

Norme internationale



6833

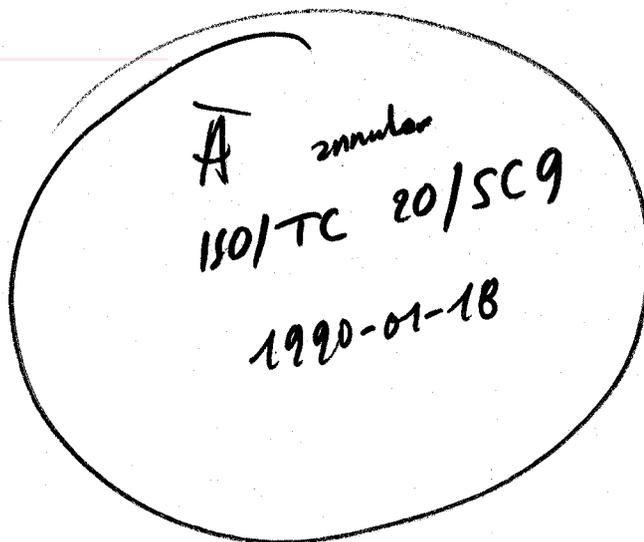
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Fret aérien — Caractéristiques minimales des futurs systèmes de chargement et des soutes à bord des avions gros porteurs (transport intermodal)

Air cargo — Minimum requirements for future wide-body aircraft cargo systems and compartments (intermodal)

Première édition — 1983-06-01

Annulé en 1990



CDU 629.7.045 : 621.869.8

Réf. n° : ISO 6833-1983 (F)

Descripteurs : industrie aéronautique, avion, transport de marchandises, spécification.

Prix basé sur 13 pages

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 6833 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1981.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Égypte, Rép. arabe d'	Roumanie
Allemagne, R. F.	Espagne	Royaume-Uni
Australie	France	Tchécoslovaquie
Autriche	Irlande	URSS
Belgique	Italie	USA
Brésil	Japon	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

Pays-Bas

Fret aérien — Caractéristiques minimales des futurs systèmes de chargement et des soutes à bord des avions gros porteurs (transport intermodal)

1 Objet

La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques minimales de fonctionnement, de calcul et d'essai des équipements de transport de fret aérien, appelés systèmes unitaires de chargement et de retenue au pont principal, pour avions-cargos civils gros porteurs. Elle indique également brièvement les caractéristiques générales de calcul de la soute et de l'enveloppe avion.

2 Domaine d'application

Les avions auxquels il est fait référence ici sont des avions-cargos destinés uniquement au transport civil de marchandises.

Les spécifications de la présente Norme internationale sont applicables, mais pas exclusivement, aux équipements de bord faisant l'objet des directives de navigabilité figurant dans le document US FAR/Partie 25 (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents), c'est-à-dire conçus pour transporter du fret groupé dans des conteneurs intermodaux ou autres unités de charge compatibles. Dans la présente Norme internationale, on entend par «intermodalité» le transport de marchandises par divers modes de transport, air-mer-route-rail, les unités de charge ayant ou non été certifiées. La présente Norme internationale fixe d'abord un certain nombre d'exigences fondamentales préalables relatives aux compartiments à fret et aux systèmes de chargement et de retenue du fret à bord de l'avion. Ces systèmes de chargement et compartiments sont principalement conçus pour des unités de charge de 2,44 m (96 in) de largeur à planchers de formes multiples. Ils doivent néanmoins pouvoir loger du fret hors gabarit. Le système de chargement, la soute à fret et les caractéristiques matérielles de l'avion ayant rapport avec le fret doivent être définis de manière suffisamment précise pour pouvoir établir des spécifications relatives aux matériels et installations mobiles ou fixes de complément au sol dans le but de les normaliser.

La présente Norme internationale a pour but d'aider les transporteurs aériens à parvenir à une normalisation suffisante pour assurer, dans l'avenir, le transfert sans problème des marchandises du sol dans les avions ou d'un avion à l'autre. Elle n'a

pas été établie pour faire obstacle à la mise au point de nouveaux systèmes, mais au contraire pour constituer une base solide à leur élaboration.

3 Documents de référence

3.1 Unités de charge

On tiendra compte, en totalité ou en partie, des spécifications et des normes dont la liste suit. Pour de plus amples détails, consulter les manuels, catalogues et plans des constructeurs.

a) Unités de charge certifiées

ISO 1496/7, *Conteneurs de la série 1 — Spécifications et essais — Partie 7 : Conteneurs pour transport aérien.*

ISO 4115, *Filets de palettes pour le transport aérien et de surface — Spécification et essais.*

ISO 4117, *Palettes pour le transport aérien et de surface — Spécification et essais.*

ISO 4128, *Avions — Conteneurs pour le fret aérien.*¹⁾

ISO 8149, *Aéronautique et espace — Chargement — Conteneurs pour le transport aérien.*²⁾

ISO 8150, *Aéronautique et espace — Chargement — Conteneurs de 3 175 mm (125 in) au pont principal d'avions gros porteurs.*²⁾

NAS 3610-2F1, 2G1, 2H1 et 2J1, *Cargo Unit Load Devices (Specification for TSO/C90 and FAR Part 37.199) [Unités de charge des avions (spécification pour TSO/C90 et FAR/Partie 37.199)].*

b) Unités de charge non certifiées

ISO 1496/1, *Conteneurs de la série 1 — Spécifications et essais — Partie 1 : Conteneurs pour usage général.*

1) Actuellement au stade de projet.

2) En préparation.

ISO 1496/2, *Conteneurs de la série 1 — Spécifications et essais*
— *Partie 2 : Conteneurs à caractéristiques thermiques.*

ISO 1496/5, *Conteneurs de la série 1 — Spécifications et essais*
— *Partie 5 : Conteneurs plates-formes.*

3.1.1 Unités de charge exceptionnelles (gabarit non normalisé)

On pourra tenir compte, pour les chargements à l'aide d'équipements spéciaux, des spécifications ou parties de spécifications complémentaires suivantes :

ISO 4171, *Palettes pour le transport aérien.*

ISO 6895, *Aéronefs — Structures du type «igloo».*¹⁾

3.2 Questions générales

On tiendra compte, en totalité ou en partie, des spécifications, normes, manuels, etc., pour aéronefs ou cellules de transport de fret dont la liste suit. D'autres documents ou exigences particulières peuvent être spécifiés ou être édités par le client ou les organismes contractants.

Gouvernement

US FAR/Partie 25, *Airworthiness Standards : Transport Category Aircraft* (Normes de navigabilité : Aéronef de transport) (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents).

Industrie

ISO 4116, *Caractéristiques de l'équipement au sol en vue d'assurer sa compatibilité avec les unités de charge d'aéronefs.*

ISO 6702, *Caractéristiques des systèmes de centrage à bord des aéronefs.*¹⁾

4 Exigences

4.1 Interfaces

Il convient de définir de façon claire et complète, soit dans la présente Norme internationale soit par des références à une documentation appropriée, d'une part la compatibilité entre les systèmes de chargement et les soutes et d'autre part le fret, qu'il se présente sous forme groupée ou autre, les équipements au sol, les installations aéroportuaires et toutes les autres conditions matérielles ou ambiantes du transport du fret, y compris ses capacités et ses limites.

4.1.1 Fret

Les unités de charge, traitées dans les spécifications et normes énumérées en 3.1, et les types de fret décrits en 4.2.1 sont considérées comme constituant le chargement à transporter par les futurs aéronefs-cargos.

4.1.2 Système de chargement de l'aéronef

Le système de chargement de l'aéronef doit permettre la manutention et la retenue d'unités de charge spécifiées et de fret hors gabarit à l'intérieur de l'aéronef.

4.1.2.1 Système de transfert

Le système de transfert permet aux unités de charge de passer le seuil de l'aéronef, d'entrer dans la soute à fret et d'en sortir.

4.1.2.2 Support et retenue

Le système doit, de par sa structure, maintenir et retenir les unités de charge pendant le vol et pendant les manœuvres au sol, de manière que le fret ne constitue pas un risque d'accident pour l'aéronef ou l'équipage, et doit respecter les exigences du document US FAR/Partie 25 (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents).

4.1.2.3 Guidage

Les éléments de guidage des systèmes de chargement des aéronefs doivent assurer la maîtrise des mouvements des unités de charge et empêcher que celles-ci sortent de l'enveloppe de l'aéronef. La compatibilité doit être assurée au contact avec les équipements de chargement au sol pour garantir la continuité du guidage.

4.1.2.4 Motorisation

Le système doit être muni de dispositifs motorisés de déplacement et de contrôle des unités de charge.

4.1.2.5 Chargement simultané de plusieurs unités

Le système doit permettre, individuellement et/ou par groupes, le chargement et le déchargement par unités de charge.

4.1.2.6 Fret hors gabarit

Le système doit permettre la manutention et la retenue du fret hors gabarit dans la limite des possibilités de l'aéronef.

4.1.2.7 Unités de charge non certifiées

Le système doit permettre la manutention et la retenue d'unités de charge non certifiées, y compris les conteneurs normalisés n'ayant pas des fonds continus plats. Cette possibilité doit être ménagée soit par le système de chargement lui-même, soit par l'emploi d'adaptateurs montés sur le système de chargement ou sur le fond de l'unité de charge.

4.1.2.8 Conteneurs

Le système ne doit pas imposer aux unités de charge des conditions inhabituelles ou particulières nuisibles à leur utilisation dans d'autres modes de transport.

1) Actuellement au stade de projet.

4.1.2.9 Accessoires

Certains accessoires utiles pour le chargement ou le déchargement peuvent être introduits à l'intérieur de l'aéronef pour exécuter ces fonctions; ils appartiennent néanmoins aux équipements au sol.

4.1.2.10 Unités de charge exceptionnelles

Il peut arriver qu'on ait à manutentionner des unités de charge exceptionnelles. Un équipement de chargement spécialement destiné à ce type d'unités de charge ou aux unités de charge hors gabarit peut être prévu soit comme équipement facultatif de bord, soit en kit facilement démontable.

4.1.3 Caractéristiques matérielles et physiques de l'aéronef

Le système de chargement et la soute à fret de l'aéronef doivent être absolument compatibles avec les caractéristiques physiques, fonctionnelles et ambiantes des éléments environnants.

4.1.3.1 Caractéristiques matérielles et fonctionnelles

Comme exemples de caractéristiques physiques et fonctionnelles, on peut citer la dimension d'ouverture des portes, la forme et l'emplacement des portes, l'enveloppe avion et les tolérances de contour du fret palettisé, les trajectoires de mouvement de la charge, la hauteur du seuil, l'assiette et l'inclinaison du plancher, les caractéristiques de stabilisation de l'aéronef, l'emplacement du poste d'équipage par rapport à la soute à fret, les caractéristiques structurelles du plancher et du fuselage de l'aéronef. Ces caractéristiques sont étudiées plus loin.

4.1.3.2 Caractéristiques physiques

Comme exemples de caractéristiques physiques, on peut citer la température, la pression, l'atmosphère, la ventilation, les chocs et vibrations, le bruit et l'éclairage. Ces caractéristiques sont étudiées plus loin.

4.1.4 Équipement au sol

On tiendra compte des spécifications et recommandations qui suivent, tout autre renseignement pouvant être obtenu auprès des constructeurs dans leurs manuels, catalogues et plans. (Voir aussi ISO 4116.)

4.1.4.1 Compatibilité

L'équipement au sol doit être entièrement compatible avec le système de bord de manutention du fret.

4.1.4.2 Alignement des charges

La combinaison choisie, du système de chargement de bord, de l'équipement d'interface au sol et des caractéristiques physiques de l'aéronef, doit réduire au minimum les problèmes de positionnement et d'alignement du fret pendant les opérations de chargement et de déchargement.

4.1.4.3 Installations aéroportuaires

En ce qui concerne les problèmes d'interface entre l'aéronef ou le fret regroupé et les installations aéroportuaires, on peut considérer installation et équipement au sol comme synonymes lorsqu'on ne tient compte que du chargement et du déchargement de l'aéronef.

4.2 Facilité de chargement

Le type de fret choisi doit être facile à charger si l'on veut une bonne rentabilité de fonctionnement de l'aéronef. La soute à fret doit donc être dimensionnée et aménagée pour recevoir le fret en utilisant au mieux les volumes compte tenu des exigences de fonctionnement. L'ouverture et l'enveloppe de cette soute doivent être respectivement choisies et dimensionnées de manière à répondre aux exigences des systèmes de chargement et de manutention qui, en retour, doivent fonctionner de façon compatible avec les besoins de rotation et de rapidité de déchargement des aéronefs. Les modes de chargement et de déchargement de la soute à fret ne doivent pas soulever de difficultés à cet égard.

4.2.1 Types de fret

La soute à fret doit accepter divers types de fret, regroupé ou non regroupé.

4.2.1.1 Fret ordinaire

Le fret ordinaire, regroupé en conteneurs ou sur palettes, doit constituer dans l'avenir la majeure partie des marchandises transportées par aéronefs-cargos sur les lignes intérieures ou internationales. Les unités de charge indiquées en 3.1 permettent de regrouper toute la gamme des marchandises à loger dans la soute.

4.2.1.2 Fret spécial

Le fret spécial se définit comme un fret qui ne peut pas être compatible, du fait de caractéristiques ambiantes ou physiques, avec les conteneurs généralement utilisés (voir 4.2.1.1), mais qui peut être manutentionné sur des palettes adaptées ne dépassant pas les limites de dimensions et de poids imposées au fret ordinaire. Ce fret peut se composer de liquides, d'automobiles, d'animaux vivants, etc. Il est essentiel de préserver la compatibilité des systèmes de transport de ce fret avec les caractéristiques des systèmes de transport au sol.

4.2.1.3 Fret hors gabarit

Le fret hors gabarit recouvre toutes les marchandises qui ne peuvent pas être contenues par les diverses unités de charge indiquées en 3.1, mais qui entrent avec les tolérances requises dans l'enveloppe prévue pour le fret à l'intérieur de l'aéronef. Selon le volume de la cellule et les exigences de l'acheteur ou de l'utilisateur, ce fret peut être transporté en vrac, sur palettes ou dans des conteneurs spéciaux, et avec des chariots ou autres moyens et ferrures d'arrimage spéciales.

4.2.2 Enveloppe fret

La dimension et la forme de la soute à fret et de son entrée ne doivent pas poser de problèmes pour loger et retenir le type de

fret spécifié. Les critères imposés aux unités de charge existantes et proposées pour les futurs avions-cargos doivent constituer la base des calculs d'enveloppe fret et de contour de fuselage, de manière à aboutir à une utilisation efficace du volume dans les conditions de charge marchande maximale.

4.2.2.1 Effets des méthodes de chargement

La méthode de chargement influe également sur le dimensionnement de l'enveloppe de la soute à fret. Le bon positionnement du fret à l'intérieur de la soute exige qu'on en tienne compte dans les calculs de la soute elle-même et du matériel de chargement.

4.2.2.2 Facteurs de dimensionnement

La figure indique les divers facteurs pris en considération pour dimensionner l'enveloppe de la soute à fret. Un espace doit être ménagé pour les systèmes de guidage et de retenue. Cet espace peut ou non se loger dans l'espace libre entre la charge et la structure. Un espace supplémentaire peut aussi être requis pour le fret hors gabarit ou autre, laissant accès aux ferrures d'arrimage de plancher. Un espace doit être laissé pour que le personnel puisse circuler le long des parois internes ou externes des rangées de conteneurs. En plus du dégagement obligatoire de 51 mm (2 in) entre la charge marchande et la structure pendant les opérations de chargement, de déchargement et de retenue, un autre dégagement localisé peut être nécessaire dans la zone du seuil pour la giration (mouvement de bascule, de passage de creux et d'articulation) de la charge en transfert au niveau de l'interface. Un espace doit être laissé libre pour le système de chargement (ou de transport), qu'il se trouve au-dessous ou au-dessus de la charge marchande. Les multirangs de conteneurs doivent être séparés par au moins 102 mm (4 in) lorsqu'il s'agit de systèmes de chargement automatiques ou motorisés, mais cette distance peut être beaucoup plus grande dans les systèmes de chargement manuels (systèmes de ferrures d'arrimage au sol). Le facteur le plus important à considérer pour le calcul de l'enveloppe est la coupe transversale de la charge marchande. La coupe transversale des charges marchandes composites, à laquelle viennent s'ajouter les dégagements ci-dessus et les tolérances de contour, doit être étudiée avec soin. Lorsqu'il est probable qu'on aura une augmentation soit du gabarit, soit de la hauteur des unités de charge pendant la durée de vie de l'avion, il convient également d'en tenir compte.

4.2.2.3 Place de l'équipage

Le poste d'équipage doit être situé dans un endroit ne gênant pas le mouvement du fret au chargement et au déchargement, et permettant une utilisation maximale du volume utile de la soute à fret. Par ailleurs, on profitera des critères moins stricts de retenue applicables aux avions dont la conception ne prévoit pas que le fret passe à travers le poste d'équipage en cas d'atterrissage forcé ou d'accident.

4.2.3 Soute à fret

La soute est l'endroit où arrive et d'où ressort le fret pendant les opérations de chargement et de déchargement, et qui le contient et le retient pendant les manœuvres et le vol. Le nombre de files de conteneurs et leur longueur ne sont pas l'objet de la

présente Norme internationale. Par contre, la dimension de la soute en fonction d'une charge marchande brute théorique de l'avion, exprimée en kilogrammes (pounds), est déterminée fondamentalement d'après la valeur de la masse volumique de calcul de la charge groupée à bord. Il faut donc faire un assez grand nombre d'études comparatives à partir des enveloppes, des charges marchandes, des volumes des unités de charge et des tares pour définir la dimension nécessaire de la soute à fret.

4.2.4 Ouverture de soute

Les portes de soute ont pour fonction fondamentale de fermer l'accès de la soute à fret. Leur fonctionnement doit n'être gêné par rien. La dimension de l'ouverture doit tenir compte des opérations de manutention extérieure de la charge, et notamment du chargement par seuil du fret hors gabarit. Les charnières, le verrouillage, le fonctionnement et la fermeture des portes ne doivent pas gêner la fonction fondamentale de la soute, c'est-à-dire son chargement.

4.2.4.1 Emplacement des portes

L'emplacement des portes pourrait être laissé à la discrétion des modélisateurs d'avions. Néanmoins, l'emplacement du système et la trajectoire du mouvement de la charge (tout droit, en Y ou avec un demi-tour à 90°) doivent être choisis en fonction des paramètres de fonctionnement du système, notamment les temps de rotation, et en fonction des dimensions d'unités de charge à manutentionner. Il faut choisir un endroit où le matériel de chargement au sol peut manœuvrer facilement. L'ouverture des portes doit donner le dégagement maximal compte tenu de l'enveloppe de l'avion et doit être aussi grande que le permet la structure de l'avion.

4.2.4.2 Mouvements du matériel au sol

Les critères régissant les dimensions d'ouverture des portes de soute (y compris les visières) doivent être compatibles avec le mouvement nécessaire du matériel de chargement au sol à la jonction de l'avion.

4.2.4.3 Temps de fonctionnement

Les temps d'ouverture et de fermeture des portes de soute doivent être aussi brefs que le permettent la sécurité et les opérations de déverrouillage d'ouverture ou de fermeture et de reverrouillage. Ils ne doivent en tous cas pas dépasser 90 s.

4.2.5 Hauteur de plancher de la soute

La présente Norme internationale n'entend pas fixer une hauteur précise de plancher de soute. Il est cependant souhaitable de respecter une fourchette de manière à fournir certains paramètres précis aux concepteurs de matériels au sol. La décision la plus importante à prendre dans ce domaine est de savoir si le plancher de soute doit se situer au-dessus ou au-dessous de l'aile (à moins que l'avion ne soit du type à répartition de la charge). De cette décision, en effet, découle si l'avion sera à voilure haute ou basse. Avant de prendre cette décision, il importe d'évaluer l'incidence du facteur temps fonction de la hauteur de levage que devront assurer les systèmes de levage cycliques. Il n'y a pas moyen de munir les engins de levage de

systèmes de remplacement ou supplémentaires pour compenser une grande variation du niveau de plancher. Les rampes spéciales de chargement solidaires ou amovibles ne peuvent servir que pour les opérations spéciales de chargement au sol. La hauteur de plancher de soute des aéronefs à construire doit être comprise entre un minimum de 1,37 m (4,5 ft) et un maximum de 5,49 m (18 ft).

4.2.6 Stabilisation de l'aéronef

Il est inévitable, bien qu'on essaye d'en limiter les effets, que le plancher de tous les aéronefs-cargos futurs subisse des variations de hauteur et d'inclinaison selon la quantité de fret et de carburant que ces aéronefs contiennent au moment du chargement ou du déchargement. Cette variation de la hauteur ou de l'inclinaison du plancher est préjudiciable au processus de chargement, notamment au niveau du seuil. Il faut également, pendant le chargement ou le déchargement, éviter le basculement de l'aéronef. Celui-ci doit pouvoir être stabilisé de manière à avoir une hauteur de plancher et une assiette constantes pendant la manutention. Le degré de contrôle possible de ces paramètres est fonction de la spécificité du système de manutention du fret et de ses tolérances de mouvements, vertical et horizontal, au niveau du seuil.

4.2.7 Manutention des chargements

Le système de manutention constitue l'interface entre le fret et la cellule. Il constitue également une interface avec le système de chargement au sol. Bien que certains types de fret puissent être manutentionnés manuellement, la plupart des systèmes de manutention de base sont motorisés. Le système doit pouvoir être adapté à des systèmes de commande automatisés. Les systèmes de manutention de bord doivent permettre simultanément les opérations de manutention du fret et de remplissage des réservoirs de carburant ou d'entretien d'escale. Les recommandations particulières relatives à ce système figurent ailleurs dans la présente Norme internationale.

4.2.8 Servitudes au sol

Les servitudes au sol constituent l'interface entre le système de manutention de bord et le système de transport au sol. Le système de manutention au sol doit avoir une capacité de chargement ou de déchargement de l'aéronef compatible avec les temps minimaux de chargement ou de déchargement des systèmes de manutention de bord. C'est cette interface qui garantit l'intermodalité air-route du système global de transport intermodal air-mer-route-rail. L'installation doit comporter la rampe, les matériaux et les bâtiments nécessaires pour entreposer, charger et décharger le fret et pour entretenir l'aéronef.

4.2.9 Vérification du chargement

Toutes les facilités doivent être prévues pour permettre une vérification de l'extérieur de toutes les unités de charge du point de vue de la sécurité et de l'intégrité, une fois le fret chargé dans la soute. Ces moyens peuvent combiner : inspections directes et/ou à distance par accès direct, éclairage de la soute, moyens optiques à fibres et/ou par réflexion, micro-interrupteurs, etc. Une possibilité d'accès au système de chargement doit être prévue, une fois le fret en place. On pourra envisager également un système de surveillance en vol.

4.3 Caractéristiques générales du système

Le système doit être conçu en tenant compte de toutes les fonctions qu'il a à remplir. Le système de chargement et la soute doivent permettre de loger un maximum de charge marchande de fret groupé avec un minimum de perte de volume.

4.3.1 Normes de fonctionnement

Le système de chargement de bord doit être conçu dans l'optique d'une durée maximale de temps d'escale, d'une fiabilité élevée et d'un minimum de frais de manutention et d'endommagement du fret.

4.3.1.1 Cycles de déchargement et de rechargement

Avec une interface appropriée, le système de manutention doit être capable de décharger un chargement complètement «unitisé» en 15 min et de recharger complètement l'aéronef en 15 min également. Cinq minutes de battement sont accordées entre le déchargement et le rechargement. Les temps de mise en position de l'aéronef et d'ouverture et de fermeture des portes ne comptent pas comme durée du cycle déchargement/rechargement.

4.3.1.2 Chargement manuel

Les normes de chargement manuel stipulent de ne pas dépasser un homme par module de chargement pour les opérations normales de chargement et de déchargement. Cette exigence ne s'applique pas nécessairement aux unités de charge exceptionnelles ou hors gabarit.

4.3.1.3 Force

En cas d'utilisation de systèmes mécanisés à bord, les forces de frottement au roulement ou autre ne doivent pas excéder 3 % de la charge brute lorsque la charge est déplacée sur une surface plane. Le système doit également être capable de déplacer le chargement sur des surfaces inclinées conformément à 4.3.1.4.

4.3.1.4 Alignement

Le système à la jonction de l'aéronef et du matériel de chargement ou d'entreposage au sol doit pouvoir fonctionner convenablement même si le nez de l'aéronef se relève de 2° ou s'abaisse de 2° ou encore roule de $\pm 2^\circ$ pendant les opérations de chargement ou de déchargement, à moins que l'aéronef ne soit maintenu en position. L'angle relatif de crête et de creux pendant le chargement ou le déchargement ne doit pas excéder 2°. Les unités de charge en transit doivent pouvoir passer une dénivellation de 9 mm (0,38 in) à 13 mm (0,50 in).

4.3.2 Caractéristiques fonctionnelles

Le système se compose d'une surface (de transport des charges) à faible frottement pour charger les unités de charge dans l'aéronef ou les en décharger, d'un mécanisme de mise en marche, d'un système de guidage directionnel et de dispositifs de retenue.

4.3.2.1 Fonctionnement tout temps

Les opérations de chargement, de déchargement, de transport et de retenue doivent pouvoir être accomplies par un personnel gêné par des vêtements spéciaux, notamment des gants fourrés.

4.3.2.2 Outillage spécial

Le matériel doit pouvoir s'adapter à des unités de charge de largeur standard mais de longueur, hauteur et configuration variables. Des systèmes spéciaux peuvent être prévus pour les unités de charge de largeur variable. Dans ce cas, l'ajustement doit pouvoir se faire sans outillage spécial et par un personnel portant des vêtements d'hiver.

4.3.2.3 Capacité du système

Le système doit pouvoir recevoir la charge maximale pour laquelle chaque unité de charge est conçue. Il doit pouvoir également supporter des charges plus lourdes si la cellule peut en loger de plus lourdes. Ce sont les capacités structurelles de l'aéronef qui conditionnent les emplacements où peuvent être chargées les unités de poids maximal.

4.3.2.4 Capacité d'évolution du système

Le système doit pouvoir être automatisé, que ce soit pour le déplacement ou la retenue des unités de charge.

4.3.3 Compatibilité structurale

L'enveloppe de la soute correspond fondamentalement à l'intérieur du profil structural de la cellule. En raison des différences de flexion inhérentes entre la cellule et les unités de charge, il est nécessaire de tenir compte du niveau de compatibilité structurale et des conditions limites éventuelles.

4.3.3.1 Charges

La coquille de la cellule et la structure de support doivent être capables, avec le système de retenue, de retenir convenablement le chargement tant pendant les manœuvres au sol qu'en vol, suivant la définition de l'US FAR/Partie 25 (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents). Cela doit être accompli sans dommage, ni à l'aéronef ni au chargement. Les charges doivent également être introduites dans la soute ou sorties de celle-ci sans endommagement. On tiendra compte des restrictions de chargement suivant les zones qui sont normalement associées aux structures de cellules. La capacité de chargement doit être indiquée à la fois statiquement (force/surface) et dynamiquement (force par unité de longueur). D'autres capacités peuvent également être précisées (concentration de charges, résistance à la perforation, sur essieu).

4.3.3.2 Flexions

La structure de support de l'aéronef qui travaille avec le système de retenue est soumise à une gamme de flexions imposées par les manœuvres au sol et les conditions de vol, conformément à l'US FAR/Partie 25 (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents), et qu'il lui faut supporter. Elle doit le

faire sans dommage, ni à l'aéronef ni au chargement. Étant donné que, pour économiser sur le poids, les structures d'aéronefs sont relativement flexibles et comme les structures de beaucoup de types d'unités de charge sont relativement rigides, il faut tenir compte très sérieusement des concentrations de charges dangereuses. Les structures de support de l'aéronef doivent être conçues pour résister à ce type de charges concentrées, ou bien des méthodes doivent être étudiées pour mieux les répartir.

4.3.3.3 Retenue

Le système de retenue de bord doit être prévu de sorte que les charges occasionnées par la manœuvre au sol ou par le vol, conformément à l'US FAR/Partie 25 (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents), n'endommagent ni l'aéronef ni la marchandise. L'interface de retenue est fonction de l'interface du fret et est décrite plus particulièrement en 3.2, 4.1.2, 4.2.4 et 4.7.3.

4.3.3.4 Masses et centrage

Le placement du fret dans la soute est régi par une combinaison de facteurs comprenant, en particulier, la bonne répartition des unités de charge ou autres formes de fret de masse brute différente autour du centre de gravité de l'aéronef, le respect des capacités locales maximales de charge et enfin la prise en compte de déchargements partiels à des escales intermédiaires.

4.3.4 Atterrissage forcé

Les aménagements de structure et autres caractéristiques particulières de retenue du fret et de protection de l'équipage et du personnel en cas d'atterrissage forcé ou d'écrasement doivent correspondre aux exigences de l'US FAR/Partie 25 (ou règlements régionaux ou nationaux équivalents).

4.3.4.1 Barrières

Les cloisons ou les filets de séparation des compartiments à fret conçus, le cas échéant, pour la protection de l'équipage et du personnel en cas d'atterrissage forcé doivent ménager des moyens d'accès entre les compartiments. En fonctionnement normal, ces moyens doivent pouvoir être manipulés par un seul homme et leur temps d'ouverture ou de fermeture ne doit pas dépasser 1 min. Si ces cloisons, filets de séparation ou autres barrières de retenue sont employés en conjonction avec les systèmes de retenue d'unités de charge non certifiées, ils doivent comporter les mêmes moyens d'entrée ou de sortie. Cette exigence ne s'applique pas aux cloisons structurales fixées.

4.3.4.2 Fusibles de structure

Si l'on emploie des fusibles de structure, leur structure de support doit être calculée à 1,5 fois celle de l'élément fusible.

4.3.4.3 Sécurité de l'équipage

On tiendra soigneusement compte de tous les aspects des règlements concernant la sécurité de l'équipage. Dans les publications SAE sur le sujet, on fera référence aux documents ARP 807, ARP 808, ARP 917, ARP 998, ARP 1139 et ARP 1150.

4.3.4.4 Fret dangereux

Toutes les dispositions seront prises pour transporter les frets dangereux conformément aux règlements qui s'y appliquent. On prévoira également des contrôles ou une surveillance en vol.

4.3.5 Compatibilité physique

La soute de l'aéronef doit constituer un environnement compatible avec le fret pendant tout le temps où celui-ci se trouve à bord. Elle doit en outre constituer un milieu compatible avec les besoins du personnel, qu'il s'agisse du personnel de chargement et d'entretien ou de l'équipage embarqué. La majorité des spécifications relatives aux équipements ne s'appliquent qu'une fois que l'aéronef a ses portes fermées et est prêt à partir ou se trouve en vol.

4.3.5.1 Température

Le système de réglage d'ambiance de l'aéronef doit maintenir dans la soute à fret une température supérieure au point de congélation (0 °C ou 32 °F), quel que soit l'endroit du volume chargeable où cette température est mesurée.

4.3.5.2 Pression

Le système de réglage d'ambiance de l'aéronef doit maintenir dans la soute à fret une altitude barométrique de 5 486 m (18 000 ft) lorsque l'aéronef se trouve à son altitude maximale de croisière. Le client peut toutefois spécifier une altitude barométrique inférieure adaptée à une plus large gamme de marchandises transportées, et le poste d'équipage peut être séparé de la soute à fret en ce qui concerne la pressurisation.

4.3.5.3 Ventilation et circulation d'air

Les caractéristiques de ventilation et de circulation d'air sont déterminées par la gamme de marchandises transportées. Une cargaison inerte ne demande ainsi aucune ventilation alors que du bétail (sur demande du client) peut demander jusqu'à un renouvellement d'air toutes les 3 min. Le système de circulation d'air doit garantir qu'il ne se produit pas de poches d'air statique dans la soute à fret.

4.3.5.4 Chocs et vibrations

La soute à fret et ses équipements doivent être conçus pour supporter des niveaux de vibration de 4 mm (0,15 in) de 5 Hz à 1 000 Hz, avec une accélération maximale de 20 m/sec² (2 g).

4.3.5.5 Bruit

La soute doit être suffisamment insonorisée pour offrir un niveau de protection acoustique suffisant pour tous les types de fret transporté pendant un vol de durée donnée.

4.4 Fiabilité et facilité d'entretien

La fiabilité des systèmes et leur facilité d'entretien doivent assurer une très bonne disponibilité des matériels.

4.4.1 Délais de remplacement

En cas de panne, le délai de remplacement d'un élément très utilisé, y compris les éléments mentionnés en 4.1.2.9, doit être d'environ 10 min. Le délai de remplacement des éléments essentiels moins utilisés doit être de 30 min.

4.4.2 Durée de vie

Les principaux éléments de bord du système doivent avoir, compte tenu de leurs perspectives d'emploi, une durée de vie équivalente à celle de la cellule de l'aéronef. Les éléments de service, y compris les éléments mentionnés en 4.1.2.9, ayant une grande fréquence d'utilisation et étant exposés à la fatigue (verrous, ferrures de retenue, rails de guidage, etc.) doivent avoir une espérance de vie de cinq ans.

4.4.3 Outillage d'entretien

Le montage, le démontage et la maintenance (y compris l'entretien courant) doivent pouvoir se faire avec des outils et équipements d'usage courant, normalement disponibles dans le commerce.

4.5 Convertibilité

Les équipements nécessaires pour manutentionner et retenir les unités de charge exceptionnelles ou hors gabarit doivent pouvoir être montés et installés rapidement. Ils peuvent, dans certains cas, être montés en kit. Les équipements accessoires en place ne doivent pas gêner la manutention et la retenue des unités de charge de dimensions normales. Si l'on adopte la solution du gabarit non normalisé, le système doit être capable de loger une file composée d'unités de charge normales et exceptionnelles, mélangées.

4.6 Sécurité

La sécurité du personnel de l'aéronef et du fret constitue l'élément primordial de considération dans l'aménagement, le calcul et la manœuvre de tous les éléments et équipements de manutention du fret et de la soute elle-même.

4.6.1 Personnel

La sécurité du personnel est à envisager du double point de vue des conditions de travail et des aptitudes des opérateurs. On s'attachera surtout à la sécurité du personnel effectuant les tâches nécessaires au niveau du seuil et au contact avec les équipements de chargement au sol. On observera les normes obligatoires applicables.

4.6.2 Surveillance du fret

Il est absolument nécessaire de pouvoir surveiller à tout instant le fret lorsqu'il se trouve à bord de l'aéronef. Le paragraphe 4.2.9 s'applique à tout ce qui concerne l'accès au fret, son contrôle et la vérification du contenu et de la retenue des unités de charge. La surveillance du fret doit aussi englober, par des moyens directs ou à distance, le contrôle de sa conformité aux exigences physiques et autres.

4.7 Conception de détail

Ce qui suit constitue un guide pour la conception de détail des produits lorsqu'on dispose de suffisamment d'informations pour ce faire.

4.7.1 Considérations générales

Les paramètres de calcul qui suivent s'appliquent à tous les éléments des équipements de manutention du fret à bord de l'aéronef.

4.7.1.1 Éléments de systèmes

Les éléments de systèmes doivent avoir un poids minimal, être simples, robustes et peu coûteux.

4.7.1.2 Environnement

Le système doit pouvoir fonctionner dans les conditions suivantes :

- a) gamme de températures comprise entre -32 °C^* et $+60\text{ °C}$ (-25 °F et 140 °F);
- b) humidité relative jusqu'à 95 %;
- c) exposition à l'atmosphère marine;
- d) vibrations inhérentes au fonctionnement;
- e) particules de sable ou de poussière dans les zones désertiques;
- f) exposition à la pluie au voisinage de la porte de l'aéronef.
- g) présence de glace et de neige au voisinage de la porte de l'aéronef.

4.7.1.3 Résistance au choc

Les éléments du système doivent pouvoir supporter les chocs inhérents à une manutention brutale. À moins d'utiliser des limiteurs de vitesse, il faut considérer que les unités de charge peuvent être transportées à des vitesses allant jusqu'à 18 m (60 ft) à la minute.

4.7.1.4 Pièces détachables

Il ne doit pas y avoir de pièces détachables susceptibles de se perdre.

4.7.1.5 Poids et dimensions des éléments

Tous les éléments en place dans l'aéronef doivent avoir un poids et des dimensions permettant leur installation et leur enlèvement par deux hommes au maximum.

4.7.1.6 Détrompage

Lorsqu'une mauvaise position d'une pièce peut être cause de mauvais fonctionnement de la pièce ou de l'équipement dans lequel elle est montée, un système de montage asymétrique doit être prévu. Ce système doit garantir que l'élément ne peut être monté que dans la position assurant son bon fonctionnement.

4.7.2 Système de transport

Le système de transport doit se composer d'un ou plusieurs dispositifs permettant de déplacer les unités de charge de l'extérieur vers l'intérieur de la soute et vice versa.

4.7.2.1 Options

Le système de transport peut faire partie de l'aéronef ou du matériel au sol ou encore appartenir aux deux.

4.7.2.2 Supports de charge

Le ou les systèmes de transport peut ou peuvent à l'occasion, mais pas nécessairement, servir de surface de support aux unités de charge pendant la manœuvre au sol et en vol.

4.7.2.3 Séparation des unités de charge

La distance minimale de séparation d'unités de charge faisant partie de deux files adjacentes doit être de 102 mm (4 in). La flèche du plancher de l'aéronef, la flexion des systèmes de retenue des unités de charge et celle des unités de charge elles-mêmes doivent être prises en compte dans la détermination de la séparation minimale requise.

4.7.2.4 Forces

La force horizontale requise pour déplacer une unité de charge doit être la force minimale compatible avec le(s) système(s) de transport employé(s), sur une surface plane, et une force compatible avec les limites de force indiquées aux paragraphes 4.3.1.3 et 4.3.1.4, tant pour les surfaces planes que pour les plans inclinés.

4.7.2.5 Bords à nu

Tous les bords à nu des systèmes ou parties de systèmes de transport en contact avec l'unité de charge ou l'aéronef doivent être arrondis pour protéger la surface de contact.

4.7.3 Guidage

Les éléments du système de guidage doivent permettre un bon contrôle directionnel latéral sans beaucoup de frottement et doivent faciliter le déplacement longitudinal pendant les opérations de chargement.

* En cas d'emploi en régions arctiques, ce minimum peut être de -50 °C (-65 °F)