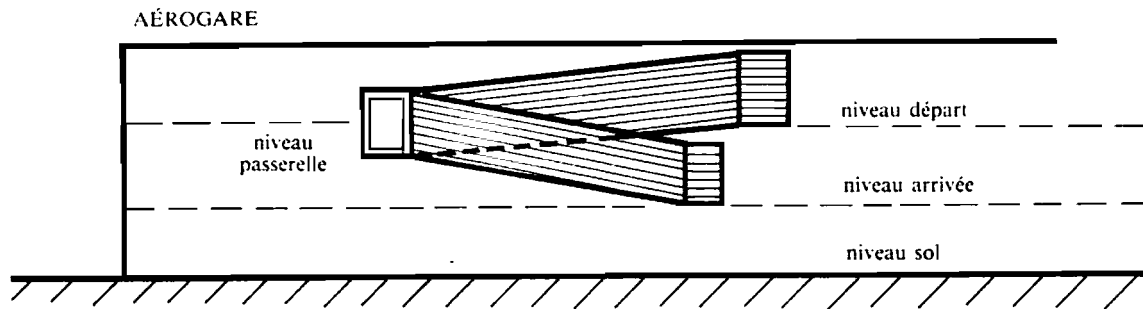
La photo ci-dessous, et les schémas de la page suivante illustrent cet exemple.



A Zürich-Kloten la répartition des passagers arrivant et partant se fait au niveau des pré-passerelles inclinées.

LES PASSERELLES ET LEUR ENVIRONNEMENT

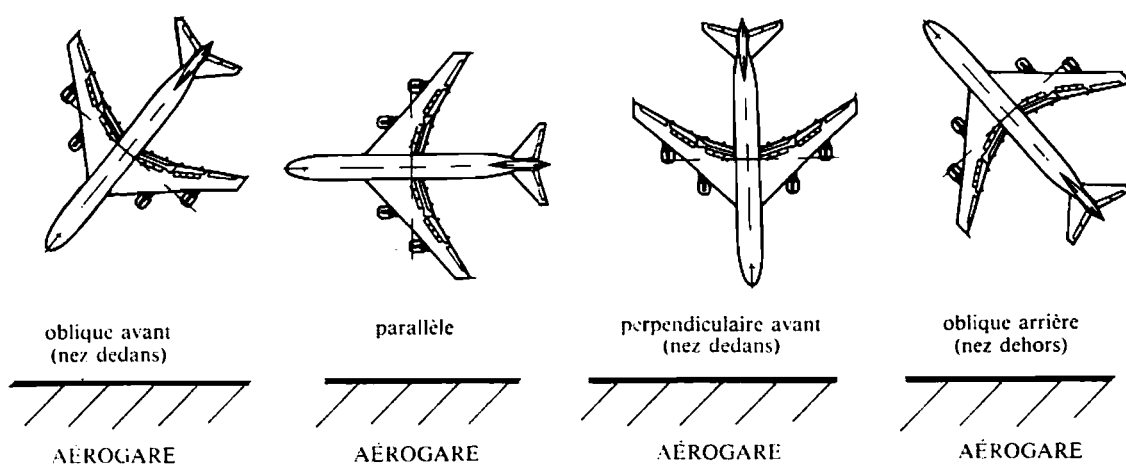
Schéma des rampes inclinées de Zurich Kloten :



III.2 - Passerelles et aires de stationnement

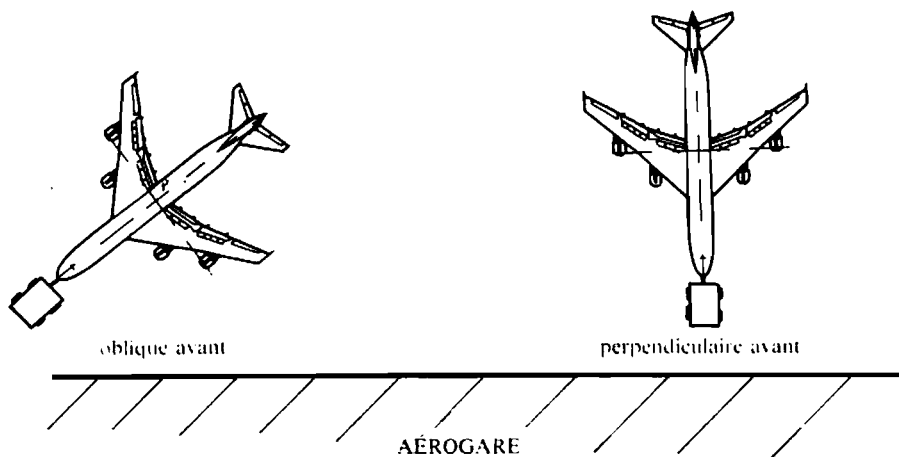
III.2.1 - RAPPEL DES DIFFÉRENTS TYPES DE STATIONNEMENT

— Stationnement en manœuvre autonome :



— Stationnement en manœuvre poussée :

L'avion est alors généralement en stationnement le nez vers l'aérogare.



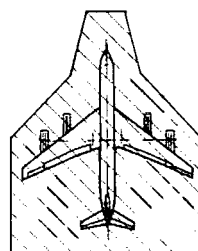
III.2.2 - DIMENSIONS ET SURFACES DES POSTES DE STATIONNEMENT

Les dimensions et la surface des postes de stationnement dépendent :

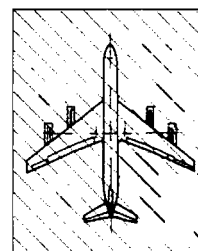
- du type de stationnement retenu,
- des types d'avions
- du mode de desserte des avions (par bus, à pied, par passerelle)
- de l'équipement des aires (avitaillement par oléoréseau ou par camion, barrières anti-souffle, éclairage, équipements fixes)
- de la forme de l'aérogare

Il convient donc de distinguer :

- la **surface minimale** du poste par type d'avion
- la **surface réelle** tenant compte de tous les facteurs précédents
- la **surface caractéristique** : surface moyenne d'un poste unique
- la **surface totale** comprenant en plus :
 - les zones de stockage du matériel
 - les voies de circulation



Surface minimale



Surface caractéristique

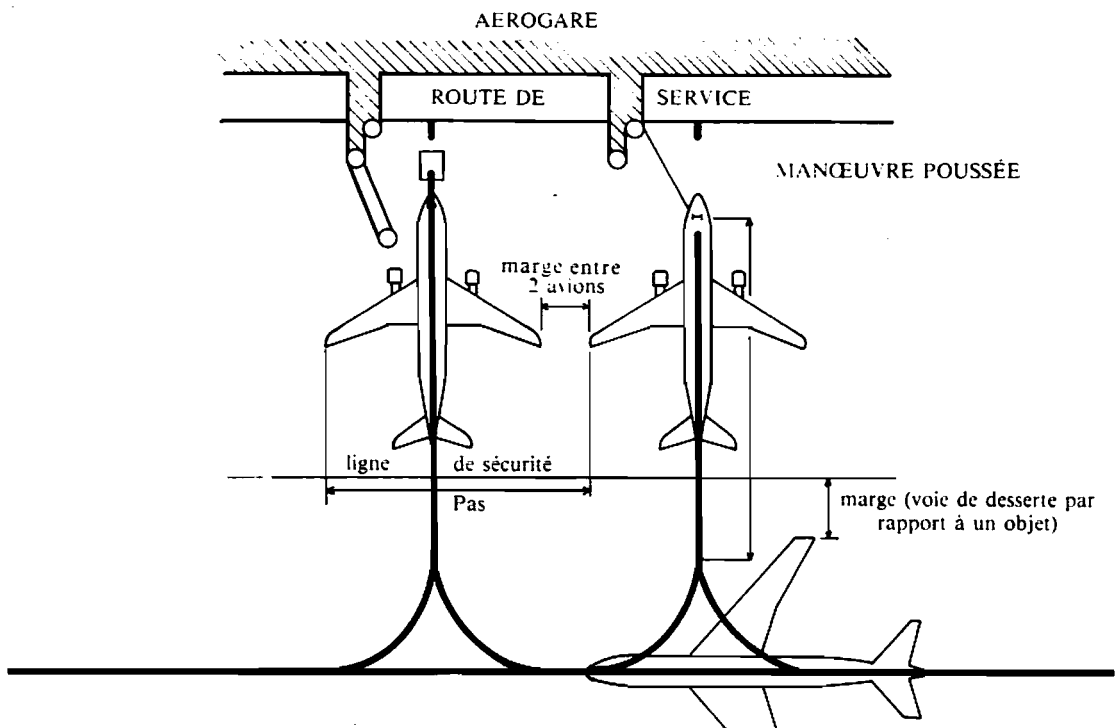
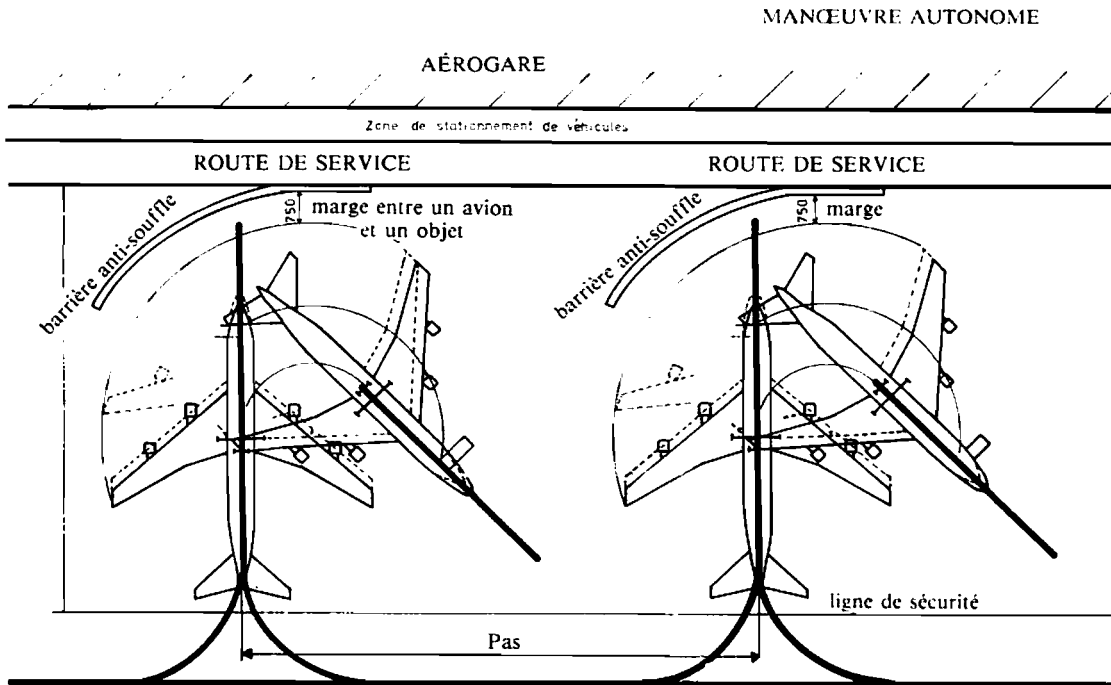
Approximativement, pour obtenir la surface totale, il convient d'ajouter 50 % à la surface réelle.

III.2.2.1 - Tableau des surfaces caractéristiques par famille d'avions

Familles	Avions	Capacité moyenne en passagers	Surface caractéristique (m ²)	
			Oblique arrière à 45° (autonome)	Perpendiculaire avant (poussée)
F1	B747-400, A340, A330	400	7 200	5 600
F2	DC10, L1011, DC863, A300B	280	5 000	3 700
F3	B767, A310, B707, B757	240	4 200	3 400
F4	CAR12, B727, A320, B737	150	3 000	2 400
F5	F27, F28, ATR42	< 80	1 500	—

Remarque 1 : Toutes les valeurs sont arrondies.

Remarque 2 : La surface caractéristique indiquée correspond à l'avion le plus exigeant de chaque famille. De la sorte, l'approximation faite en assimilant entre eux les postes d'une même famille est par excès. L'erreur maximale qui peut être ainsi commise est de l'ordre de 20 % pour F2, 25 % pour F3, 30 % pour F4.

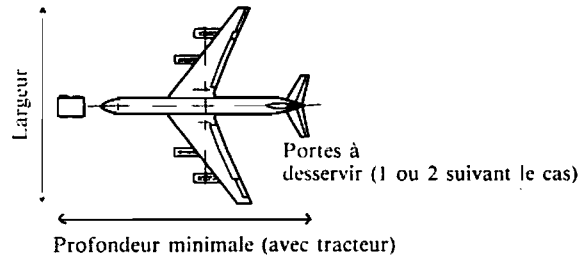


III.2.2.2 - Dimensionnement des postes équipés de passerelles

L'implantation des passerelles et donc le plan de stationnement sont fonction des différents types d'avions qui devront desservir le poste et du type de passerelle choisi.

— L'avion de plus grande longueur et de plus grande envergure indique :

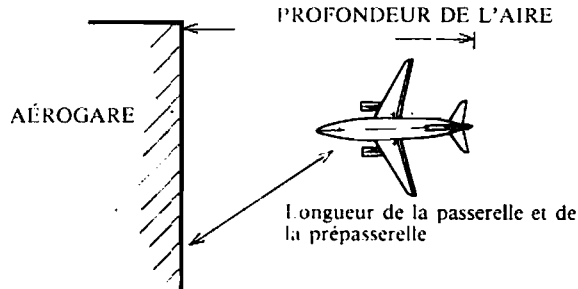
- la largeur minimale du poste,
- la profondeur minimale de l'aire de stationnement : profondeur = longueur (avion + tracteur),
- la passerelle doit être capable de desservir les portes de cet avion.



Le schéma d'implantation des portes est donné pour différents avions dans l'annexe 1.

— L'avion au plancher le plus bas permet de fixer la longueur et la disposition de la ou des passerelles pour que la pente dans la galerie soit admissible (10 % à 12 % au maximum).

Ceci fixe une autre profondeur minimale de l'aire de stationnement.

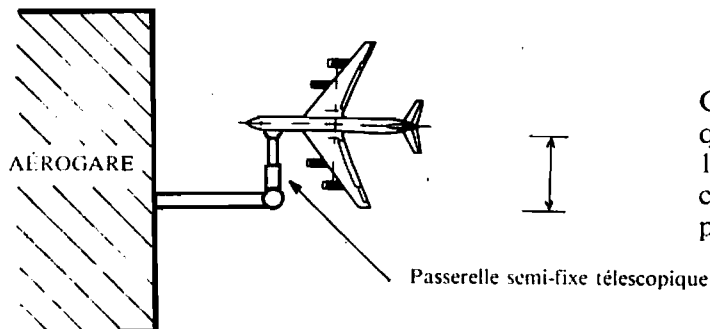


— Les autres avions peuvent amener des contraintes supplémentaires. Il convient donc de vérifier cette implantation pour chaque type d'avion.

Remarque :

Un avion de faibles dimensions peut parfois imposer une contrainte à la largeur du poste de stationnement :

Exemple : implantation d'une passerelle semi-fixe télescopique.



Cette distance doit être telle que la pente soit inférieure à 10 %, ce qui indique une condition pour la largeur du poste.

III.2.3 - PROFIL EN TRAVERS DES AIRES

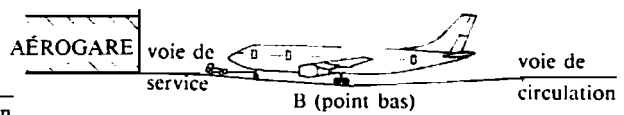
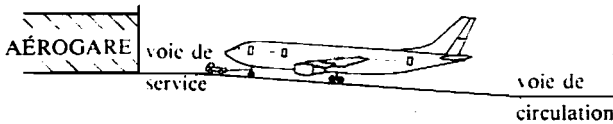
D'une façon générale la pente des aires doit être inférieure à 1 ‰ sur les aérodromes de catégorie A ou B.

Une pente descendante devrait être prévue dans le sens de départ de l'avion, considéré centré sur l'axe du train principal (I).

III.2.3.1 - Différents profils en travers possibles

1 : Cas recommandé

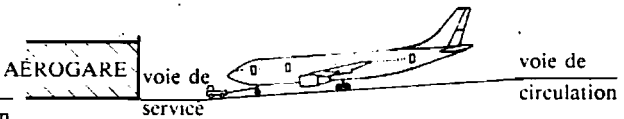
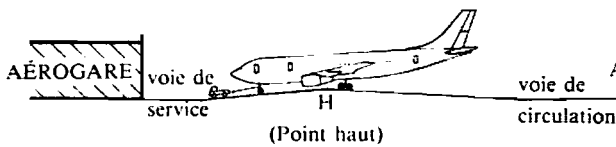
2 : Cas envisageable sous certaines conditions



3 : Cas envisageable mais risque d'accumulation d'eau devant les bâtiments

4 : Cas à éviter :

Le tracteur risquant de patiner au démarrage du fait : du poids de l'avion, du démarrage éventuel des réacteurs, du manque d'adhérence (lestage insuffisant, mauvaises conditions climatiques)

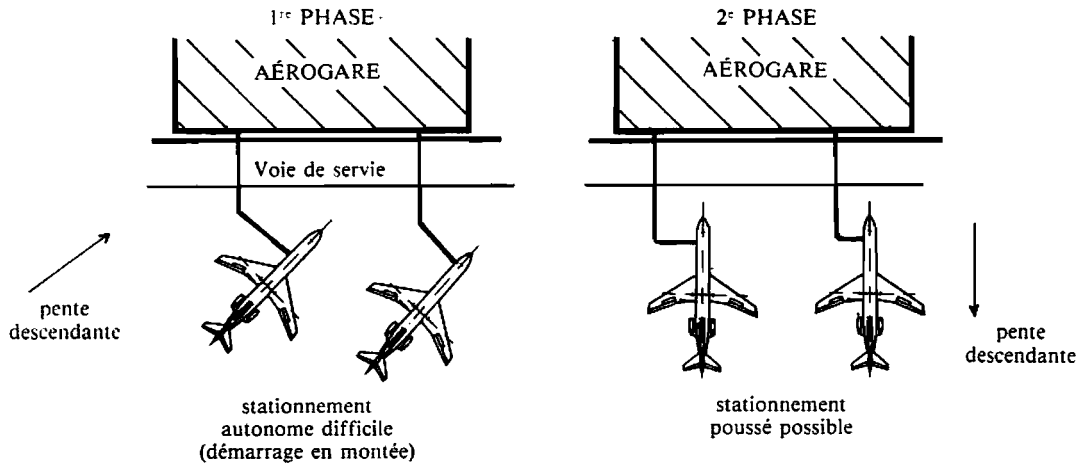


PROFILS EN TRAVERS ADMISSIBLES EN FONCTION DE LA MANŒUVRE				
MANŒUVRE	TYPE DE PROFIL EN TRAVERS			
	1	2	3**	4
Poussée	Convient	Convient si $B < I < \text{Aérogare}$	Convient si $H < I < \text{Voie de circulation}$	Ne convient pas
Autonome avant (oblique ou perpendiculaire)	Ne convient pas	Ne convient pas	Convient si $H < I < \text{Aérogare}$ (mais autres problèmes alors)	Ne convient pas
Autonome parallèle	Profil en travers sans importance mais remarque identique pour le profil en long			
Autonome oblique arrière	Convient	Convient	Convient mais barrières anti-souffle indispensables	Ne convient pas

** : 3 convient sous réserve d'une bonne évacuation des eaux.

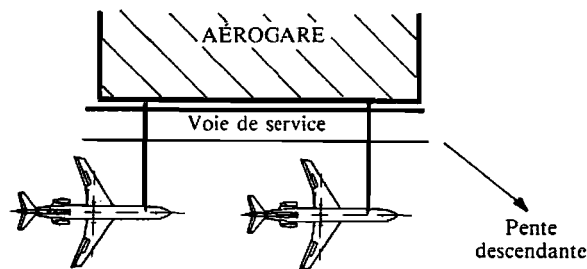
III.2.3.2 - Modification du plan de stationnement au cours du temps

Ces éléments peuvent être incompatibles avec la modification du plan de stationnement, avec passerelles, au cours du temps, comme illustré ci-dessous :



Suivant la valeur de cette pente plusieurs solutions sont envisageables pour remédier à cette incompatibilité :

a) stationnement parallèle à l'aérogare, en 1^{re} phase ; mais le linéaire de l'aérogare doit alors être plus important ainsi que le pas des passerelles.



b) préférence donnée à la 2^e phase et précautions particulières prises pendant la 1^{re} :

- augmentation des marges de sécurité pour prévenir un éventuel glissement de l'avion au départ,
- protection renforcée contre le souffle des réacteurs au démarrage.

c) abandon de la 1^{re} phase.

Remarque :

Ce problème ne se pose pas s'il n'y a pas de passerelle en 1^{re} phase, le stationnement pouvant alors être autonome nez-dehors.



◀ *Au niveau des zones de stationnement des essieux, une structure bétonnée a remplacé la chaussée souple à Lyon-Satolas.*

▼ *En effet cette dernière n'avait pas supporté le poinçonnement.*



◀ *Pour réduire ce poinçonnement une solution consiste à multiplier le nombre de roues. Passerelles de Toulouse-Blagnac.*

III.2.4 - REVÊTEMENT DES AIRES

Les passerelles semi-fixes n'influencent pas le choix des aires.

En revanche, les chaussées rigides sont recommandées pour les passerelles mobiles afin de prévenir le poinçonnement.

Pour la même raison, le nombre de roues et leur écartement est un critère de qualité important des passerelles mobiles ; en outre des roues à surface lisse provoquent un arrachement moindre de la chaussée.

Le tableau ci-dessous indique des valeurs de charges de différentes passerelles.

	CHARGE SUR ESSIEU	PRESSION DES PNEUS
Passerelle mobile en acier de la génération 1970 (2 roues) type 23 - 35 m	44 tonnes	15 bars
Passerelle mobile en acier de la génération 1986 (4 roues) type 23 - 35m	Gain de 10 % environ 40 tonnes	6,5 bars
Passerelle mobile en aluminium (4 roues) type 23 - 35 m	Gain de 20 % environ 36 tonnes	6 bars

III.2.5 - GABARIT ET LARGEUR DES VOIES DE SERVICE

Le gabarit que l'on choisit pour les voies de service a les conséquences suivantes :

- choix du niveau de l'aérogare,
- choix des pentes dans les passerelles ou les pré-passerelles,
- possibilité de desservir ou non des avions de faible hauteur de plancher.

La largeur doit tenir compte des conditions de circulation (croisement, stationnement des véhicules,...).

Le tableau de la page suivante indique les dimensions d'exemples typiques des véhicules circulant sur un aéroport.

Le gabarit et la largeur de la voie de circulation doivent correspondre aux véhicules les plus contraignants retenus.



◀ Le gabarit de 3 m 70 est suffisant pour les camions commissariat de bord (Lyon-Satolas)

► Pour obtenir le gabarit de 3 m 70 il a fallu, à Toulouse-Blagnac, modifier l'habillage des pré-passerelles.



◀ A Lyon-Satolas un sens prioritaire de circulation a été institué à cause des poteaux de structure de la pré-passerelle qui réduisent la largeur libre de la voie de service.

LES PASSERELLES ET LEUR ENVIRONNEMENT

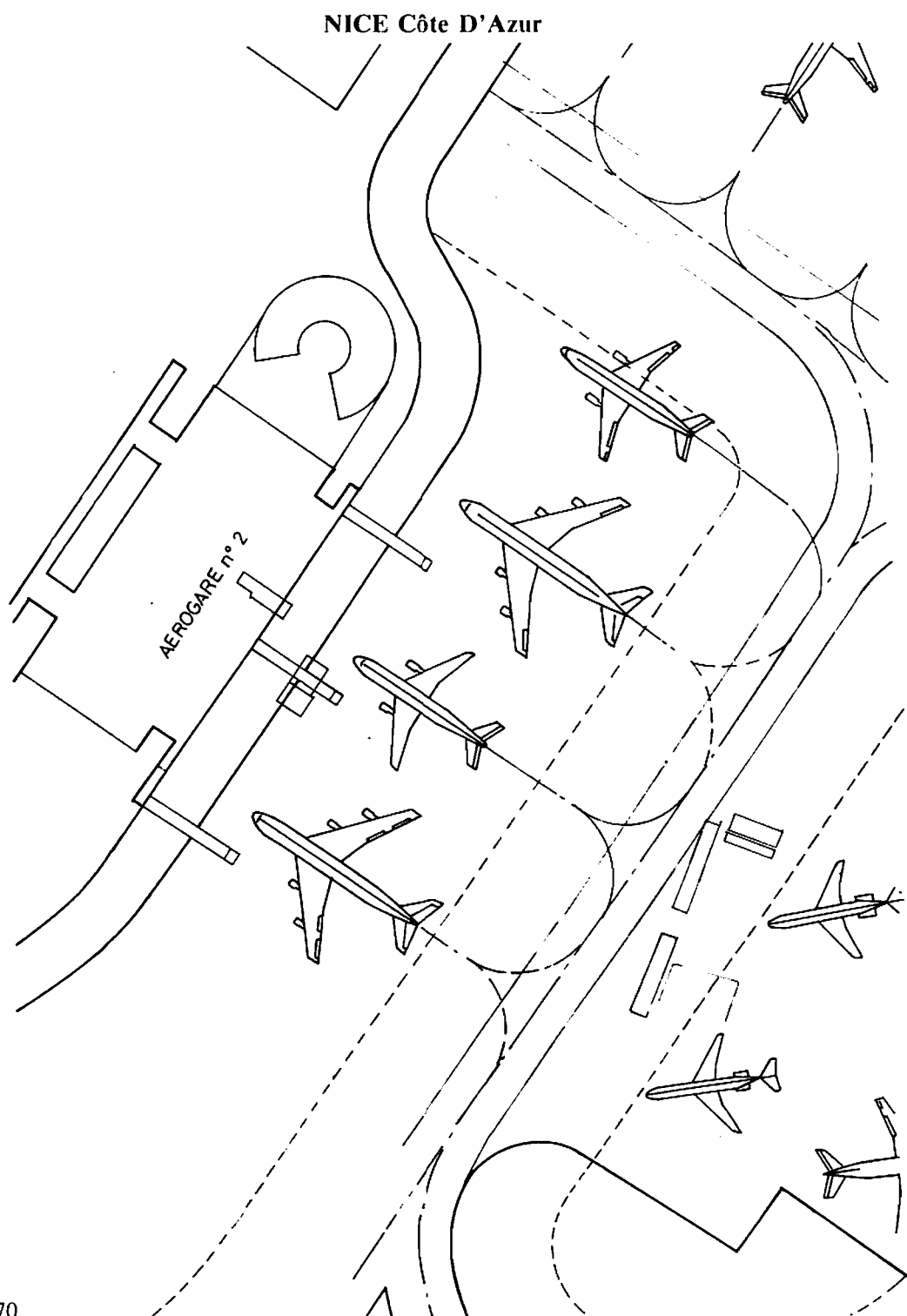
		TYPE	HAUTEUR MAXI (Position basse)	LARGEUR	LONGUEUR	PASSAGE SOUS PRÉ- PASSERELLE
VÉHI- CULES INCENDIE		Sidés/Faun VITGP	4 m 04	3 m	10 m 66	O
CAMIONS COMMIS- SARIAT		SOVAM CT30GS	3 m 60	2 m 50	9 m 70	X
CAMIONS AVITAIL- LEURS		30 0001 TITAN	3 m 05	2 m 50	15 m 50	O
		55 0001	3 m 90	2 m 40	16 m 95	O
		50 0001 NICOLAS	2 m 54	3 m 05	20 m	O
		80 0001	3 m 85	3 m	24 m	O
OLÉO- SERVEUR		0.2X120 m ³ /heure	2 m 40	2 m 65	7 m 95	X
E S C A B E A U X	Tractés	Type MERCURE DC8	3 m 05	1 m 50	7 m	X
		Type B747	3 m 90	2 m 50	9 m 10	X
	Auto- moteurs	Type CVL DC9	3 m	1 m 75	5 m	X
		Type MERCURE DC8	3m80 à 4m	2 m 10	7 m	X
		Type B747	3 m 80	2 m 50	11 m 50	X
CAMIONS FRET		Quadri-palettes	4 m 50	2 m 50	15 m 40	O
TRACTEURS		TRACMA TD 6000	2 m 10	2 m 10	3 m 90	X
		TD 18000	2 m 25	2 m 50	5 m 40	X
		TD 25000	1 m 90	2 m 80	9 m 55	X
GROUPES DEMARRAGE		140 KVA	2 m	2 m	3 m	X
MONTE- CHARGES		SOVAM PE200(747F)	3 m 70	4 m 60	11 m	X
		SOVAM PEB7	2 m 30	3 m 70	8 m 80	X
BUS		Classique urbain 100 pax	2 m 70	2 m 40	12 m 00	X
		Grande capacité spécial aéroport 150 pax	2 m 80	3 m 75	12 m 70	X
«AÉROBUS»		Véhicule « Help » (Handicapés)	3 m 80	2 m 50	9 m 15	X
		SOVAM ST 170	4 m 50	4 m 50	15 m 50	O
VIDE- TOILETTES		SIRAGA	2 m 27	2 m 30	6 m 35	X
EAU POTABLE		SIRAGA	1 m 20	1 m 51	4 m 55	X
VÉHICULE MAINTÉ- NANCE		SOVAM PA700	2 m 55	2 m 45	5 m 55	X

X : obligatoire

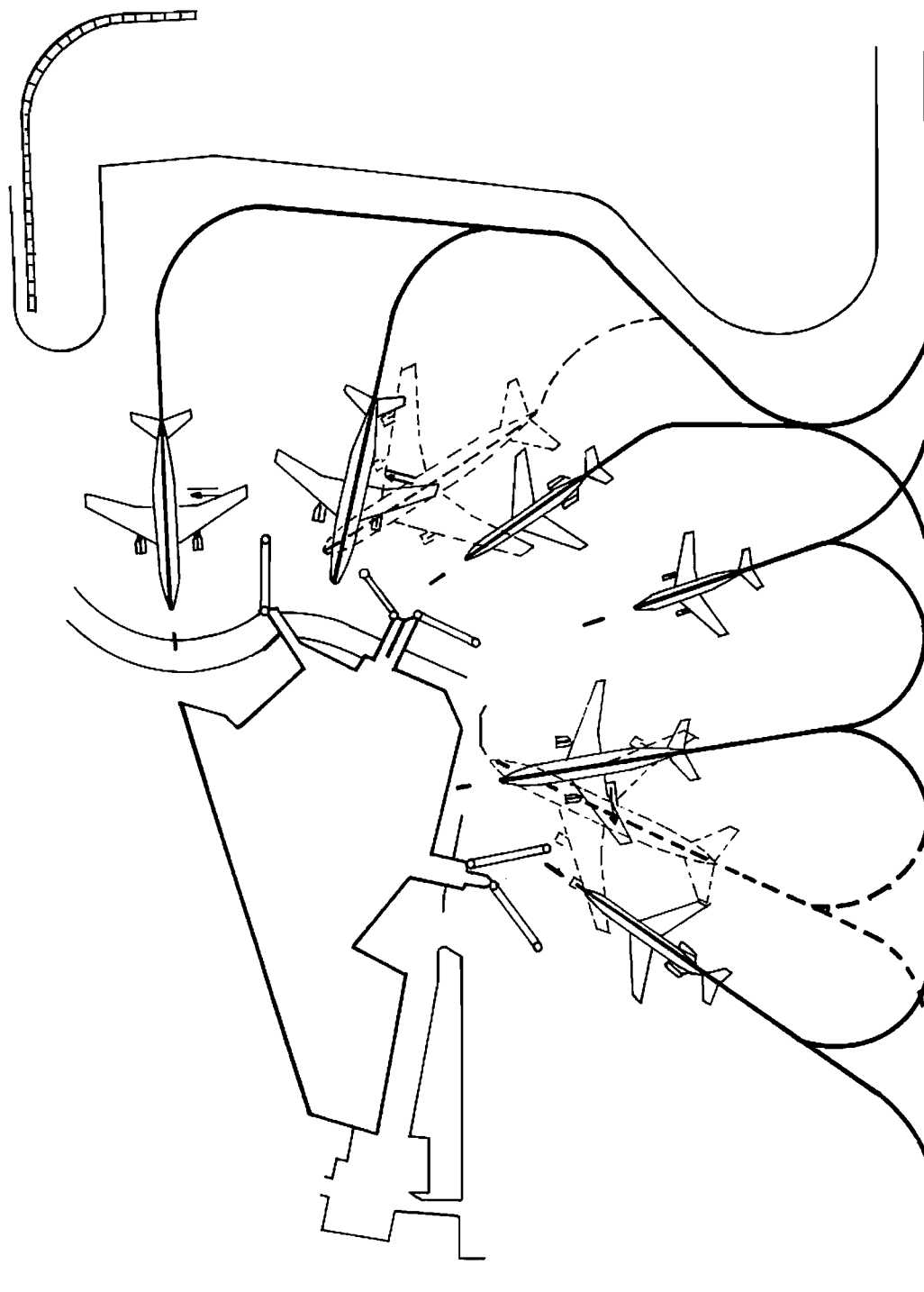
O : non obligatoire : passage éventuel à travers les aires de stationnement.

III.2.7 - EXEMPLES DE PLANS DE STATIONNEMENT AVEC PASSERELLES

Sont donnés ici à titre indicatif, les plans de stationnement de TOULOUSE-BLAGNAC et de NICE COTE D'AZUR (aérogare n° 2).



TOULOUSE Blagnac



III.3 - Moyens d'exploitation conséquents des passerelles

III.3.1 - GUIDAGE ET ACCOSTAGE DES AVIONS

Les systèmes de guidage et d'accostage, dont l'objet est d'assurer la sécurité des manœuvres et une mise en position précise des avions sur le poste de stationnement, doivent répondre aux recommandations de l'annexe 14 de l'OACI (chapitre 5.3.23) et permettre de satisfaire les besoins opérationnels indiqués à l'appendice 1 du manuel de conception des aérodromes de l'OACI (4^e partie).

Différents types de systèmes de guidage visuel pour l'accostage sont installés aux aéroports pourvus de passerelles fixes ou télescopiques à savoir :

— *les systèmes optiques ou visuels.* Ils sont basés sur les principes faisant appel à des propriétés optiques (faisceau, parallaxe, miroir,...). Les systèmes suivants sont à classer dans cette catégorie : BOLDS, BBT, ADP, AGNIS, PAPA, INOGON,... Ils sont d'une précision peu élevée du fait des principes de conception : le pilote doit tourner la tête pour examiner successivement la mire de guidage en azimut et l'indicateur de point d'arrêt. Ils ne respectent pas de nombreuses recommandations de l'OACI. Ces systèmes sont inadaptés à l'exploitation de passerelles semi-fixes ;

D'autre part, ces systèmes ne conviennent qu'à un faible nombre de types d'avion. L'accueil sur un poste de stationnement d'avions de types différents nécessite la multiplication des indicateurs de point d'arrêt ;

Cependant, ce sont les systèmes les plus répandus dans le monde, en raison notamment de leur faible coût d'achat et d'entretien. Ils peuvent facilement s'adapter à une modification de l'organisation des aires de stationnement.

— *les systèmes utilisant des feux et des détecteurs à boucle* d'induction, ou des senseurs pneumatiques noyés dans le revêtement des aires de stationnement.

Le pilote suit sur un panneau situé dans l'axe du poste de stationnement, la position de l'avion représentée par celle d'une maquette lumineuse. Le passage de la roulette de nez sur les senseurs pneumatiques, ou les boucles d'induction, est traduit sur ce panneau en signaux lumineux qui permettent par la succession de leur allumage, d'apprécier la vitesse de rapprochement vers le point d'arrêt. Ces systèmes (type SAFEGATE, RLG, PNEUTRONIC,...) respectent dans leur grande majorité les recommandations de l'OACI. Ils sont d'une précision de l'ordre de 20 cm pour les systèmes à induction, et de l'ordre de 50 cm pour les systèmes pneumatiques. Les systèmes utilisant les boucles d'induction conviennent particulièrement à l'exploitation de passerelles semi-fixes.

Ces systèmes, d'un coût relativement élevé à l'achat apparaissent être également coûteux en cas d'intervention sur les aires ou de modification de l'axe du poste de stationnement.

LES PASSERELLES ET LEUR ENVIRONNEMENT



◀ *Système optique de guidage à Toulouse-Blagnac.*

▼ *Système à boucles magnétiques à Birmingham (UK).*



◀ *Barre d'arrêt robotisée installée à Paris CDG Aériport n° 2.*

— *des systèmes utilisant les barres d'arrêt et les techniques de la robotique industrielle.*

Ils se partagent en deux familles :

— l'une simplement mécanique, consistant en l'utilisation pour chaque type d'avion d'une barre d'arrêt associée à une mire de guidage en azimuth installée dans l'axe du poste de stationnement. Le traitement de plus de 4 ou 5 types d'avion par poste de stationnement revêt une impossibilité physique liée à l'installation de nombreuses barres dans un espace restreint ;

— l'autre faisant appel à la robotique industrielle permettant de matérialiser le point d'arrêt de très nombreux types d'avion. La fonction guidage en azimuth peut être réalisée par l'exploitation d'une mire coimplantée avec la barrière matérialisant le point d'arrêt. L'accueil de très nombreux types d'avion est possible sur le même poste par l'exploitation d'un seul système de guidage et d'accostage.

Ces systèmes permettent de respecter dans leurs grande majorité les recommandations de l'OACI. La très grande précision d'accostage offerte par ces systèmes les rend particulièrement adaptés à l'exploitation des passerelles semi-fixes. Le système faisant appel à la robotique industrielle (UCRAFT de la société UGEC) permet, d'autre part, une gestion très souple des aires de stationnement.

TABLEAU COMPARATIF DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

SYSTÈMES	TYPE DE PASSERELLE ASSOCIÉE	MISE EN ŒUVRE	MOYENS A METTRE EN PLACE	PRIX D'ACHAT
Systèmes optiques ou visuels	mobile	simple	<ul style="list-style-type: none"> • un ensemble par type d'avion • système traitant 5 types d'avion 	12 000 F 220 000 F
Systèmes de détection	<ul style="list-style-type: none"> • semi-fixe • mobile 	lourde	1 par poste de stationnement	350 000 F
Systèmes avec barre d'arrêt	<ul style="list-style-type: none"> • semi-fixe • mobile 	simple	<ul style="list-style-type: none"> • mécanique : 1 barre par type d'avion • robot : un ensemble par poste 	70 000 F à 170 000 F (330 000 F pour 4 ou 5 types d'avion) 530 000 F

III.3.2 - LE POUSSAGE : LES TRACTEURS D'AVIONS

En stationnement en manœuvre poussée, les avions quittent le poste à l'aide de tracteurs de pistes spéciaux.

La gamme de ces tracteurs est modulée dans ses spécificités (puissances de tractage, type d'énergie, vitesse opérationnelle,...) afin de répondre aux besoins particuliers des aérodromes et de s'adapter aux différents types d'avions.

Les tracteurs d'avions effectuent deux types d'opérations souvent complémentaires :

— le poussage ou tractage de l'avion vers son aire de départ, située généralement à proximité de l'aérogare ;

— l'acheminement de l'avion entre des aires éloignées de l'aérodrome. Dans ce type d'opération, les tracteurs à vitesses élevées sont appréciés, puisqu'ils permettent un dégagement rapide des sites, évitant ainsi un ralentissement ou une perturbation du trafic.

Les tracteurs d'avions se regroupent en deux grandes catégories :

— ceux utilisant des barres de remorquage ;

— les tracteurs à pelles de conception récente.

La tendance est à la construction de tracteurs sans barre de tractage. En effet, cette solution évite l'achat d'une barre et la nécessité d'un personnel pour sa manutention. L'opérateur, sans quitter le volant de son tracteur, charge grâce à un système de vérins, la roue avant de l'avion. Un gain de temps et une simplification de l'opération de tractage en résulte. De plus, la technique de la pelle diminue les efforts exercés sur le train avant de l'appareil. Cet avantage est apprécié par les constructeurs d'avions.

Les tracteurs français dépourvus de barre de remorquage sont produits par SOVAM (qui propose des TPGV ou Tracteurs de Piste à Grande Vitesse) et SAXBY-TRACMA (avec depuis 1985 son modèle TAPR 260).

Une trentaine de grandes sociétés dans le monde produisent des tracteurs d'avions. Outre les deux spécialistes nationaux ci-dessus cités (SOVAM et SAXBY-TRACMA), 11 sociétés américaines (dont EAGLE BOB TAIL, KERSEY, DEVTEC, EQUI-TECH, INGERSOLL RAND, UTC,...) 4 britanniques (DOUGLAS, RELIANCE,...), 2 allemandes (SCHOPF et KRAUSS MAFFEI qui disposent du tracteur à pelle PTS 1), et 2 japonaises (KOMATSU et SHINKO), se distinguent pour les marchés nationaux.

CHAPITRE III



◀ Tracteur pour A300
à Lyon Satolas
(TD 18000)

▶ Tracteur pour B747
à Paris Orly
(TD 25000)



◀ Tracteur à pelle
à Paris CDG.

Des fabricants suédois (KALMAR et BT BOLLNAS), suisses (LIMESS), australiens (FOX), italiens (FRESIA) ou israéliens (ECHTMAN) proposent également des tracteurs.

Les qualités recherchées par les constructeurs sont les suivantes :

- une excellente manœuvrabilité ;
- la possibilité d'effectuer des mouvements avec douceur ;
- une grande visibilité et un confort pour le conducteur ;
- une adhérence élevée du tracteur sur le sol ;
- un moteur silencieux ;
- etc.

Les tracteurs d'avions sont propulsés à l'aide de moteurs à essence, diesel ou électrique (comme le TRACMA TE 20).

Les vitesses de déplacement sont de l'ordre de 10 à 15 km/h. Elles atteignent 45 km/h pour les tracteurs à pelle.

Les tracteurs de pistes peuvent être surbaissés afin d'autoriser leurs passages sous les ailes ou le ventre des avions.

Les capacités de tractages varient très sensiblement. Des puissances de 40 à 400 ch sont disponibles. La force au crochet atteint 25 000 da N pour le TD 25 000 de TRACMA. Les modèles TD 6 000, TD 10 000 et TD 18 000 développent respectivement 6 000, 10 000 et 18 000 da N.

Dans le cas des passerelles fixes, l'utilisation de tracteurs de poussage s'avère indispensable. Par contre, le recours à des passerelles mobiles permet dans certaines conditions de gestion des aires de s'en affranchir (manœuvre autonome).

Les avantages majeurs de l'opération de poussage de l'avion sur son aire de décollage sont la suppression de barrières anti-souffle situées à proximité de l'aérogare, l'atténuation des nuisances sonores, et le gain de place.

III.3.3 - BARRIÈRES ANTI-SOUFFLE

Des barrières anti-souffle sont généralement nécessaires dans le cas de la manœuvre autonome devant l'aérogare.

Une barrière anti-souffle est caractérisée par :

- sa hauteur,
- sa longueur,
- sa courbure.

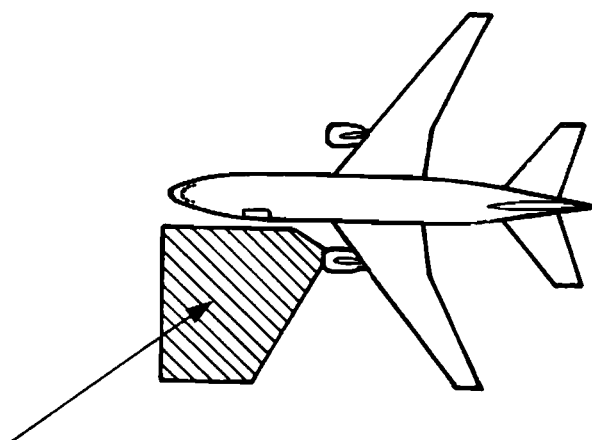
Ces éléments varient en fonction du type d'avion et de l'environnement du poste de stationnement.

III.3.4 - INTERFÉRENCE AVEC LES APPARAUX

Beaucoup d'appareils sont en place autour des avions ; c'est pourquoi concernant les passerelles, deux principes ont été retenus :

— elles doivent accoster les avions sur le côté gauche afin de libérer le côté droit pour les engins de frêt ou les camions de commissariat ;

— leur zone de manœuvre devrait être repérée sur les aires de stationnement (comme spécifié sur le document IATA : « Recommandation for ramp marking »), et représentée ci-dessous.



Dans cette zone toute circulation (et tout stationnement) devrait être prohibée.

étude comparative des systèmes de transfert aéroport-avions

IV.1 - Comparaison qualitative des passerelles et des autres systèmes de transfert

Les systèmes envisagés sont l'acheminement :

- à pied,
- par bus,
- par aérobus,
- par passerelle.

CHAPITRE IV

IV.1.1 - QUALITÉ DE SERVICE

Le confort du trajet aérogare-avion ressenti par le passager est une part importante de la qualité du service du transport aérien. Cette notion est caractérisée par différents aspects :

- la protection contre les intempéries,
- la longueur et la difficulté du cheminement (escaliers, pentes),
- l'impression de perte de temps, qui est due :
 - à la durée du cheminement entre la porte de l'aérogare et l'avion
 - au temps nécessaire pour embarquer ou débarquer la totalité des passagers
- la sécurité et la sûreté.

IV.1.1.1 - Protection contre les intempéries

Les aérobuses et les passerelles permettent de protéger complètement les passagers des intempéries.

Le transfert à pied les expose. Pour réduire cet inconvénient plusieurs remèdes sont envisageables :

- protéger les escaliers d'accès à l'avion,
- protéger les cheminements des piétons,
- fournir des parapluies aux passagers (solution adoptée dans les aéroports suisses).

Le transfert par bus améliore la situation ; si, de plus, les escaliers sont couverts la qualité de service est bonne.

IV.1.1.2 - Longueur et difficulté de cheminement

A pied, les distances suivantes correspondent à certains niveaux de confort :

$L < 30 \text{ m}$	Distance négligeable
$30 \text{ m} < L < 100 \text{ m}$	Distance acceptable
$100 \text{ m} < L < 300 \text{ m}$	Niveau de confort moyen
$L > 300 \text{ m}$	Mauvais niveau de confort

A partir d'un cheminement moyen de 100 m, le bus peut ainsi être envisagé et devient indispensable au-delà de 300 m.

Les passerelles et les aérobuses permettent de supprimer les montées et descentes d'escaliers. Les aérobuses permettent en plus d'éviter les pentes qui atteignent parfois 12 % dans les passerelles.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

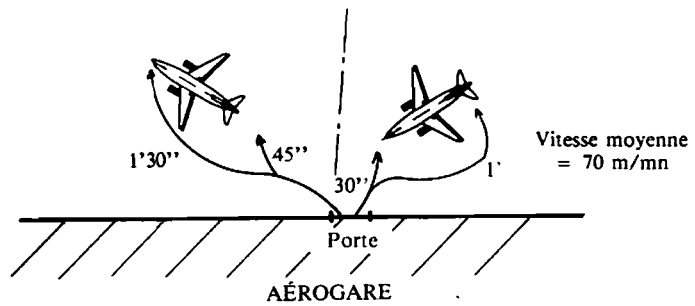


Bus élévateur à Paris CDG Aérogare n° 2.

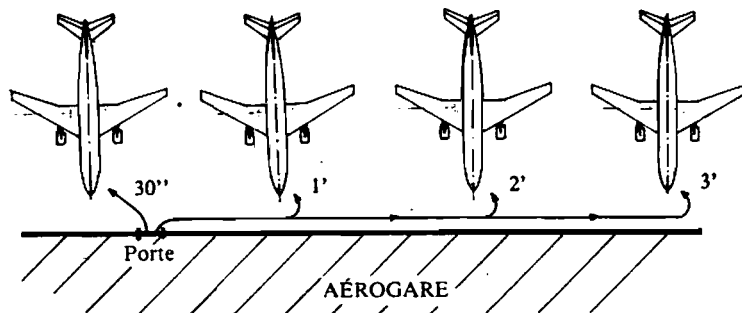
IV.1.1.3 - Durée du cheminement des passagers

La durée du cheminement entre la porte de l'aérogare et l'avion est très variable suivant la configuration de l'aéroport. Quelques exemples sont indiqués sur les schémas ci-dessous :

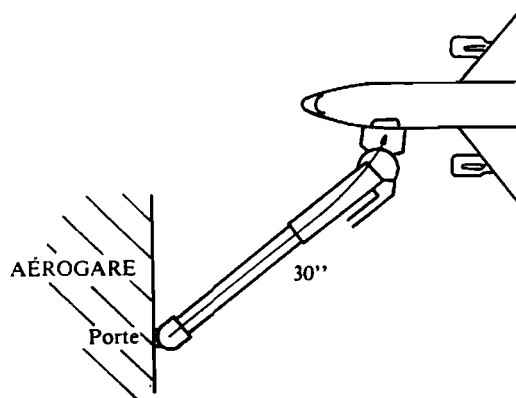
Exemple n° 1
Manœuvre autonome
Stationnement au plus près de la porte de l'aérogare



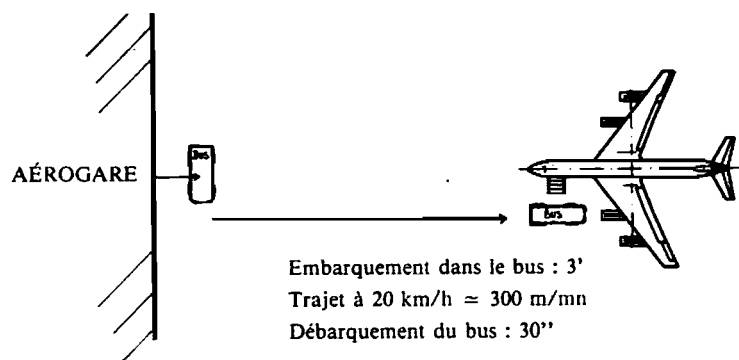
Exemple n° 2
Manœuvre poussée
Stationnement au contact



Exemple n° 3
Embarquement par passerelle



Exemple n° 4
Embarquement par bus ou aérobus



ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

Cette durée a plus ou moins d'importance suivant le type de vol ; le temps gagné sur le débarquement ou l'embarquement est un gain sur le trajet total :

$$\begin{aligned} \text{Trajet total} = & \textcircled{1} \text{ Transfert domicile - aéroport} \\ & + \textcircled{2} \text{ Déplacement dans l'aérogare et attente} \\ & + \textcircled{3} \text{ Temps d'embarquement} \\ & + \textcircled{4} \text{ Attente avant le départ de l'avion} \\ & + \textcircled{5} \text{ Temps de vol} \\ & + \textcircled{6} \text{ Temps de mise en place des escaliers ou des passerelles} \\ & + \textcircled{7} \text{ Temps de débarquement} \\ & + \textcircled{8} \text{ Temps de débarquement et d'attente dans l'aérogare} \\ & + \textcircled{9} \text{ Transfert aéroport - destination.} \end{aligned}$$

Un gain de temps obtenu à l'embarquement ou au débarquement est donc proportionnellement plus important :

— pour un vol national car les temps $\textcircled{2}$ et $\textcircled{8}$ sont plus réduits que pour un vol international.

— pour un vol de courte durée (temps $\textcircled{5}$ plus faible)

Exemple : Le tableau ci-dessous indique un ordre de grandeur de la répartition des différentes phases d'un voyage aérien.

	Durée relative des différentes phases d'un voyage aérien		
	Vol court-courrier	Vol moyen-courrier (international)	Vol long-courrier (international)
Transfert (domicile-aéroport) + (aéroport-destination)	1 h (40 %)	1 h (28 %)	1 h (9 %)
Aérogare (Départ + arrivée)	0 h 35' (23 %)	1 h (28 %)	1 h 30' (14 %)
Embarquement + Débarquement	0 h 10'*** (7 %)	0 h 10'*** (4 %)	0 h 10'*** (2 %)
Vol	0 h 45' (30 %)	1 h 30' (40 %)	8 h (75 %)
Total	2 h 30' (100 %)	3 h 40' (100 %)	10 h 40' (100 %)

** Temps moyenné sur l'ensemble des passagers.

IV.1.1.4 - Temps de débarquement de tous les passagers

Le temps séparant la sortie du premier et du dernier passager correspond au débit des circulations ; soit d'après les données des constructeurs :

- débit d'une allée de circulation dans un avion = 30 passagers/minute
- débit d'une porte de 1,06 m (type gros porteur) = 40 passagers/minute
- débit d'une porte de 0,80 m (type B 727) = 25 passagers/minute
- débit d'un escalier : 30 passagers/minute

Les temps du tableau ci-dessous ont été obtenus par un calcul théorique de débit, récupéré par des comptages réels.

DIFFÉRENCE DE DÉBARQUEMENT ENTRE LE 1 ^{er} ET LE DERNIER PASSAGER	Débarquement par escalier (système à pied ou par bus)			Débarquement à niveau (par passerelle ou aérobuis)			
	1 escalier	2 escaliers (2) en 2G et 4G	3 escaliers (2) en 1G, 2G et 4G	1 tête		2 têtes (1)	
				(2) en 1G	(2) en 2G	(2) en 1G et 2G	(2) en 2G et 4G
F 27 ou ATR 42 (50 passagers)	2'						
B 737 (100 passagers)	4'	2'		4'			
MERCURE B 727 - A320 (150 passagers)	6'	3'		6'			
B 757 (200 passagers)	8'	4'		8'	8'	6'30''	4'
DC8 - 60 (250 passagers)	10'	5'		10'			5'
A 300 (240 passagers)	8'	4'		6'	6'	5'	3'
A 300 (300 passagers)	10'	5'		7'30''	7'30''	5'	3'30''
B 747-Combi (265 passagers)	6'	4'		6'	6'	4'	
B 747 - 200 (370 passagers)	12'	6'	4'	9'	9'	7'	
B 747 - 200 (480 passagers)	16'	8'	6'	12'	12'	9' (3)	

(1) en supposant que les différentes portes sont ouvertes simultanément.

(2) 1G, 2G, 4G signifient respectivement la première, deuxième, quatrième porte à gauche en partant de l'avant de l'avion.

(3) Une mesure extrême pour un B747 (avec 500 passagers) à OSAKA (Japon) a été de 5'30'' avec un débarquement par deux portes.

IV.1.1.5 - Sécurité et sûreté

Au niveau de la sécurité le système de transfert à pied présente les risques suivants :

— accidents entre un passager et un véhicule sur la voie de service, ce risque croissant avec le trafic,

— chute d'un passager sur le trajet aérogare avion, par exemple en glissant sur une plaque d'huile ou de kérosène, ou en hiver sur du verglas, ou en étant projeté par le souffle d'un avion.

Avec le système par bus le risque de chute existe mais est beaucoup plus réduit.

En outre le transfert à pied pose des problèmes de sûreté :

en effet le risque de mélange de passagers de différents vols (nationaux et internationaux ou vols sensibles et autres vols) ou de passagers et du personnel est plus important.

Les autres systèmes résolvent plus ou moins complètement ces problèmes.

IV.1.1.6 - Niveaux

0 : qualité de service rudimentaire
 * : qualité de service acceptable
 ** : bonne qualité de service
 *** : très bonne qualité de service

	A pied	Par bus	Par aérobus	Par passerelle
Protection contre les intempéries	0	*	***	***
Longueur et difficultés du cheminement	0	*	***	**
Temps d'acheminement	0 à *	*	*	** à ***
Temps de débarquement de tous les passagers	0 à ***		* à **	* à **
Sécurité et sûreté sur les aires	0	*	***	***

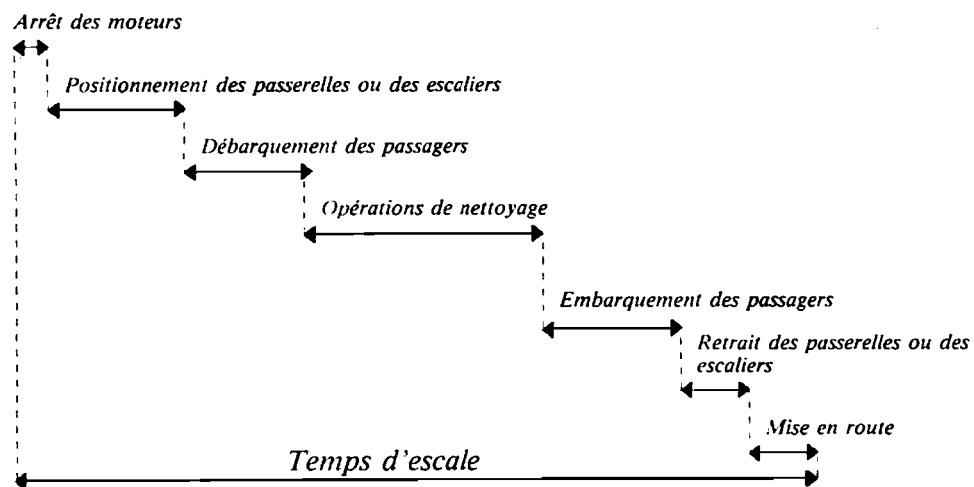
IV.1.2 - EXPLOITATION

L'exploitation des aires de stationnement varie suivant le système de transfert retenu. Cette différence concerne les points suivants :

- le temps d'escale
- la quantité de personnel d'accompagnement
- des contraintes diverses pour :
 - les passagers handicapés
 - la circulation sur la voie de service
 - la gestion des aires de stationnement

IV.1.2.1 - Temps d'escale

Le chemin critique déterminant le temps d'escale est généralement le suivant :



Le gain obtenu sur les temps d'embarquement ou de débarquement permet de réduire le temps d'escale et améliore ainsi :

- la rentabilité de l'avion,
- le rendement des installations au sol.

IV.1.2.2 - Quantité de personnel d'accompagnement (standards d'exploitation)

Ce personnel ne comprend pas celui affecté aux opérations suivantes :

- enregistrement,
- prise et comptage des cartes d'embarquement à l'entrée en salle d'embarquement et par le personnel navigant commercial à l'entrée dans l'avion.

Il comprend le personnel chargé :

- de compter ou vérifier les cartes en sortie de salle d'embarquement,
- de guider, d'accompagner ou de conduire les passagers jusqu'à l'avion au départ et jusqu'à l'aérogare à l'arrivée.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

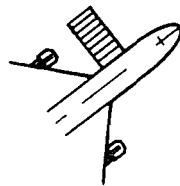
— A PIED

2 à 4*
agents
au sol

* suivant le « standard »
choisi, cf. § IV.3.1.4



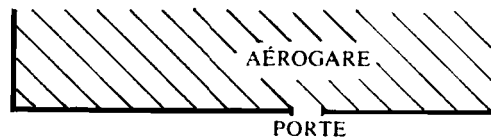
Comptage des cartes d'embarquement
et indication de la direction au départ
ou à l'arrivée



— PAR BUS

2 à 4*
agents
au sol
+ chauffeurs

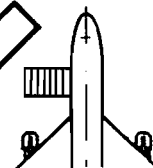
* suivant le « standard »
choisi, cf. § IV.3.1.4



Comptage des cartes d'embarquement
et indication de la direction au départ
ou à l'arrivée

BUS

BUS



1 accompagnateur avec
le dernier bus au départ ou le premier
bus à l'arrivée

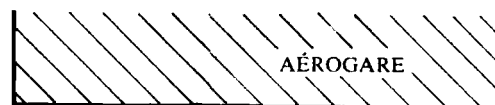
— PAR AÉROBUS

1 à 2 agents*
au sol
+ chauffeurs

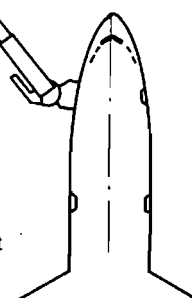
— PAR PASSERELLE

1 à 2*
agents au sol
+
conducteur
passerelle
pendant
l'accostage

* suivant le « standard »
choisi, cf. § IV.3.1.4



Comptage des cartes d'embarquement



IV.1.2.3 - Contraintes d'exploitation diverses :

— *Transport des passagers handicapés*

Les passerelles et les aérobuses permettent aux passagers handicapés de suivre le même cheminement que les autres passagers.

Avec les autres systèmes il faut utiliser les moyens spéciaux (mini aérobuses, fauteuil spécial, porteurs...).

— *Gêne sur la voie de service*

A l'arrivée et au départ le flux des passagers est pratiquement continu, ainsi dans le cas d'un cheminement à pied, la voie de service est neutralisée pendant plus de 5 minutes pour un mouvement gros-porteur (A300, B747) causant donc des retards aux autres services (commissariat de bord, avitaillement, assistance d'autres avions, etc.).

Par expérience, cette gêne apparaît significative pour des aéroports atteignant un trafic de l'ordre de 1,5 million de passagers et 20 000 mouvements commerciaux annuels.

D'autre part les systèmes de bus ou d'aérobuses encombrant cette voie de service.

Les passerelles permettent de dégager complètement cette voie à condition de respecter un gabarit suffisant.

— *Gestion des aires de stationnement*

Le transfert par bus ou aérobuses permet de placer indifféremment les avions sur l'aire de stationnement.

Avec le transfert à pied il faut chercher à placer les avions au plus près des portes de l'aérogare.

Les passerelles apportent des contraintes supplémentaires, en particulier les passerelles semi-fixes.

IV.1.2.4 - Niveaux de service des conditions d'exploitation

- 0 : Exploitation difficile
- * : Exploitation acceptable
- ** : Exploitation facile
- *** : Exploitation très facile

	A pied (par escalier)	Par bus (par escalier)	Par aérobuses	Par passerelle
Temps d'escale	(variable suivant les moyens en place)			
Quantité de personnel minimum	2 à 4	2 à 4 + 1 chauffeur/bus	1 à 2 + 1 chauffeur/aérobuses	1 à 2 + 1 conducteur pendant l'accostage/tête de passerelle
Traitement des handicapés	0	*	***	**
Facilité de circulation sur la voie de service	0	*	*	*** (Si gabarit suffisant)
Facilité de gestion des aires de stationnement	*	***	***	0 à *

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS



◀ Véhicule « Help » de transbordement des passagers à mobilité réduite à Nice Côte d'Azur.



◀ Gêne sur la voie de service en l'absence de passerelle (Nice Côte d'Azur).

CHAPITRE IV

IV.1.3 - TAUX D'UTILISATION DES PASSERELLES

- Le taux d'utilisation journalier des passerelles dépend :
 - de la nature du trafic (long courrier, moyen courrier...) et de sa répartition
 - des types d'appareils utilisés
 - de la qualité de service recherchée.

Le tableau ci-dessous indique les taux d'utilisation, en 1986, des aéroports français équipés de passerelles :

AÉROPORT (Nombre de passerelles)		Nombre rotations*/ jour/passerelle		Nombre passagers/ an/passerelle		% du trafic traité par passerelle	
		Maximum	Moyen	Maximum	Moyen	Mouvements	Passagers
TOULOUSE (5)		5,2	4,5	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
LYON (12)		N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
MARSEILLE (12)		N.C.	4	N.C.	318 000	75 %	85 %
PARIS	Orly Ouest (22)	6,2	4,3	755 000	441 000	75 %	92 %
	Sud (26)	5,4	2,7	407 000	222 000	68 %	74 %
	CDG 1 (44)	6,8	2	379 000	145 000	81 %	96 %
	2 A (8)	3,9	2,8	541 000	330 000	73 %	83 %
	2 B (8)	7,5	6	752 000	478 000	70 %	80 %

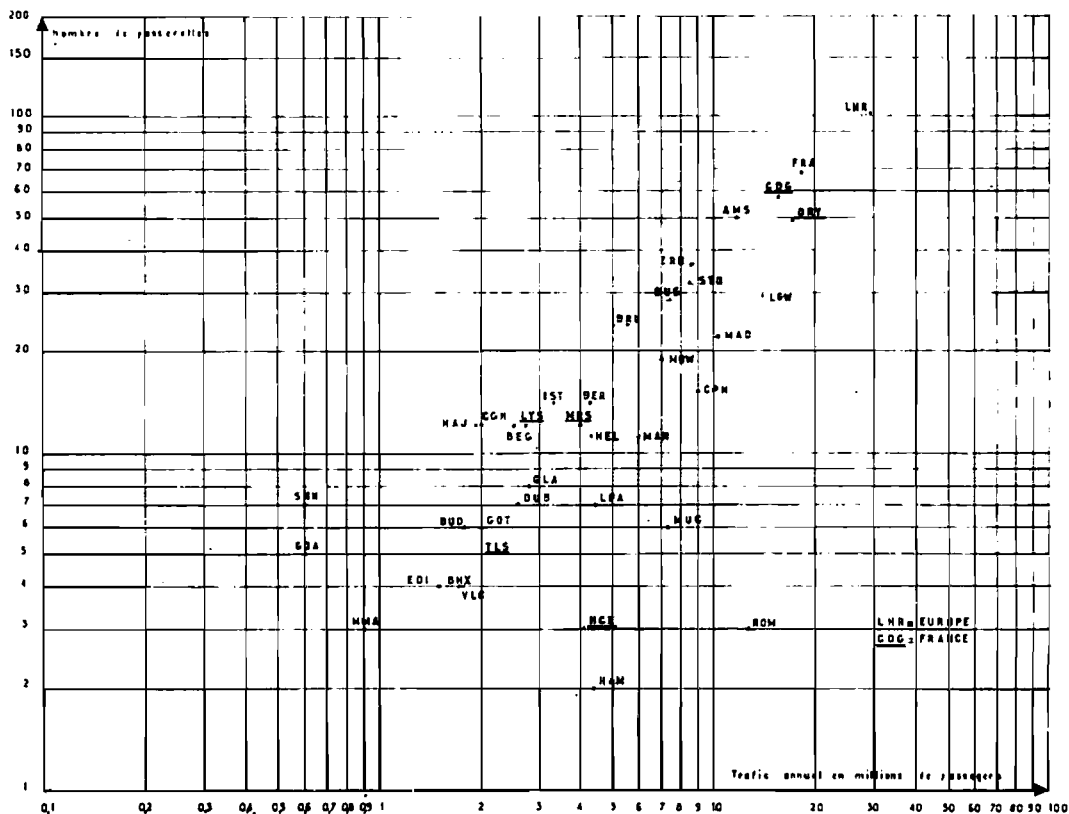
NC = Non Connu

* 1 rotation = 1 arrivée + 1 départ = 2 mouvements

IV.1.4 - RELATION ENTRE LE TRAFIC ANNUEL ET LE NOMBRE DE PASSERELLES

Les graphes des pages suivantes indiquent le nombre approximatif de passerelles de la plupart des aéroports mondiaux et le trafic correspondant à l'année 1984.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS



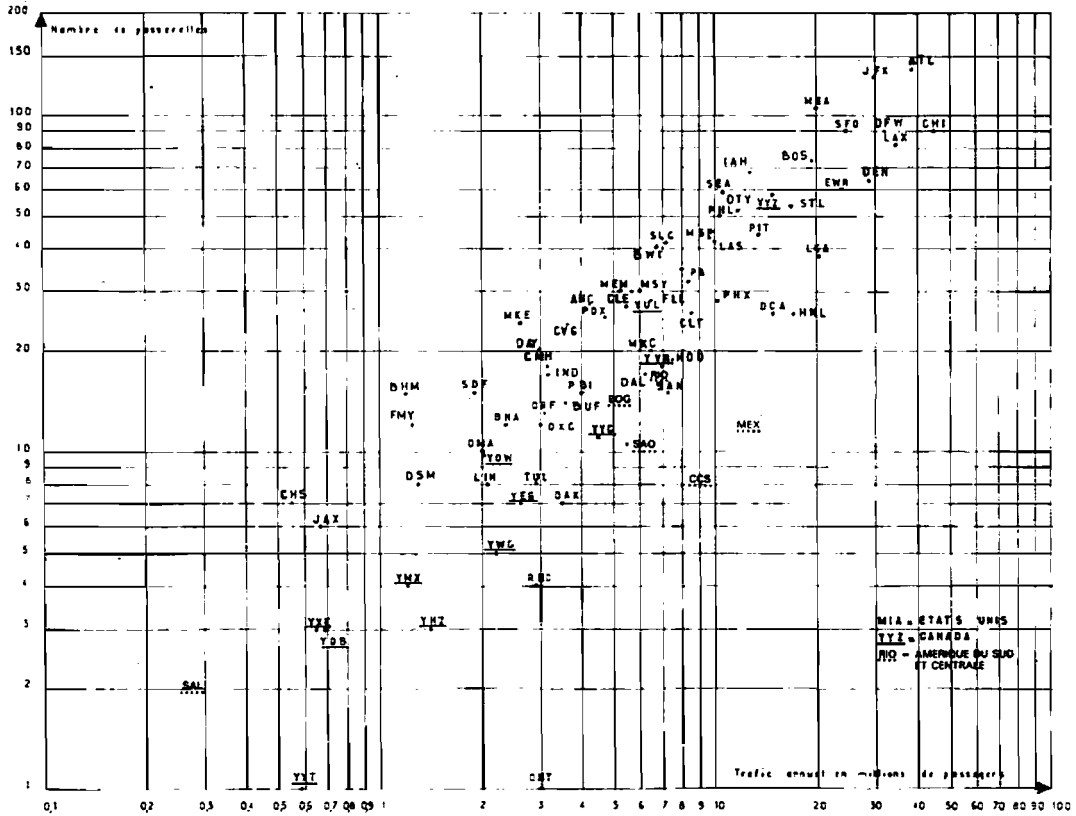
Graphique n° 1 = Région Europe

Code des villes

EUROPE				
— ALLEMAGNE FÉDÉRALE		— DANEMARK		— IRLANDE
BERLIN	= BER	COPENHAGUE	= CPH	DUBLIN
COLOGNE/BONN	= CGN	— ESPAGNE		SHANNON
DUSSELDORF	= DUS	LAS PALMAS	= LPA	= SNN
FRANCFORT	= FRA	MADRID	= MAD	— PAYS-BAS
HANOVRE	= HAJ	VALENCE	= VLC	AMSTERDAM
HAMBOURG	= HAM	— FINLANDE		— SUÈDE
MUNICH	= MUC	HELSINKI	= HEL	GOTEBERG
— ANGLETERRE		— FRANCE		MALMOE
BIRMINGHAM	= BHX	LYON	= LYS	STOCKHOLM
EDIMBOURG	= EDI	MARSEILLE	= MRS	= STO
GLASGOW	= GLA	NICE *	= NCE	— SUISSE
LONDRES GATWICK	= LGW	PARIS ORLY	= ORY	ZURICH
LONDRES HEATHROW	= LHR	PARIS CHARLES		= ZRH
MANCHESTER	= MAN	DE GAULLE	= CDG	— TURQUIE
— BELGIQUE		— HONGRIE		ISTAMBOUL
BRUXELLES	= BRU	BUDAPEST	= BUD	= IST
		— ITALIE		— U.R.S.S.
		GENES	= GOA	MOSCOU
		ROME FIUMICINO	= ROM	= MOW
				— YOUgosLAVIE
				BELGRADE
				= BEG

* Passerelles mises en service en avril 1987.

CHAPITRE IV

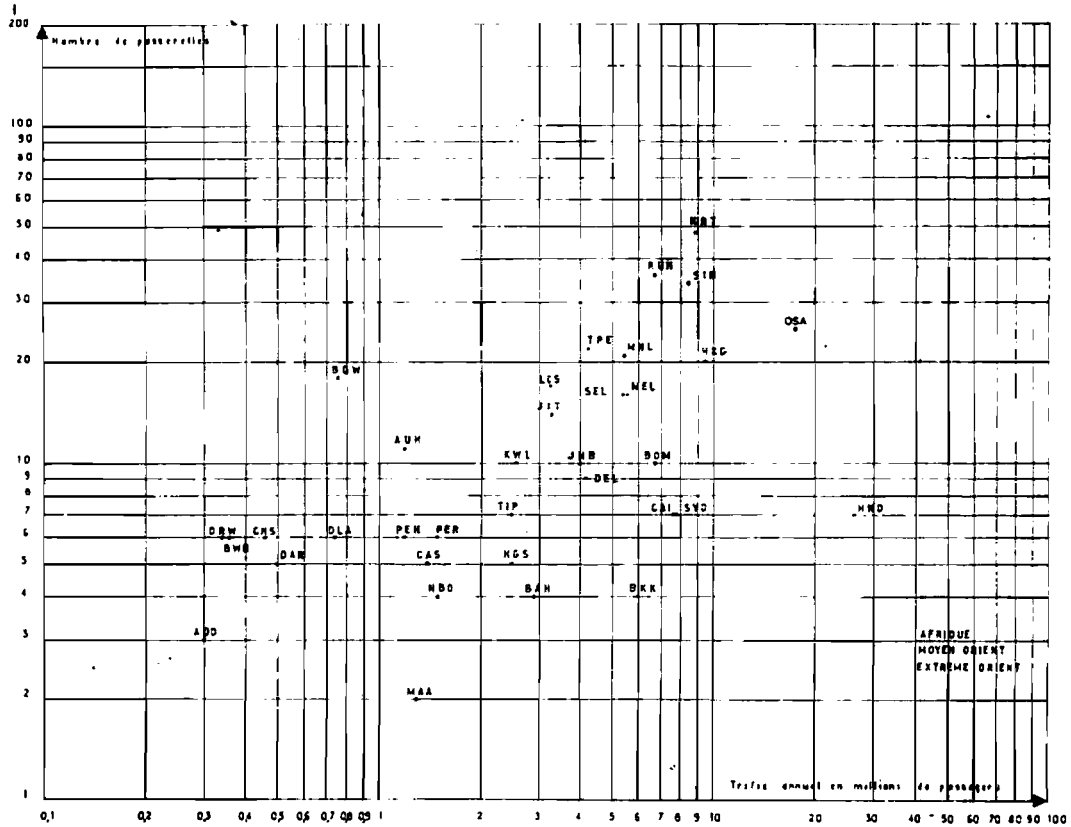


Graphique n° 2 = Région Amérique

U.S.A.				CANADA	
ANCHORAGE	= ANC	LIHUE HAWAII	= LIH	CALGARY	= YYC
ATLANTA	= ATL	LOS ANGELES	= LAX	EDMONTON	= YEG
BALTIMORE	= BWI	LOUISVILLE	= SDF	HALIFAX	= YHZ
BIRMINGHAM ALABAMA	= BHM	MEMPHIS	= MEM	MONTREAL DORVAL	= YUL
BUFFALO	= BUF	MIAMI	= MIA	MONTREAL MIRABEL	= YMX
BOSTON	= BOS	MILWAUKEE	= MKE	OTTAWA	= YOW
CHARLESTON	= CHS	MINNEAPOLIS	= MSP	QUEBEC	= YQB
CHARLOTTE	= CLT	NASHVILLE	= BNA	SASKATOON	= YXE
CHICAGO O'HARE	= CHI	NEW-YORK NEWARK	= EWR	ST-JOHN'S	= YYY
CINCINNATI	= CVG	NEW-YORK KENNEDY	= JFK	TORONTO	= YYZ
CLEVELAND	= CLE	NEX-YORK LA GUARDIA	= LGA	VANCOUVER	= YVR
COLOMBUS	= CMH	NEW ORLEANS	= MSY	WINNIPEG	= YWG
DALLAS FORT WORTH	= DFW	NORFOLK	= ORF		
DALLAS LOVE FIELD	= DAL	OAKLAND	= OAK		
DAYTON	= DAY	OKLAHOMA	= OKC		
DENVER	= DEN	OMAHA	= OMA		
DES MOINES	= DSM	ONTARIO	= ONT		
DETROIT	= DTT	ORLANDO	= ORL		
FORT LAUDERDALE	= FLL	PHILADELPHIE	= PHL		
FORT MYERS	= FMY	PHOENIX	= PHX		
HONOLULU	= HNL	PITTSBURG	= PIT		
HOUSTON HOBBY	= HOU	PORTLAND	= PDX		
HOUSTON		RENO	= RNO		
INTERCONTINENTAL	= IAH	SALT LAKE CITY	= SLC		
INDIANAPOLIS	= IND	SAN DIEGO	= SAN		
JACKSONVILLE	= JAX	SAN FRANCISCO	= SFO		
KANSAS CITY	= MKC	ST-LOUIS-LAMBERT	= STL		
LAS VEGAS	= LAS	SEATTLE	= SEA		
		TAMPA	= TPA		
		TULSA	= TUL		
		WASHINGTON NATIONAL	= DCA		
		WEST PALM BEACH	= PBI		

AMERIQUE DU SUD ET CENTRALE	
BOGOTA	= BOG
CARACAS	= CCS
MEXICO	= MEX
RIO DE JANEIRO	= RIO
SAN SALVADOR	= SAL
SAO PAULO	= SAO

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS



Graphique n° 3 = Région Afrique + Moyen Orient + Extrême Orient

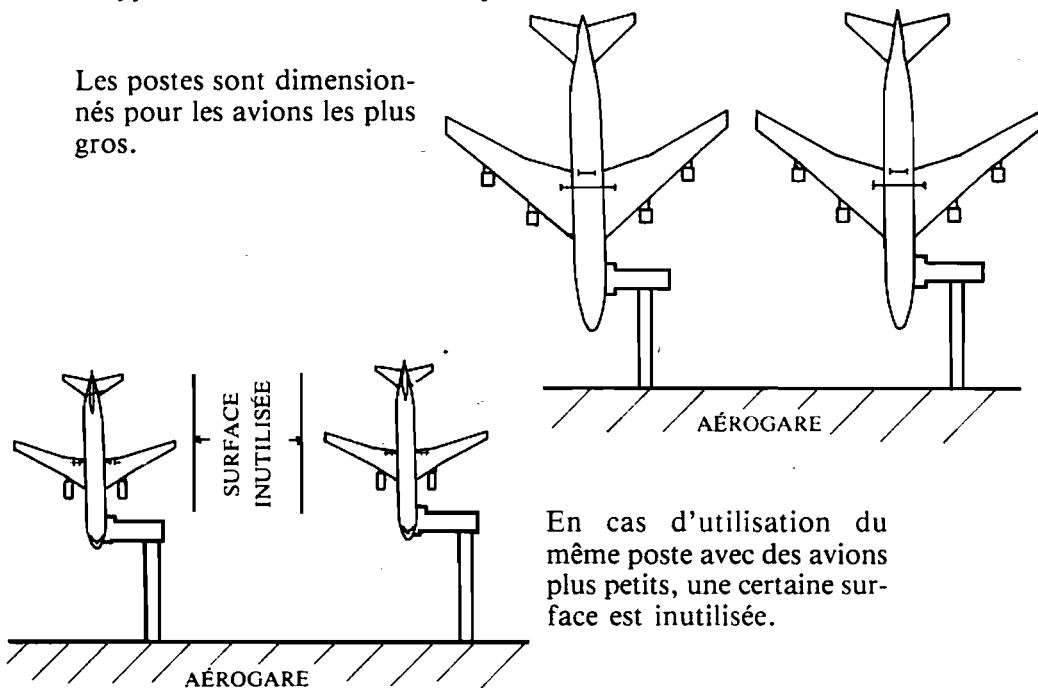
AFRIQUE		MOYEN-ORIENT		ASIE-OcéANIE			
— CAMEROUN DOUALA	= DLA	— ARABIE SAOUDITE RIYAD	= RUH	— AUSTRALIE CAIRNS	= CNS	— BRUNEI BRUNEI	= BWN
— ETHIOPIE ADDIS-ABEBA	= ADD	— ABOU DHABI	= AUH	DARWIN	= DRW	— CORÉE DU SUD SEOUL	= SEL
— KENYA NAIROBI	= NBO	— BAHREIN	= BAH	MELBOURNE	= MEL	— HONG-KONG	= HKG
— LYBIE TRIPOLI	= TIP	— EGYPTE LE CAIRE	= CAI	PERTH	= PER	— INDE BOMBAY	= BOM
— MAROC CASABLANCA	= CAS	— IRAK BAGDAD	= BGW	SYDNEY	= SYD	NEW DELHI	= DEL
— NIGERIA LAGOS	= LOS	— KOWEIT	= KWI			MADRAS	= MAA
— AFRIQUE DU SUD JOHANNESBOURG	= JNB					— INDONESIE DJAKARTA	= JKT
— TANZANIE DAR-ES-SALAM	= DAR					— JAPON NAGASAKI	= NGS
						OSAKA	= OSA
						TOKYO-HANEDA	= HND
						TOKYO-NARITA	= NRT
						— MALAISIE PENANG	= PEN
						— PHILIPPINES MANILLE	= MNL
						— SINGAPOUR	= SIN
						— THAÏLANDE BANGKOK	= BKK
						— TAIWAN TAIPEI	= TPE

IV.2 - Comparaison qualitative des différents types de passerelles

IV.2.1 - SOUPLESSE D'UTILISATION DES POSTES DE STATIONNEMENT

IV.2.1.1 - Passerelles semi-fixes

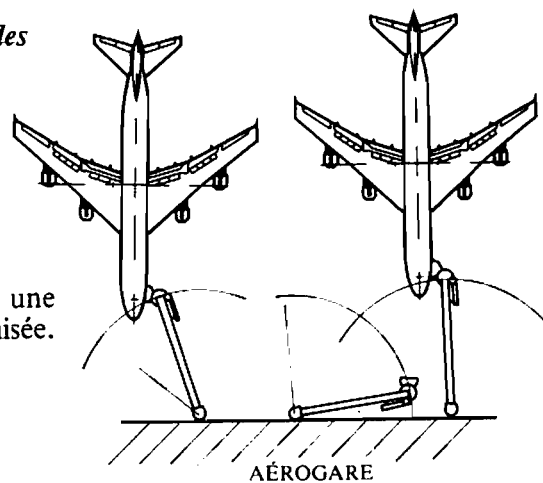
Les postes de stationnement étant figés, il n'est pas possible de superposer différents types d'avions sur un même poste.



IV.2.1.2 - Passerelles mobiles radiales

Une certaine flexibilité est possible.

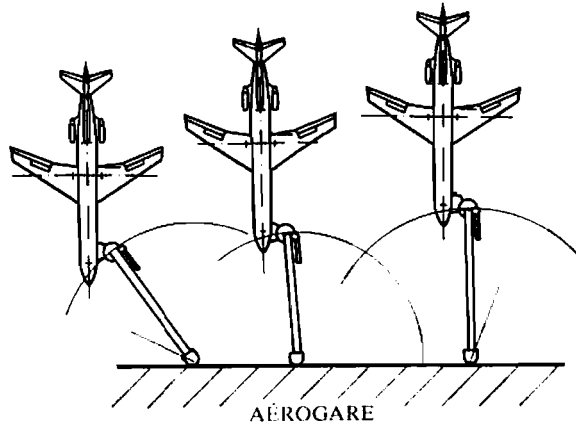
Avec 2 gros-porteurs une des passerelles est inutilisée.



ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

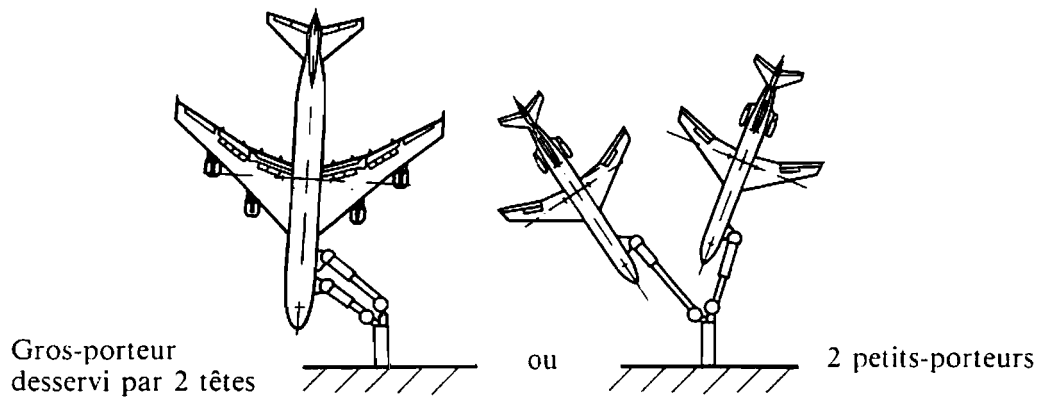
Cette solution permet de ne pas perdre d'espace sur l'aire de stationnement mais ne permet pas une utilisation maximale des passerelles.

Avec trois moyens-porteurs, les trois passerelles sont utilisées.

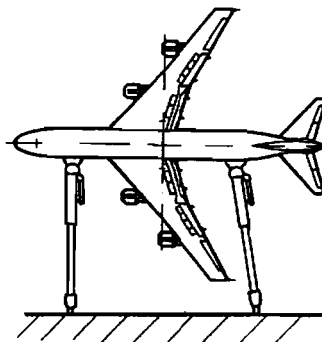


IV.2.1.3 - Passerelles mobiles télescopiques

Les combinaisons sont alors multiples.



L'espace disponible et les passerelles sont utilisés au maximum.



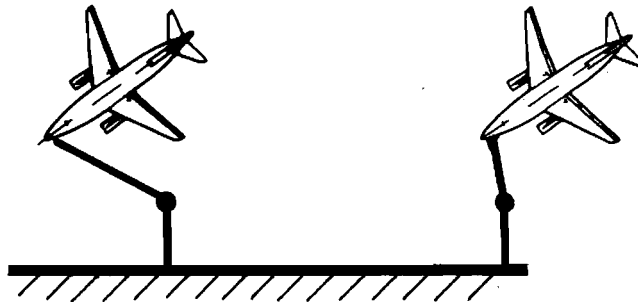
Ce type de passerelle permet éventuellement un débarquement par les portes avant et arrière, mais requiert des longueurs de passerelle assez importantes.

IV.2.2 - MODIFICATION DU PLAN DE STATIONNEMENT AU COURS DU TEMPS

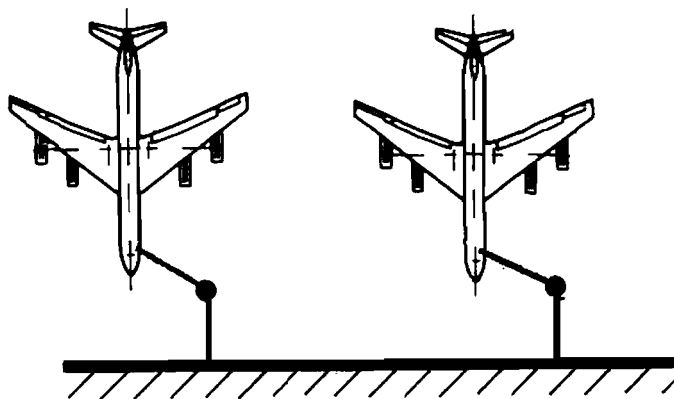
IV.2.2.1 - Passerelles mobiles

Avec les passerelles mobiles (radiales ou télescopiques) il est possible de modifier le plan de stationnement au cours du temps, par exemple en passant de la manœuvre autonome à la manœuvre poussée ou en modifiant la taille des avions :

Moyens porteurs en manœuvre autonome et...

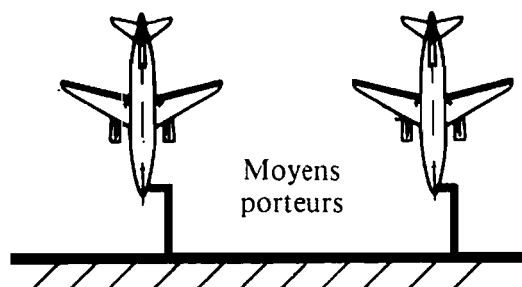


... sans modifier l'implantation des passerelles il est possible de placer des avions gros porteurs en manœuvre poussée.

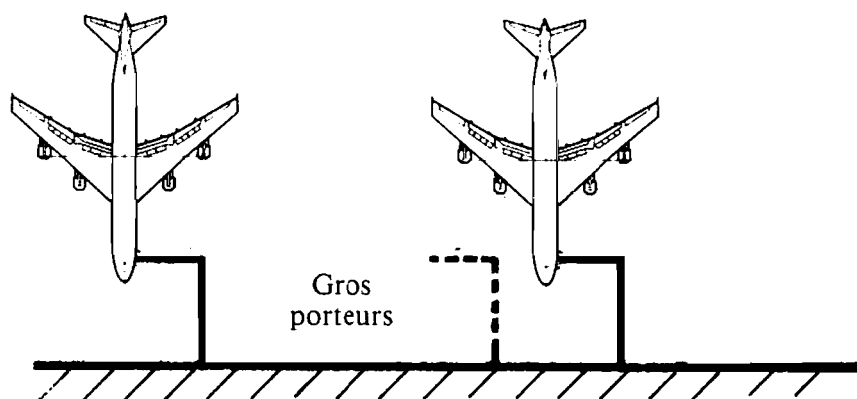


IV.2.2.2. - passerelles semi-fixes

Ces passerelles ne permettent pas de modifier facilement le plan de stationnement ou d'accueillir des avions de taille supérieure.



Il faut modifier l'implantation des passerelles pour accueillir des avions gros porteurs.



D'autre part même s'il faut la déplacer, cette opération est moins coûteuse pour une passerelle mobile que pour une semi-fixe.

En effet seul le pied de la rotonde est à reconstruire avec une mobile alors que le pied de l'antichambre et le piédestal (avec le puits de vérin) est à reconstruire avec une semi-fixe.

Les passerelles peuvent s'adapter à la plupart des avions, mais souvent une grande souplesse d'utilisation entraîne un coût élevé.

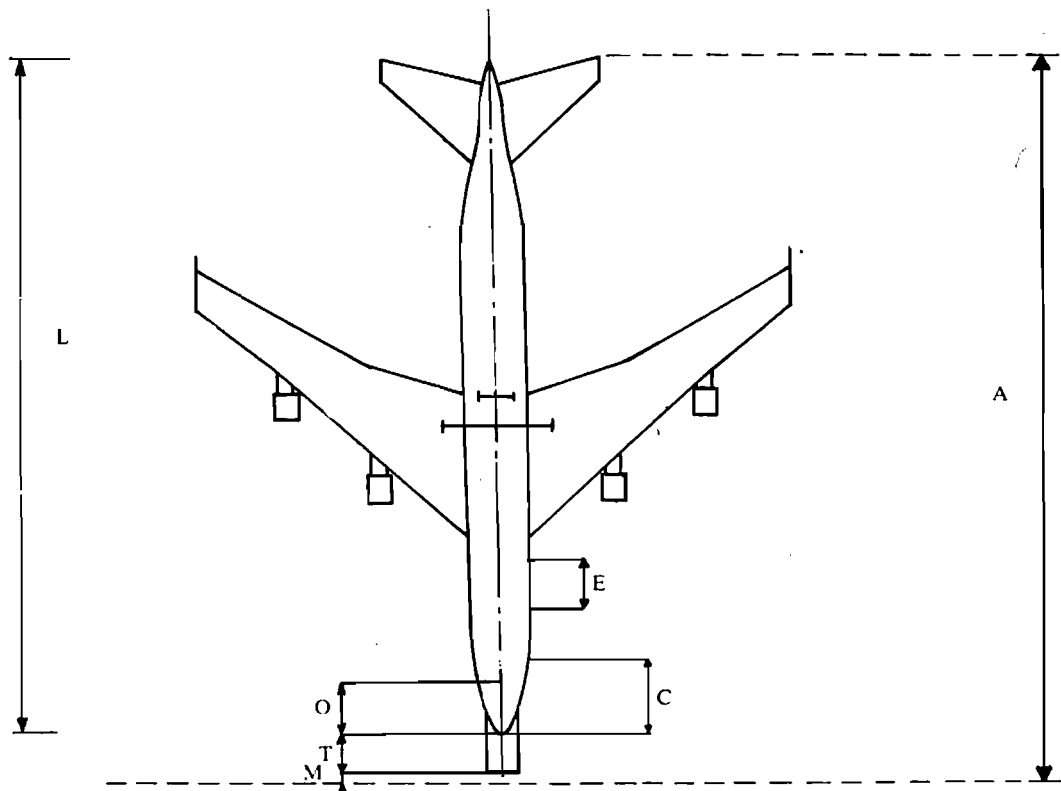
Dans certains cas il peut être intéressant d'accepter une certaine affectation des passerelles à des types d'avions.

Dans le choix d'un type de passerelle il faudra donc fixer a priori les types d'avions à desservir.

REMARQUE : Si l'on veut desservir les avions à hélices (type F27, ATR 42), dont les portes sont situées à l'arrière de l'avion, les passerelles mobiles télescopiques sont les seules utilisables.

IV.2.4 - DIMENSIONS DES AIRES DE STATIONNEMENT

Suivant le type de passerelle retenu la profondeur des aires de stationnement sera différente.



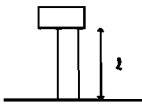
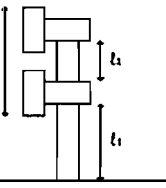
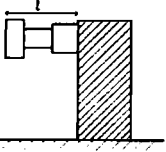
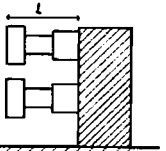
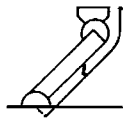

- A : Profondeur du poste de stationnement
- C : Distance entre l'axe des portes gauches et le nez de l'avion
- E : Largeur totale porte ouverte
- L : Longueur hors tout de l'avion
- M : Zone de manœuvre du tracteur*
- O : Distance entre l'œil du pilote et le nez de l'avion
- T : Distance entre le nez de l'avion et le bord du tracteur

* Cette zone de manœuvre peut éventuellement se situer sur la voie de service.

Les valeurs de C, E et O, sont données pour les principaux avions en annexe 1, page 117.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

Le tableau ci-dessous indique les contraintes imposées par les différentes tailles d'avions :

TYPE DE PASSERELLES		Contraintes à respecter pour les différents types d'avions		
		Avec l'avion le plus long et/ou ayant le plancher le plus haut	Avec l'avion le plus bas de plancher (α = pente maximale admissible dans la passerelle)	Avec les autres avions il faut vérifier que :
SEMI FIXES	NON TELESCOPIQUES	<p>SIMPLE TETE</p>  <ul style="list-style-type: none"> • $A = L + T + M$ • La pente doit être acceptable 	$l = (tg\alpha) \times$ (h antichambre - h porte avion - 0,2 m)	<ul style="list-style-type: none"> • la profondeur de l'aire est suffisante
	<p>DOUBLE TETE</p>  <ul style="list-style-type: none"> • $A = L + T + M$ • i dépend des écartements de portes des avions (voir II.4.1.4) • La pente doit être acceptable 	$(l1 + l2) = (tg\alpha) \times$ (h antichambre - h porte avion - 0,2 m)		
	<p>SIMPLE TETE</p>  <ul style="list-style-type: none"> • $A = L + T + M$ • La pente doit être acceptable 	$l = (tg\alpha) \times$ (h antichambre - h porte avion - 0,2 m)	<ul style="list-style-type: none"> • la passerelle ne gêne pas le positionnement (en particulier il faut protéger le réacteur gauche de certains avions) • La pente doit être acceptable. 	
	<p>DOUBLE TETE</p>  <ul style="list-style-type: none"> • $A = L + T + M$ • i dépend des écartements de portes des avions (voir II.4.1.4) • Les pentes doivent être acceptables. 	$l = (tg\alpha)$ (h antichambre - h porte avion - 0,2 m)		
MOBILES	<p>RADIALES</p>  <ul style="list-style-type: none"> • $A = L + T + M$ • La pente doit être acceptable 	$L = (tg\alpha) \times$ (h rotonde - h porte avion - 0,2 m)		
	<p>TELESCOPIQUES</p>  <ul style="list-style-type: none"> • $A = L + T + M$ • La pente doit être acceptable 	$l \text{ maxi} = (tg\alpha) \times$ (h plancher rotonde - h porte avion - 0,2 m)		

h antichambre = altitude du plancher de l'antichambre de la passerelle
 h porte avion = altitude du seuil de la porte

IV.2.5 - ACCOSTAGE

L'accostage de l'avion est son positionnement à proximité de la tête de passerelle.

Suivant le type de passerelle il devra avoir une précision différente :

- une vingtaine de centimètres avec les passerelles semi-fixes et les mobiles radiales,
- moins avec les passerelles mobiles et télescopiques.

Ceci aura deux conséquences :

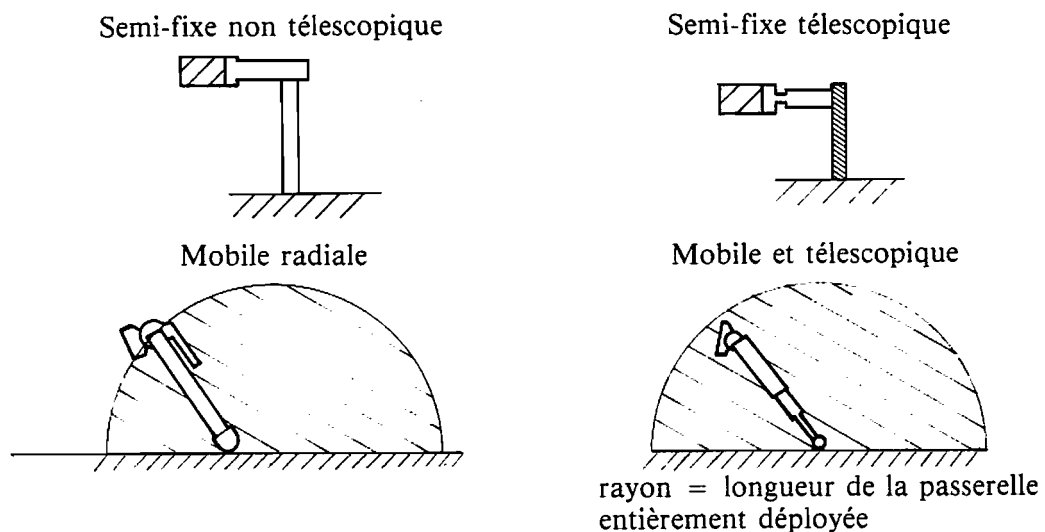
- les passerelles télescopiques pourront être accompagnées de systèmes de guidage assez simples,
- le temps d'accostage de l'avion et la longueur d'alignement seront plus importants pour les passerelles semi-fixes ou radiales que pour des mobiles télescopiques.

Cependant l'accostage de la tête de la passerelle semi-fixe étant légèrement plus rapide, le temps total d'accostage est indépendant du type de passerelle.

IV.2.6 - QUALIFICATION DU PERSONNEL DE CONDUITE

La conduite des passerelles mobiles demande une qualification supérieure à celle des passerelles semi-fixes.

En effet, le risque engendré par leur déplacement est très différent. Ce risque est visualisé, ci-dessous, par les épures de zone balayée au cours du déplacement.



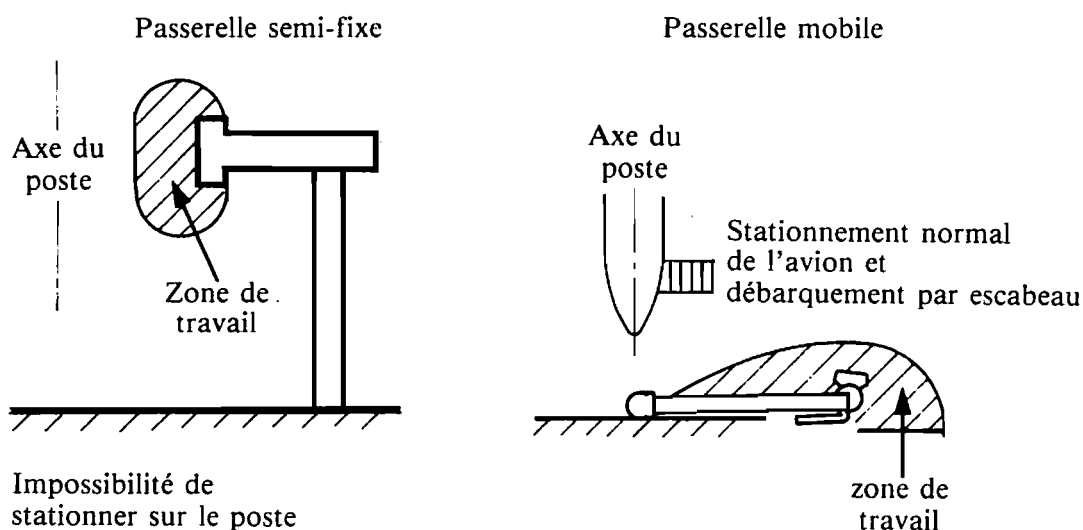
Dans le futur la conduite des passerelles semi-fixes sera peut-être automatique.

IV.2.7 - MAINTENANCE

La maintenance sous trafic d'une passerelle semi-fixe est plus contraignante que pour une mobile.

En effet, dans le premier cas, pendant ces opérations de maintenance le poste de stationnement correspondant est inutilisable (la distance minimale entre la tête de la passerelle repliée et le fuselage de l'avion étant de 1 m 20).

Dans le deuxième cas il est possible de débarquer les passagers par des escaliers.



IV.2.8 - FIABILITÉ

Le risque de panne est d'autant plus grand que la complexité de la passerelle augmente.

En outre, le doublement des passerelles (2 mobiles ou 2 semi-fixes télescopiques) permet de prévenir les pannes, l'une pouvant fonctionner pendant la panne de l'autre.

En revanche, la passerelle semi-fixe non télescopique à 2 têtes est moins fiable que celle à 1 seule tête (la panne d'une seule tête pouvant immobiliser l'ensemble).

IV.2.9 - TYPE DE CHAUSSÉE

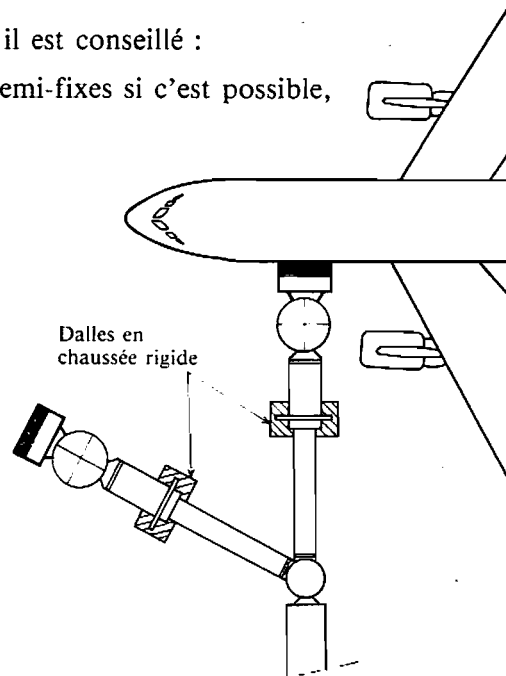
Le poinçonnement des essieux des passerelles mobiles créent une déformation des chaussées souples.

CHAPITRE IV

Pour des aires neuves, à équiper de passerelles mobiles, il est donc préférable d'employer des chaussées rigides.

Pour des aires existantes souples, il est conseillé :

- soit de choisir des passerelles semi-fixes si c'est possible,
- soit de créer des dalles de chaussée rigide au droit des zones de stationnement des essieux de passerelles comme indiqué sur le schéma suivant :



Dans tous les cas il vaut mieux choisir des passerelles équipées d'un essieu peu agressif.

IV.2.10 - MISE EN PLACE DES ÉQUIPEMENTS ANNEXES

Les équipements annexes (400 Hz, air comprimé, air conditionné, automates) sont plus faciles à mettre en place avec des passerelles fixes ; en effet une place est souvent disponible près du piédestal ou à l'arrière des cabines.

Cet inconvénient des passerelles mobiles pourrait cependant s'amenuiser dans l'avenir, avec la miniaturisation de ces équipements.

IV.2.11 - MONTAGE ET DÉLAI D'APPROVISIONNEMENT

Les délais d'approvisionnement sont à peu près indépendants du type de passerelles et dépendent principalement de la disponibilité du constructeur. En moyenne ils sont de 8 à 12 mois.

Le temps de montage sur place est de 3 à 4 jours pour les passerelles mobiles, et de 15 jours à 3 semaines pour les passerelles semi-fixes.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVION









▲ Montage des passerelles semi-fixes du hall 4 à Paris Orly Ouest.



▲ Montage d'une passerelle mobile à Toulouse Blagnac.

IV.2.12 - RÉSUMÉ DE LA COMPARAISON QUALITATIVE DES PASSERELLES

SCHEMA	TYPE DE PASSERELLES					
	SEMI-FIXES				MOBILES	
	non télescopiques		télescopiques		radiale	télescopique
	1 tête	2 têtes	1 tête	2 têtes		
						
Souplesse d'utilisation de l'aire de stationnement	*	0	*	0	**	***
Facilité de modification du plan de stationnement dans le temps	0	0	0	0	*	**
Souplesse d'adaptation aux types d'avions	**	*	**	*	**	***
Adaptabilité à une faible profondeur de l'aire de stationnement	*	0	**	*	*	***
Adaptabilité à une faible largeur des postes de stationnement	***	***	*	0	0	**
Facilité d'accostage	*	0	*	0	*	***
Facilité de conduite	***	**	***	***	*	0
	Automatisme possible					
Facilité de maintenance sous trafic	0	0	0	0	***	***
Fiabilité	***	**	**	***	**	**
Type de chaussée	sans importance				rigide	rigide
Facilité de mise en place des équipements annexes	***	***	***	***	*	*
Rapidité de montage	**	*	**	*	***	***

IV.3 - Approche économique de la comparaison des différents choix possibles

IV.3.1 - BILAN ÉCONOMIQUE PAR TYPE DE MATÉRIEL ET D'EXPLOITATION

Ce bilan est donné par le coût annuel qui est égal à la somme suivante :

- coût annuel d'investissement (amortissement + frais financiers)
- + coût annuel de maintenance
- + coût annuel d'assurance
- + coût annuel direct d'exploitation

Le *coût annuel d'investissement* est déduit du prix d'achat par la formule suivante :

$$\text{coût annuel d'investissement} = \text{prix d'achat} \times \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \times \frac{n}{nT}$$

avec i = taux d'intérêt périodique (pris égal à 9 % en 1986)

n = durée d'amortissement linéaire

nT = durée de vie technique (période durant laquelle la machine est maintenue en état à des coûts raisonnables)

Le matériel est supposé remplacé à la fin de la durée de vie technique.

Le *coût annuel de maintenance* comprend les frais de main-d'œuvre et les frais de pièces détachées pendant la durée de vie technique (ou des contrats de maintenance de constructeurs).

Le *coût annuel d'assurance* considéré, est celui correspondant à l'assurance minimale du matériel.

Le *coût annuel direct d'exploitation* comprend :

- les frais de personnels obtenus à partir du temps de chaque opération
- les consommations d'énergie.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

PRIX D'ACHAT en francs		DURÉE D'AMORTISSEMENT	DURÉE DE VIE TECHNIQUE	COÛT ANNUEL INVESTISSEMENT en francs
1 950 000	dont montage 150 000	10 ans	15 ans	200 000 × Np
3 150 000	250 000			330 000 × Np
1 650 000	150 000			170 000 × Np
3 300 000	300 000			340 000 × Np
2 200 000	200 000			230 000 × Np
2 500 000	200 000			260 000 × Np
12 000		5 ans	15 ans	1 000 × Npk
55 000				4 700 × Npk
58 000				5 000 × Npk
220 000				18 800 × Npk
350 000				30 000 × Npk
70 000				6 000 × Npk
130/170 000				11 000/15 000 × Npk
530 000				45 500 × Npk
10 000/m ²		18 ans	18 ans	80 000 × Npp
350 à 600/m ²		15 ans	15 ans	62 × S (3)
450 à 700/m ²		15 ans	18 ans	62 × S (3)
8 000		10 ans	15 ans	31 200 × Npk
300 000				20 800 × Npk
200 000				10 400 × Npk
100 000				
320 000		8 ans	10 ans	46 000 × Nesc
2 000 000		8 ans	10 ans	290 000 × Nt
1 000 000				145 000 × Nt
800 000				116 000 × Nt
50 000		5 ans	10 ans	6 400 × NBar
45 000				5 800 × NBar
35 000				4 500 × NBar
700 000		8 ans	8 ans	126 000 × NB
1 000 000				181 000 × NB
1 500 000				271 000 × NB
800 000				145 000 × NAB
600 000				1 084 000 × NAB

Np : nombre de passerelles
 NpK : nombre de postes de stationnement
 Npp : nombre de pré-passerelles

S : surface en m²
 Nesc : nombre d'escaliers
 Nt : nombre de tracteurs

NBar : nombre de barres
 NB : nombre de bus
 NAB : nombre d'aérobuses

CHAPITRE IV

IV.3.1.2 - Coût annuel de maintenance

	TYPE	MODE DE CALCUL	COÛT ANNUEL DE MAINTENANCE
PASSERELLES	Semi fixes non télescopiques — 1 tête — 2 têtes	Forfait comprenant : • la maintenance quotidienne • la maintenance annuelle • les pièces de rechange	40 000 × Np 80 000 × Np
	Semi-fixes télescopiques — 1 tête 7-10 m — 2 têtes		30 000 × Np 60 000 × Np
	Mobiles — radiales — télescopiques (23-35 m)		50 000 × Np 80 000 × Np
DISPOSITIFS D'ACCOSTAGE	— Mire simplifiée	Négligeable	—
	— système à boucles magnétiques	Négligeable	—
	— Barre robotisée	Estimation	16 000 × Npk
PRÉ-PASSERELLES			—
AIRES DE STATIONNEMENT	Souples	Revêtements anti K à refaire tous les 5 ans	6 × S
	Rigides	Joints à refaire tous les 5 ans	2 × S
BARRIÈRES ANTI-SOUFFLE	Tous types	Négligeables si elles ne sont pas déplacées	—
ESCALIERS PASSAGERS	Autotracté	8 % de la valeur de renouvellement (avec lubrifiants et carburants)	32 000 × Nesc
TRACTEURS DE POUSSAGE	Famille F1 (1)	10 % de la valeur de renouvellement	200 000 × Nt
	Familles F2 et F3 (1)		100 000 × Nt
	Famille F4 (1)		80 000 × Nt
BARRES DE POUSSAGE	Multiple	50 % de la valeur de renouvellement	25 000 × NBar
	Spécifique		
	— gros-porteur — moyen-porteur		22 500 × NBar 17 500 × NBar
MOYENS DE TRANSPORT	Bus 50 places	10 % de la valeur de renouvellement	70 000 × NB
	80 places		100 000 × NB
	150 places		150 000 × NB
	Aérobis 20 places		80 000 × NAB
	150 places		600 000 × NAB

(1) voir le tableau du § III.2.2.1, page 61.

Np : nombre de passerelles

NpK : nombre de postes de stationnement

S : surface en m²

Nesc : nombre d'escaliers

Nt : nombre de tracteurs

NBar : nombre de barres

NB : nombre de bus

NAB : nombre d'aérobis

Valeur de renouvellement : prise égale au prix d'achat du matériel.

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

IV.3.1.3 - Coût annuel d'assurance et coût annuel total du matériel

	TYPE	MODE DE CALCUL	COÛT ANNUEL D'ASSURANCE en francs	COÛT ANNUEL TOTAL Investissement + maintenance + assurance (en francs)
PASSERELLES	Semi fixes non télescopiques — 1 tête — 2 têtes			240 000 × Np 410 000 × Np
	Semi-fixes télescopiques — 1 tête 7-10 m — 2 têtes		—	200 000 × Np 400 000 × Np
	Mobiles — radiales — télescopiques (23-35 m)			280 000 × Np 340 000 × Np
DISPOSITIFS D'ACCOSTAGE	— Mire simplifiée			1 000 × Npk
	— système à boucles magnétiques		—	30 000 × Npk
	— Barre robotisée			61 000 × Npk
PRÉ-PASSERELLES	Surface de 70 m ²		—	80 000 × Npp
AIRES DE STATIONNEMENT	Souples			68 × S
	Rigides			64 × S
BARRIÈRES ANTI-SOUFFLE	Famille F1 (1)		—	31 200 × Npk
	Familles F2 et F3 (1)		—	20 800 × Npk
	Famille F4 (1)		—	10 400 × Npk
ESCALIERS PASSAGERS	Autotracté	6 % du coût annuel d'investissement	2 500 × Nesc	80 500 × Nesc
TRACTEURS DE POUSSAGE	Famille F1 (1)	6 % du coût annuel d'investissement	18 000 × Nt	508 000 × Nt
	Familles F2 et F3 (1)		9 000 × Nt	254 000 × Nt
	Famille F4 (1)		7 000 × Nt	203 000 × Nt
BARRES DE POUSSAGE	Multiple		—	31 400 × NBar
	Spécifique		—	28 300 × NBar
	Famille F1 (1) Familles F2 à F4 (1)		—	22 000 × NBar
MOYENS DE TRANSPORT	Bus 50 places		7 000 × NB	203 000 × NB
	80 places		11 000 × NB	292 000 × NB
	150 places		15 000 × NB	436 000 × NB
	Aérobis 20 places		4 000 × NAB	229 000 × NAB
	150 places		25 000 × NAB	1 709 000 × NAB

(1) voir le tableau du § III.2.2.1, page 61.

Np : nombre de passerelles
Npk : nombre de postes de stationnement
Npp : nombre de pré-passerelles
S : surface en m²

Nesc: nombre d'escaliers
Nt : nombre de tracteurs
NBar: nombre de barres
NB : nombre de bus
NAB: nombre d'aérobis

CHAPITRE IV

IV.3.1.4 - Coût annuel direct d'exploitation

	NATURE DE L'OPERATION	QUANTITÉ DE PERSONNEL (STANDARDS D'EXPLOITATION) (3)	DURÉE D'INTERVENTION PAR ROTATION	CONSUMATION D'ÉNERGIE	COÛT PAR ROTATION EN FRANCS	COÛT ANNUEL EN FRANCS
TRANSFERT DES PASSAGERS PAR PASSERELLE (2) (3)	Conduite des passerelles	1 x Ntet	15' x Ntet	—	35 x Ntet	12 800 x NRJ x Ntet
	Guidage des passagers — au départ — à l'arrivée	1 x Npp 1	30' 20'		70 x Npp 46	25 500 x Npp x NRJ 16 800 x NRJ
ESCALIERS PASSAGERS (4)	Mise en place/retrait	1 x Nesc	10' x Nesc		23 x Nesc	8 400 x Nesc x NRJ
TRACTEURS DE POUSSAGE	Conduite	1	B747 30' Autres 20'		70 46	25 500 x Npp x NRJ 16 800 x NRJ
ACCOSTAGE DES AVIONS	Guidage par placier	1	10'		23	8 400 x NRJ
TRANSFERT DES PASSAGERS A PIED (2) (3)	Guidage des passagers — au départ	Famille d'avions (1) F1 - F2 : 4 F3 - F4 : 3	30' x 4		280	102 200 x NRJ
			30' x 3		210	76 600 x NRJ
	— à l'arrivée	F1 - F2 : 3 F3 - F4 : 2	25' x 3 25' x 2		172 115	62 800 x NRJ 42 000 x NRJ
BUS	Conduite des bus	1 x NB	30' x NB x NRB	7 l/heure = 20 F/heure	79 x NB	28 800 x NB x NRB x NRJ
TRANSFERT DES PASSAGERS PAR BUS (2) (3)	Guidage des passagers — au départ	Famille d'avions (1) F1 - F2 : 4 F3 - F4 : 3	30' x 4		280	102 200 x NRJ
			30' x 3		210	76 600 x NRJ
	— à l'arrivée	F1 - F2 : 3 F3 - F4 : 2	25' x 3 25' x 2		172 115	62 800 x NRJ 42 000 x NRJ
AÉROBUS	Conduite des aérobuses	1 x NAB	30' x NAB x NRAB	15 l/heure = 40 F/heure	89 x NAB	32 500 x NAB x NRAB x NRJ
TRANSFERT DES PASSAGERS PAR AÉROBUS (2) (3)	Guidage des passagers — au départ	2	30' x 2		140	51 100 x NRJ
	— à l'arrivée	1	20'		46	16 800 x NRJ

Npp : nombre de pré-passerelles
 Ntet : nombre de têtes de passerelles utilisées
 Nesc : nombre d'escaliers mis en place (voir remarque 2)
 NB : nombre de bus
 NAB : nombre d'aérobuses

NRJ : nombre de rotations journalières
 NRB : nombre de rotations de bus (voir remarque 5 du tableau II du § 4.3.2)
 NRAB : nombre de rotations d'aérobuses (voir remarque 5 du tableau II du § 4.3.2)

(1) Voir le tableau du § III.2.2.1, page 61.

(2) Voir § IV.1.2.2. Le personnel comprend les agents chargés :

— de vérifier ou compter les cartes d'embarquement en sortie de salle d'embarquement,

— d'accompagner ou de guider les passagers vers l'avion.

(3) Suivant la taille de l'escale, le personnel affecté à ces opérations sera :

— soit, du personnel spécifique pour des grandes escales, ce coût est alors à prendre en compte entièrement (comme cela a été fait aux paragraphes suivants)

— soit, du personnel utilisé pour d'autres tâches dans les petits aéroports (enregistrement - arrivée - embarquement) ; certains coûts pourraient alors être considérés comme marginaux.

(4) Nombre d'escaliers passagers :

— Avec des bus ou à pied il y a 2 escaliers, quelque soit le type d'avion. Pour la famille d'avion F4 il y a généralement un escalier intégré à l'avion.

— Avec des passerelles ou des aérobuses il faut un escalier pour le service d'entretien.

IV.3.2 - BILAN ÉCONOMIQUE GLOBAL

Les tableaux de la page suivante indiquent le coût global annuel rapporté à une rotation journalière en fonction :

— du type d'avions (classés par famille),

— du type de chaussée des aires de stationnement (souple ou rigide),

— de la manœuvre choisie (poussée ou autonome),

— du système de transfert envisagé (par passerelle, à pied, par bus ou par aérobus),

CHAPITRE IV

- du type de matériel :
 - différents type de tracteurs et de barres de poussage (pour le calcul une barre multiple est considérée)
 - différents types de passerelles,
 - différents types de bus,
 - des systèmes d'accostage envisagés. Dans les tableaux suivants sont considérés :
 - un guidage par placier sans passerelle
 - des mires simplifiées pour les passerelles mobiles
 - des systèmes à boucles magnétiques pour les passerelles semi-fixes.
- du coût de transformation de l'aérogare.

Ce coût est très variable suivant l'état existant (nul si l'aérogare est déjà à 2 niveaux, plusieurs dizaines de millions de francs dans le cas contraire) ; il n'est pas pris en compte dans le calcul général mais peut l'être dans l'étude d'un cas particulier.

TABLEAU I
Coût en francs.

		Coût I = Part du coût dû au type de manœuvre = aires + barrières anti souffle (en manœuvre autonome) ou aires + tracteurs (avec barres de poussage et personnel (2)) en manœuvre poussée			
		Famille F1 (1)	Famille F2 (1)	Famille F3 (1)	Famille F4 (1)
MANŒU- VRE AUTO- NOME	Surface*	11 000 m ²	8 500 m ²	6 700 m ²	4 800 m ²
	Chaussée souple	779 200 × Npk	598 800 × Npk	476 400 × Npk	336 800 × Npk
	Chaussée rigide	735 200 × Npk	564 800 × Npk	449 600 × Npk	317 600 × Npk
MANŒU- VRE POUSSÉE	Surface*	8 300 m ²	5 900 m ²	5 400 m ²	3 800 m ²
	Chaussée souple	564 400 × Npk + 539 400 × Nt + 25 500 × NRJ	401 200 × Npk + 285 400 × Nt + 16 800 × NRJ	367 200 × Npk + 285 400 × Nt + 16 800 × NRJ	258 400 × Npk + 234 400 × Nt + 16 800 × NRJ
	Chaussée rigide	531 200 × Npk + 539 400 × Nt + 25 500 × NRJ	377 600 × Npk + 285 400 × Nt + 16 800 × NRJ	345 600 × Npk + 285 400 × Nt + 16 800 × NRJ	243 200 × Npk + 234 400 × Nt + 16 800 × NRJ

* Y compris la voie de desserte et les zones de stockage du matériel.

(1) voir le tableau du § III.2.2.1, page 61.

(2) Ces tableaux sont valables pour les « standards d'exploitations » (moyens mis en place) donnés dans les tableaux précédents. Certaines compagnies d'assistance utilisent des standards plus faibles. Avant de réaliser une étude concrète, il convient donc de vérifier localement ces hypothèses.

Npk : nombre de postes de stationnement

Np : nombre de passerelles

Nt : nombre de tracteurs

NRJ : nombre de rotations journalières (1 rotation = 2 mouvements)

NBAR : nombre de barres (pris égal au nombre de tracteurs)

NAB: nombre d'aérobuses

NB : nombre de bus

ÉTUDE COMPARATIVE DES SYSTÈMES DE TRANSFERT AÉROGARE-AVIONS

TABLEAU II
Coût en francs.

PAR PASSERELLE (3) (4)		Coût II = Part du coût dû au type de transfert = moyens de transport (passerelles + pré-passerelles (3) ou bus (5)) + dispositifs d'accostage + escaliers passagers (4) + personnel correspondant (2)			
TYPE DE PASSE-RELLE	COÛT EN FRANCS	A PIED (4)	PAR BUS (4) (5)	PAR AÉROBUS (4) (5)	
Semi-fixe non télescopique 1 tête	$240\ 000 \times Np$ $+ 190\ 500 \times Npk$ $+ 63\ 500 \times NRJ$	F1	F1	F1	
Semi-fixe non télescopique 2 têtes	F1 $410\ 000 \times Np$ et $+ 190\ 500 \times Npk$ F2 $+ 76\ 300 \times NRJ$ F3 $410\ 000 \times Np$ et $+ 190\ 500 \times Npk$ F4 $+ 63\ 500 \times NRJ$	et F2	$161\ 000 \times Npk$ $+ 190\ 200 \times NRJ$	$436\ 000 \times NB$ $+ 161\ 000 \times Npk$ $+ 391\ 800 \times NRJ$ F2 $436\ 000 \times NB$ $+ 161\ 000 \times Npk$ $+ 334\ 200 \times NRJ$	
Semi-fixe télescopique 1 tête	$200\ 000 \times Np$ $+ 270\ 500 \times Npk$ $+ 63\ 500 \times NRJ$	F3	F3	F2 et F3	
Semi-fixe télescopique 2 têtes	F1 $400\ 000 \times Np$ et $+ 270\ 500 \times Npk$ F2 $+ 76\ 300 \times NRJ$ F3 $400\ 000 \times Np$ et $+ 270\ 500 \times Npk$ F4 $+ 63\ 500 \times NRJ$	$161\ 000 \times NpK$ $+ 143\ 800 \times NRJ$	F3 $436\ 000 \times NB$ $+ 161\ 000 \times Npk$ $+ 287\ 800 \times NRJ$	$1\ 709\ 000 \times NAB$ $+ 80\ 500 \times Npk$ $+ 247\ 200 \times NRJ$	
Mobile radiale	$280\ 000 \times Np$ $+ 161\ 500 \times Npk$ $+ 63\ 500 \times NRJ$	F4	F4	F4	
Mobile télescopique (6)	$340\ 000 \times Np$ $+ 161\ 500 \times Npk$ $+ 63\ 500 \times NRJ$	$80\ 500 \times Npk$ $+ 135\ 400 \times NRJ$	$436\ 000 \times NB$ $+ 80\ 500 \times Npk$ $+ 221\ 800 \times NRJ$	$1\ 709\ 000 \times NAB$ $+ 80\ 500 \times Npk$ $+ 182\ 200 \times NRJ$	
COÛT ANNUEL TOTAL = COÛT I + COÛT II + COÛT DE TRANSFORMATION DE L'AÉROGARE					

(3) Nombre de pré-passerelles : Une de 70 m² par poste de stationnement, sauf pour les passerelles semi-fixes télescopiques (140 m²).

(4) Nombre d'escaliers par poste de stationnement
1 avec des passerelles ou des aérobus
2 par bus ou à pied sauf pour les avions de la famille F4 : 1 seul.

(5) Nombre de rotations de bus « 150 places » ou d'« aérobus »
F1 : 3 à l'arrivée, 4 au départ
F2 et F3 : 2 à l'arrivée, 3 au départ
F4 : 1 à l'arrivée, 2 au départ

(6) Cette formule correspond à une seule passerelle mobile télescopique par poste de stationnement. Pour deux elle devient : $340\ 000 \times Np + 161\ 500 \times Npk + 76\ 300 \times NRJ$.

CHAPITRE IV

IV.3.3. - EXEMPLE D'UTILISATION DES TABLEAUX PRÉCÉDENTS

Comparons les cinq cas concrets suivants :

Cas n° 1 : 3 postes en manœuvre autonome, avec transfert à pied dont :

- 1 poste A300 avec 12 mouvements d'A300 par jour,
- 2 postes A320 avec 6 mouvements d'A320 par jour sur chaque poste.

Cas n° 2 : idem cas n° 1, mais poste A300 équipé d'une passerelle mobile télescopique.

Cas n° 3 : idem cas n° 1, mais poste A300 en manœuvre poussée et équipé d'une passerelle semi-fixe non télescopique à 1 tête.

Cas n° 4 : idem cas n° 3 mais passerelle semi-fixe non télescopique à 2 têtes.

Cas n° 5 : 3 postes en manœuvre poussée équipés de passerelles semi-fixes non télescopiques à 1 tête :

- 1 poste A300 avec 12 mouvements d'A300 par jour
- 2 postes A320 avec 6 mouvements d'A320 par jour sur chaque poste.

Coût en francs.	Cas n° 1 (3 autonomes)	Cas n° 2 (3 autonomes dont 1 avec passerelle mobile)	Cas n° 3 (1 poussé avec passerelle 1 tête + 2 autonomes)	Cas n° 4 (1 poussé avec passerelle semi-fixe 2 têtes + 2 autonomes)	Cas n° 5 (3 poussés avec passerelles semi-fixes 1 tête)
TABLEAU I (voir remarques 1, 2 et 3)	598 800 + 336 800 × 2	598 800 + 336 800 × 2	404 200 + 285 400 × 2 + 16 800 × 6 + 336 800 × 2	401 200 + 285 400 × 2 + 16 800 × 6 + 336 800 × 2	401 200 + 285 400 × 2 + 16 800 × 6 + 258 400 × 2 + 16 800 × 3 × 2
TABLEAU II (voir remarque 4)	161 000 + 190 200 × 6 + 80 500 × 2 + 135 400 × 3 × 2	340 000 + 161 500 + 63 500 × 6 + 80 500 × 2 + 135 400 × 3 × 2	240 000 + 190 500 + 63 500 × 6 + 80 500 × 2 + 135 400 × 3 × 2	410 000 + 190 500 + 76 300 × 6 + 80 500 × 2 + 135 400 × 3 × 2	240 000 × 3 + 190 500 × 3 + 63 500 × 12
Coût annuel en Francs	3 548 000	3 128 300	3 531 300	3 778 100	3 743 900
	+ COÛT ÉVENTUEL DE TRANSFORMATION DE L'AÉROGARE				

Remarque 1 : Ces chiffres sont obtenus avec les « standards » d'exploitation définis dans le tableau « Coût annuel direct d'exploitation » du § IV 3.1.4, qui correspondent à une bonne qualité de service.

Remarque 2 : Les chaussées sont supposées souples.

Remarque 3 : Les aires de stationnement sont supposées à réaliser entièrement, dans le cas contraire, les calculs doivent être corrigés en conséquence.

Remarque 4 : Dans les cas 3, 4 et 5, 2 tracteurs type A300 sont nécessaires.

IV.4 - Éléments de choix

Pour choisir parmi toutes les possibilités la démarche suivante est proposée :

1) Analyse du trafic :

Étude des mouvements d'une semaine caractéristique :

- réalisation d'une simulation de stationnement en fonction des contraintes de l'aéroport, en essayant de regrouper sur un même poste les avions d'une même famille,
- taux d'utilisation de chaque poste.

2) Choix du système de transfert :

— Sur le premier poste de stationnement, faire une comparaison économique et qualitative entre le système de transfert par passerelle et les autres, les différents modes de stationnement et les différents types de passerelle (cf. § IV.3.3).

Pour cette comparaison économique il convient :

- de redéfinir des standards d'exploitation
- de suivre la méthodologie des pages précédentes (tableaux I et II du § IV.3.2).

— Recommencer cette opération sur les autres postes et fixer ainsi le nombre de postes à desservir par passerelle.

3) Choix du mode de stationnement, du type de passerelle et du nombre de passerelles (ou de têtes) par poste

Tous les éléments qualitatifs ou économiques cités dans l'étude ne sont pas indépendants.

Ainsi les deux séries de critères suivants permettent d'effectuer un tri parmi les solutions possibles.

CHAPITRE IV

a) Si le poste de stationnement est tel que :

— des installations fixes (prises 400 Hz) existent ou sont prévues

ou

— l'avion est en manœuvre poussée et le poste est uni-axial et les types d'avions et la place disponible permettent de respecter les pentes dans les passerelles semi-fixes.

Il est possible de choisir une passerelle semi-fixe ou mobile non télescopique.

b) Dans le cas contraire, c'est-à-dire si :

— des installations fixes n'existent pas ou ne sont pas prévues

— et que :

- soit l'avion est en manœuvre autonome
- soit le poste est multi-axial
- soit les types d'avions ou la place disponible ne permettent pas de respecter les pentes dans les passerelles semi-fixes.

Il n'est pas possible de choisir une passerelle semi-fixe ou mobile non télescopique, seules les passerelles mobiles et télescopiques conviennent.

Un dédoublement des passerelles ou des têtes peut améliorer la qualité du service. Avant de choisir une telle solution il convient :

- de déterminer le gain qualitatif réel,
- d'évaluer le surcoût induit,
- de juger de l'opportunité de ce surcoût.

Le choix du type de passerelles peut alors être effectué après comparaison des avantages et inconvénients de chaque solution.

ANNEXE 1

**CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX AVIONS POUVANT
ÊTRE DESSERVIS PAR PASSERELLE**
FAMILLE F 1 - Capacité en passagers (mini - maxi) 380 - 500

TYPES D'AVIONS	Portes gauches en m		Position et enve- loppe des portes en m		Hauteur seuil de porte en m		O et (hauteur) en m
	N°	Dimensions	C	E	Mini	Maxi	
B 747 Séries 100, SR 200 300 400	1	1,07 × 1,93	9,50	2,28	4,65	5,36	5,53 (8,66)
	2		18,80	2,28	4,78	5,23	
	4		40,74	2,28	5,03	5,33	
	5		55,14	2,23	4,57	5,33	
B 747 - SP	1	1,07 × 1,93	9,50	2,28	4,78	4,98	5,53 (8,66)
	2		16,41	2,28	4,83	5,03	
	3		31,60	2,28	4,92	5,14	
	4		41,35	2,28	4,98	5,19	

FAMILLE F 2 - Capacité en passagers (mini - maxi) 250 - 400

TYPES D'AVIONS	Portes gauches en m		Position et enve- loppe des portes en m		Hauteur seuil de porte en m		O et (hauteur) en m
	N°	Dimensions	C	E	Mini	Maxi	
DC 8 Séries 62 et 72	1	0,89 × 1,83	6,22	1,70	3,23	3,40	3,0 (4,4)
	3		37,59	1,70	3,63	3,99	
DC 8 Séries 61, 63, 71 et 73	1	0,89 × 1,83	6,22	1,70	3,23	3,40	3,0 (4,4)
	3		46,74	1,70	3,28	3,40	
MD 11	1	0,81 × 1,93	5,08	0,81	NC	NC	2,11 (6,3)
	2	1,07 × 1,93	14,66	1,07			
	4	1,07 × 1,93	3	1,07			
DC 10 Série 10	1	0,81 × 1,98	5,08	0,81	4,72	5,05	2,11 (6,3)
	2	1,07 × 1,93	14,66	1,07	4,72	4,95	
	4	1,07 × 1,93	41,66	1,07	4,62	4,85	
DC 10 Séries 20, 30, 40	1	0,81 × 1,93	5,08	0,81	4,78	5,16	2,11 (6,3)
	2	1,07 × 1,93	14,66	1,07	4,78	5,05	
	4	1,07 × 1,93	41,66	1,07	4,60	4,90	
L 1011 Série 100	1	1,07 × 1,93	5,59	1,07	4,62	4,72	2,40 (5,82)
	2	1,07 × 1,93	20,19	1,07	4,60	4,72	
	3	1,07 × 1,93	36,32	1,07	4,55	4,70	
L 1011 Série 500	1	1,07 × 1,93	5,61	1,07	4,62	4,72	2,40 (5,82)
	2	1,07 × 1,93	17,65	1,07	4,62	4,72	
	3	1,07 × 1,83	38,71	1,07	4,55	4,70	

O : position de l'œil du pilote : distance par rapport au nez de l'avion et hauteur par rapport au sol (entre parenthèses).

C : distance entre l'axe de la porte et le nez de l'avion.

E : largeur totale porte ouverte.

FAMILLE F 3 - Capacité en passagers (mini - maxi) 180 - 340

TYPES D'AVIONS	Portes gauches en m		Position et enveloppe des portes en m		Hauteur seuil de porte en m		O et (hauteur) en m
	N°	Dimensions	C	E	Mini	Maxi	
A 300 Séries B2, B4, C4	1	1,07 × 1,93	5,80	2,43	4,47	4,67	2,40 (5,50)
	2	1,07 × 1,93	13,08	2,43	4,60	4,78	
	4	1,07 × 1,93	39,78	2,43	5,16	5,38	
A 300 Série 600	1	1,07 × 1,93	5,85	2,43	4,41	4,58	2,40 (5,50)
	2	1,07 × 1,93	13,08	2,43	4,54	4,70	
	4	1,07 × 1,93	41,38	2,43	5,66	5,40	
A 310 Séries 200 - 300	1	1,07 × 1,93	5,85	2,43	4,41	4,55	2,40 (5,45)
	3	1,07 × 1,93	33,96	2,43	4,67	4,85	
A 340* - série 300 A 330	1	1,07 × 1,93	5,85	2,43	NC	NC	2,40 (NC)
	2	1,07 × 1,93	17,92	2,43			
	4	1,07 × 1,93	50,85	2,43			
B 707 Séries 300 - 400	1	0,86 × 1,83	5,03	2,14	3,02	3,25	3,1 (4,5)
	2	0,86 × 1,83	36,20	2,34	3,07	3,25	
B 757	1	0,84 × 1,83	5,05	1,85	3,78	4,01	2,24 (4,70)
	2	0,84 × 1,83	13,99	1,85	3,84	4,01	
	3	0,76 × 1,83	38,33	1,75	3,89	4,14	
B 767 - 200	1	1,07 × 1,88	5,69	1,07	4,09	4,46	2,26 (5,54)
	2	1,07 × 1,88	36,12	1,07	4,07	4,42	
B 767 - 300	1	1,07 × 1,88	5,69	1,07	4,13	4,50	2,26 (5,54)
	2	1,07 × 1,88	42,55	1,07	3,98	4,40	

* : Projet

O : position de l'œil du pilote : distance par rapport au nez de l'avion et hauteur par rapport au sol (entre parenthèses).

C : distance entre l'axe de la porte et le nez de l'avion.

E : largeur totale porte ouverte.

CARACTÉRISTIQUES D'AVIONS

FAMILLE F 4 - Capacité en passagers (mini - maxi) 100 - 180

TYPES D'AVIONS	Portes gauches en m		Position et enveloppe des portes en m		Hauteur seuil de porte en m		O et (hauteur) en m
	N°	Dimensions	C	E	Mini	Maxi	
A 320 Séries 100, 200	1	0,81 × 1,83	5,02	1,81	3,39	3,46	2,40 (4,56)
	2		29,64	1,79	3,36	3,45	
BAC 111 Toutes séries	1	0,84 × 1,73	4,98	0,84	1,68	1,91	NC
BAe 146 Série 200	1	0,86 × 1,91	5,07	1,65	1,89	2,10	3,0 (2,9)
	2		20,36	1,65	1,89	2,17	
B 727 Série 100	1	0,86 × 1,83	5,03	2,05	2,49	2,95	2,49 (3,84)
B 727 Série 200	1	0,86 × 1,83	5,03	2,05	2,44	3,07	2,49 (3,84)
B 737 Série 200	1	0,86 × 1,83	5,03	2,10	2,46	2,64	2,49 (3,73)
	2		23,27	1,94	2,74	2,79	
B 737 Série 300	1	0,86 × 1,83	5,03	1,98	2,62	2,77	2,49 (3,73)
	2		25,91	1,94	2,62	2,77	
CARAVELLE	1	0,81 × 1,65			2,03	2,18	NC
CONCORDE	1	0,76 × 1,68	12,65	1,68	4,47	4,97	NC
DC 9 - Séries 10 20, 30, 40, 50	1	0,86 × 1,83	4,38	1,81	2,18	2,39	3,48 (2,84)
MD 80 Séries 81, 82, 83	1	0,86 × 1,83	4,38	1,81	2,24	2,39	3,48 (2,87)
MERCURE	1	0,85 × 1,80	4,20	1,80	2,83	2,21	NC
	2		29,37	1,73	3,01	3,14	
FOKKER 100 **	1	0,86 × 1,93	4,36	0,86	2,10	2,40	NC

** : avion ne pouvant être desservi par passerelle que dans des conditions très particulières.

O : position de l'œil du pilote : distance par rapport au nez de l'avion et hauteur par rapport au sol (entre parenthèses).

C : distance entre l'axe de la porte et le nez de l'avion.

E : largeur totale porte ouverte.

ANNEXE 1

FAMILLE F 5 - Capacité en passagers (mini - maxi) 40 - 85

TYPES D'AVIONS	Portes gauches en m		Position et enveloppe des portes en m		Hauteur seuil de porte en m		O et (hauteur) en m
	N°	Dimensions	C	E	Mini	Maxi	
A T R 42 **	2	0,75 × 1,75	15,3	0,75	1,33	1,46	2,65 (5,97)
FOKKER F 27 MK 500 **	2	0,73 × 1,65	17,36	0,73	1,42	1,54	2,5 (2,5)
FOKKER F 28 4000	1	0,86 × 1,93	4,27	0,86	1,63	1,91	2,5 (2,5)
FOKKER 50 **	2	0,76 × 1,78		idem F27			NC
British Aérospatiale ATP **	1	0,80 × NC	4,61	NC	2,09	NC	2,3
	2	0,80 × NC	20,3	NC	NC	NC	(NC)

** : avion ne pouvant être desservi par passerelle que dans des conditions très particulières.

O : position de l'œil du pilote : distance par rapport au nez de l'avion et hauteur par rapport au sol (entre parenthèses).

C : distance entre l'axe de la porte et le nez de l'avion.

E : largeur totale porte ouverte.

ANNEXE 2

LES PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS DE PASSERELLES

CONSTRUCTEURS	CONSTRUCTEURS SOUS LICENCE
SOVAM (France) B.P. 54 76200 PARTHENAY	
S.I.P. (France) B.P. 89 06322 CANNES-LA-BOCCA	
AVIOBRIDGE (Pays-Bas) De Beisboch Dordrecht Maastraat 24 Po Box 96 3300 AB DORDRECHT	<p> MITSUBISHI (Japon) ANSAIR (Australie) </p>
ABEX, JETWAY (U.S.A.) 3100 S Pennsylvania Ave Po BOX 9368 Ogden Utah 84409	<p> AIRPORT EQUIPMENT LTD (Nlle Zélande) REGGIAN CO (Italie) SHIN MEIWA (Japon) TITAN (France) </p>
THYSSEN HENSCHTEL (R.F.A.) Postfact 102969 D 3500 KASSEL	
WOLLARD (U.S.A.) 6950 NW 77th Court MIAMI FLORIDA 33166	<p> RHEEM (Australie) ALARKO (Turquie) BOUSTEAD (Singapour) ROBERT MITCHELL (Canada) </p>
STEARNS (U.S.A.) PO BOX 646 CROWLEY, TEXAS 76 036	
RENMARK (U.S.A.) Po Box 104 LOS ALAMITOS CALIFORNIA 90720	<p> G.E.C. (UK) G.E.C. (Australie) </p>
SAFEGATE (Suède) Bryggaregatan 9 S - 23100 TRELLEBORG (SWEDEN)	<p> VALMET (Finlande) FATA (Italie) </p>

A

accostage des avions : III.3.1, p. 72
 accostage des passerelles : IV.2.5, p. 100
 aérobus : IV.1, p. 79 ; IV.1.2.2, p. 87
 aérogares : III.1, p. 47
 aéroports équipés de passerelles : IV.1.4, p. 90
 air climatisé : II.5.4, p. 44
 air comprimé : II.5.4, p. 44
 aires de stationnement : III.2, p. 60
 alarmes : II.4.4, p. 41
 alimentations : II.5.4, p. 44
 antichambre : II.2.1, p. 22
 appareils : III.2.5, p. 67 ; II.3.4, p. 78
 assurance : IV.3.1.3, p. 109
 autolock : II.5.3, p. 43
 automatismes : II.5.2, p. 42
 auvent : II.4.2, p. 34
 avions (caractéristiques d') : III.2.2, p. 61 ; Annexe 1, p. 117

B

barres d'arrêt : III.3.1, p. 74
 barres de poussage : III.3.2, p. 75
 barrières anti-souffle : III.3.3, p. 77
 bus (transfert par) : IV.1, p. 79 ; IV.1.2.2, p. 87

C

cabine d'accostage : II.2.1, p. 23 ; II.2.2, p. 25
 cadre : voir antichambre
 charges sur essieu : III.2.4, p. 67
 chaussée ; III.2.3, p. 64 ; III.2.4, p. 67
 choix (éléments de) : IV.4, p. 115
 circuits de passagers : III.1.1.1, p. 47
 confort : II.4.2, p. 34
 constructeurs : Annexe 2, p. 121
 couloirs de l'aérogare : III.1.3.1, p. 56
 coût : IV.3, p. 105

D

dimensions des passerelles : II.3.1, p. 27 ; II.3.2, p. 29 ; II.3.3, p. 31 ; II.4.1, p. 32
 dimensions des postes de stationnement : II.2.2, p. 61 ; IV.2.4, p. 98

E

économique (bilan) : IV.3.2, p. 111
 électrique (énergie) : II.5.4.1, p. 44
 équipements : II.5.4, p. 44 ; IV.2.10, p. 102
 escaliers : III.1.3.2, p. 57
 exploitation : III.3, p. 72 ; IV.1.2, p. 86 ; IV.3.1.4, p. 110

F

fermeture (systèmes de) : II.4.4.7, p. 41
 fiabilité : IV.2.8, p. 101

G

gabarit : III.2.5, p. 67
 galeries : II.1.2, p. 16 ; II.2.1, p. 22 ; II.2.2, p. 24
 gêne sur la voie de service : III.1.2.1, p. 51 ; IV.1.2.3, p. 88
 gestion des aires : IV.1.2, p. 86 ; IV.2.1, p. 94
 guidage des avions : III.3.1, p. 72

H

habillage extérieur : II.5.3, p. 43
 handicapés : II.4.2, p. 34 ; III.1.2.2.2, p. 52 ; IV.1.2.3, p. 88

I

implantation des passerelles : III.2.2, p. 63
 incendie (sécurité) : II.4.4.6, p. 41
 intempéries (protection) : IV.1.1, p. 80
 investissement : IV.3.1.1.1, p. 106
 isonivelage : II.2.1.4, p. 23 ; II.4.4.3, p. 38

L

liaison passerelle-aérogare : III.1.2, p. 49
 longueur de cheminement : IV.1.2, p. 80

M

maintenance : IV.2.7, p. 101 ;
IV.3.1.2, p. 108
mise à niveau : voir isonivelage
modification du plan de stationnement : III.2.3, p. 65 ; IV.2.2, p. 96
mondiale (répartition) : IV.1.4, p. 90
montage : IV.2.11, p. 102

N

niveaux (changement) : III.1.3, p. 56
nombre de passerelles : I.1, p. 10 ;
III.1.2.2.4, p. 54 ; IV.1.4, p. 90

P

passerelles semi-fixes non télescopiques : II.1.1, p. 14 ; II.3.1, p. 26 ;
II.4.3.2, p. 35
passerelles semi-fixes télescopiques :
II.1.3, p. 18 ; II.3.2, p. 28
passerelles mobiles et télescopiques :
II.1.2, p. 16 ; II.3.3, p. 30 ;
II.4.3.3, p. 36
passerelles radiales : II.1.3, p. 20
passerelles au-dessus de l'aile :
II.1.3, p. 20
pente : II.4.2, p. 34 ; II.5.3, p. 43 ;
IV.2.4, p. 98
personnel : IV.1.2.2, p. 86 ; IV.2.6,
p. 100 ; IV.3.1.4, p. 110
pied (transfert à) : IV.1.2.2, p. 86 ;
IV.1, p. 79
piédestal : II.2.1, p. 23
plans de stationnement : III.2.6,
p. 70 ; IV.2.2, p. 96
portes d'avions : II.4.1, p. 33 ;
Annexe 1, p. 117
portique élévateur : II.2.1, p. 23 ;
II.2.2, p. 25
poussage : III.3.2, p. 75
pré-passerelle : III.1.2, p. 49 ;
III.1.2.2, p. 51
profil en travers : III.2.3, p. 64

Q

qualité de service : IV.1.1, p. 80 ;
IV.1.1.6, p. 85
quantité de personnel : voir
personnel

R

rampes inclinées : III.1.3.3, p. 58
revêtement des aires : III.2.4, p. 67
rotonde : II.2.2, p. 24

S

sécurité : II.4.4, p. 37 ; IV.1.1.5,
p. 85
sécurité incendie : II.4.4.6, p. 41
standards d'exploitation : voir
personnel
sûreté : III.1.1.1, p. 48 ; IV.1.1.5,
p. 85
surface postes de stationnement :
III.2.2.1, p. 66 ; III.2.2.2, p. 68 ;
IV.2.4, p. 98
systèmes de fonctionnement : II.5.1,
p. 42

T

temps de débarquement : IV.1.1.4,
p. 84
tête d'accostage : II.1.1, p. 14 ;
II.1.3, p. 18 ; II.2.1, p. 23 ; II.2.2,
p. 25 ; II.4.1, p. 32 ; II.4.3.1, p. 31
tracteurs : III.3.2, p. 75
train de roulement : II.2.2, p. 25
transfert à pied : IV.1.2.2, p. 87 ;
IV.1, p. 79
transfert par bus : IV.1.2.2, p. 87 ;
IV.1, p. 79
transfert par aérobus : IV.1.2.2,
p. 87 ; IV.1, p. 79
transfert par passerelle : IV.1.2.2,
p. 87 ; IV.1, p. 79

U

utilisation des passerelles (taux d') :
IV.1.3, p. 90

V

véhicules : III.2.5, p. 69
visibilité : II.4.4.2, p. 37
vitesses d'évolution : II.4.3, p. 34 ;
II.3, p. 26
voie de service : III.1.2.1, p. 51 ;
IV.1.2.3, p. 88

Z

zone de manœuvre : III.3.4, p. 78 ;
IV.2.6, p. 100
zone de stockage : III.2.2, p. 65

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

1	Paris CDG2	Passerelle semi-fixe	15
2	Le Caire	»	15
3	Paris Orly Ouest	»	15
4	Paris Orly Sud	Passerelle mobile	17
5	Lyon Satolas	»	17
6	Paris Orly Ouest	»	17
7	Bruxelles National	Passerelle semi-fixe télescopique	19
8	San Francisco Int.	»	19
9	Amsterdam Schiphol	Passerelle radiale	21
10	Amsterdam Schiphol	Passerelle au-dessus de l'aile	21
11	Toulouse Blagnac	Dispositif d'isonivelage	39
12	Paris Orly Ouest	»	39
13	Marseille	Système de secours	39
14	Zurich Kloten	Equipements sur passerelle	45
15	Paris Orly Sud	Liaison directe passerelle-aérogare	51
16	Marseille	Pré-passerelle	51
17	New York Kennedy	Voie de service	51
18	Marseille	1 passerelle par pré-passerelle	55
19	Lyon Satolas	2 passerelles par pré-passerelle	55
10	Toronto	4 passerelles par pré-passerelle	55
21	Zurich Kloten	Pré-passerelles inclinées	58
22	Lyon Satolas	Revêtement des aires	66
23	Lyon Satolas	Essieu	66
24	Toulouse Blagnac	Essieu à 4 roues	66
25	Lyon Satolas	Gabarit sous pré-passerelle	68
26	Toulouse Blagnac	»	68
27	Lyon Satolas	Largeur de voie de service	68
28	Toulouse Blagnac	Mires de guidage	73
29	Birmingham	Mires à boucles magnétiques	73
30	Paris CDG	Barre d'arrêt robotisée	73
31	Lyon Satolas	Tracteur TD 18000	76
32	Paris Orly	Tracteur TD 25000	76
33	Paris CDG	Tracteur à pelle	76
34	Paris CDG2	Bus élévateur	81
35	Nice Côte d'Azur	Véhicule Help	89
36	Nice Côte d'Azur	»	89
37	Nice Côte d'Azur	Gêne sur la voie de service	89
38	Paris Orly Ouest	Montage d'une passerelle semi-fixe	103
39	Toulouse Blagnac	Montage d'une passerelle mobile	103

Couverture : Passerelle semi-fixe non télescopique à 2 têtes à Orly Ouest

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Annexes 14 et 17 de l'O.A.C.I.
- Manuel de référence pour la planification des installations terminales (I.A.T.A. 1979)
- Airport handling manual (I.A.T.A.)
- Instruction technique sur les aérodromes civils
Fascicule 5 (D.G.A.C. 1984)
- Les aérogares (D.G.A.C./S.T.B.A.-Janvier 1983)
- Les passerelles (ADP 1977)
- Installations fixes de traitement de l'avion sur les aéroports (Air France - Août 86)
- Documents de constructeurs

Edition : Service technique des bases aériennes (STBA) - (2^e trimestre 1987)

Conception et rédaction :

M. LABBÉ - Chef de l'arrondissement « Bâtiments »

P. JÉRÔME, M. RICAUD et A. BISANÇON - Chargés d'études

avec la collaboration de la commission technique de l'I.C.A.A. - Région France

Photographies : G. NEEL - Photothèque : STBA

Impression : Atelier du STBA

