

Circulation des personnes

Ascenseurs

par Jean-Pierre MÉNARD

Ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers

Société Otis, direction marketing, chef de projet

Membre de groupes de travail du Comité Européen de Normalisation

1.	Réglementation	C 3 722v2 - 2
1.1	Définition.....	— 2
1.2	Produits exclus de la directive.....	— 2
1.3	Exigences essentielles.....	— 2
1.4	Marquage CE.....	— 2
1.5	Mise en service	— 2
2.	Types d'ascenseurs.....	— 2
2.1	Ascenseurs électriques	— 2
2.2	Ascenseurs hydrauliques.....	— 3
3.	Matériels.....	— 3
3.1	Entrainement.....	— 3
3.2	Ensemble suspendu	— 4
3.3	Portes cabine et palières	— 5
3.4	Commandes et signalisation	— 6
3.5	Dispositif de manœuvre.....	— 6
3.6	Matériel en gaine	— 7
4.	Implantation des appareils.....	— 8
4.1	Gaine.....	— 8
4.2	Implantation sans local de machine.....	— 9
4.3	Implantation avec local de machine.....	— 11
5.	Critères de choix	— 12
5.1	Types d'installation.....	— 12
5.2	Programme d'ascenseur	— 12
5.3	Plages d'utilisation	— 12
5.4	Capacité des cabines	— 13
5.5	Vitesse des ascenseurs	— 13
	Pour en savoir plus.....	Doc. C 3 722v2

L'évolution depuis l'an 2000 est importante :

- mise en application de la directive européenne 95/16 CE ;
- évolutions technologiques (moteurs à aimants permanents, variation de fréquence) ;
- évolution de l'environnement (sécurité, handicapés, ascenseurs vitrés, gaines ouvertes).

Les solutions données dans ce dossier décrivent l'état de l'art. Elles sont issues des normes harmonisées dont le respect vaut présomption de conformité aux exigences essentielles de sécurité et de santé des directives applicables. D'autres solutions sont possibles dans le cadre de l'application des directives.

1. Réglementation

La directive européenne 95/16 CE, transposée en droit français par décret n° 2000-810 du 24 août 2000 relatif à la mise sur le marché des ascenseurs neufs, définit :

- l'ascenseur ;
- les exigences essentielles de sécurité et de santé auxquelles il doit répondre ;
- la procédure d'évaluation de la conformité ;
- les règles d'apposition et de marquage CE.

La directive s'applique aux ascenseurs qui desservent de manière permanente une construction, elle s'applique aussi aux composants de sécurité utilisés.

La directive 95/16 CE ouvre la voie à l'innovation, par exemple, l'emploi de courroies en lieu et place des câbles en acier traditionnels. Les normes ne sont plus obligatoires. Lorsqu'elles sont « harmonisées », leur respect est une présomption de conformité à la directive 95/16 CE. Une solution technique non décrite dans une norme harmonisée doit faire l'objet d'une approbation de conception par un organisme notifié.

1.1 Définition

Un ascenseur est un appareil qui dessert des niveaux définis à l'aide d'une cabine, qui se déplace le long de guides rigides et dont l'inclinaison sur l'horizontale est supérieure à 15 degrés, et qui est destinée au transport :

- de personnes ;
- de personnes et de charges ;
- de charges seulement si la cabine est accessible, c'est-à-dire dans laquelle une personne peut pénétrer sans difficulté, et équipée d'éléments de commande situés à l'intérieur de la cabine ou à la portée d'une personne qui s'y trouve.

1.2 Produits exclus de la directive

Bien que proches de l'ascenseur, les produits suivants sont exclus de la directive 95/16 CE et doivent être construits et installés selon la directive 89/392 CE (directive machines) :

- les installations à câbles y compris les funiculaires ;
- les ascenseurs spécialement conçus et construits à des fins militaires ou de maintien de l'ordre ;
- les ascenseurs équipant les puits de mine ;
- les élévateurs de machinerie de théâtre ;
- les ascenseurs installés dans des moyens de transport ;
- les ascenseurs liés à une machine et exclusivement destinés à l'accès au poste de travail de celle-ci ;
- les trains à crémaillère ;
- les ascenseurs de chantiers.

1.3 Exigences essentielles

Les exigences essentielles de sécurité et de santé décrites dans la directive ascenseurs 95/16 CE concernent :

- la cabine (espace suffisant, résistance, accès et usage par des personnes handicapées) ;
- les moyens de suspension et de supportage ;
- le contrôle des sollicitations (surcharge, survitesse) ;
- la machine ;
- les organes de commande ;
- les risques encourus par les personnes hors de la cabine (inaccessibilité du volume parcouru par l'ascenseur, risque d'écrasement en position extrême de la cabine, chute en gaine) ;

- les risques encourus par les personnes dans la cabine (volume de sécurité, chute libre, mouvement incontrôlé vers le haut) ;
- les portes palières (écrasement, incendie) ;
- l'évacuation des personnes retenues dans la cabine.

Les exigences essentielles de la directive 89/106 CE (directive produits de construction), non reprises dans la directive ascenseurs, s'appliquent. Il en va de même de la directive 89/392 CE (directive machines). La directive 98/37/CE codifie la directive 89/392/CE du 14/06/89 (JOCE L 183 du 29/06/89), modifiée à plusieurs reprises.

1.4 Marquage CE

Le marquage CE apposé en cabine est la preuve de conformité de l'ascenseur. Ce marquage signifie que la conception de l'appareil, son installation et son environnement répondent aux exigences essentielles de sécurité et de santé des directives européennes applicables :

- directive ascenseurs ;
- directive compatibilité électromagnétique ;
- directive produits de construction.

Ce marquage a lieu lors de la mise sur le marché. Il est de la responsabilité de l'installateur et non du constructeur du produit.

La mise sur le marché de l'ascenseur intervient lorsque l'installateur met pour la première fois l'ascenseur à la disposition de l'acheteur.

1.5 Mise en service

La mise en service intervient lors de la première utilisation de l'ascenseur par l'utilisateur final. Elle est de la responsabilité de l'acheteur. La mise en service ne peut avoir lieu sans marquage CE.

2. Types d'ascenseurs

2.1 Ascenseurs électriques

La rotation d'un moteur électrique est transformée en mouvement linéaire pour assurer le déplacement de la cabine.

■ Installations à adhérence

Le moteur électrique entraîne en rotation soit directement, soit via un réducteur, une poulie à gorges, supportant les câbles ou les courroies reliant la cabine à un contrepoids. Les forces de frottement des câbles ou des courroies sur la poulie permettent le déplacement (figure 1).

■ Installations à treuil attelé

Le moteur électrique entraîne en rotation soit des pignons dentés, soit un tambour sur lequel s'enroulent les câbles. La course est limitée par le diamètre et la longueur du tambour.

■ Installations à vis/écrou

La machinerie est embarquée, elle entraîne en rotation une vis ou un écrou l'un par rapport à l'autre, l'un des deux étant immobilisé. La cabine se déplace le long de la vis.

La course est limitée par la longueur de la vis.

■ Installations à pignon/crémaillère

La machinerie est embarquée, elle entraîne en rotation un pignon qui engrène sur une crémaillère. La cabine se déplace le long de la crémaillère.

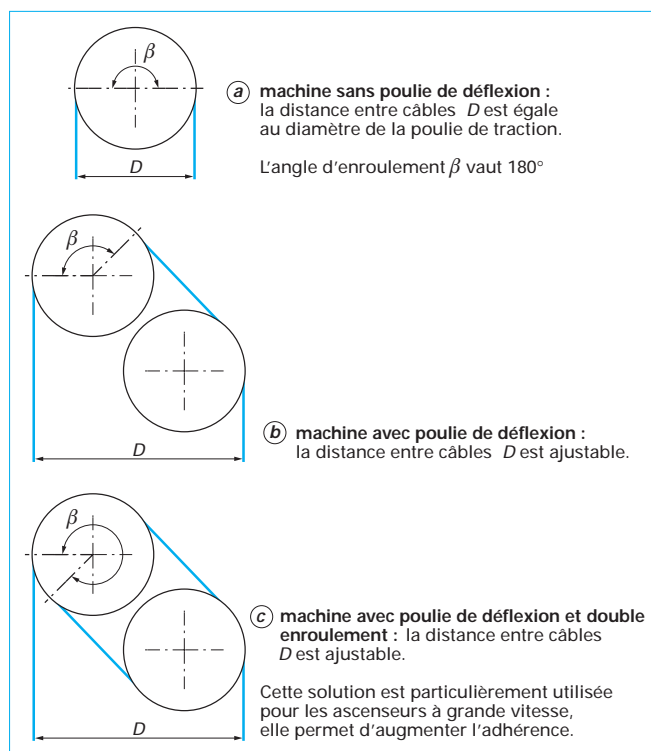


Figure 1 - Ascenseurs électriques à adhérence. Angle d'enroulement

2.2 Ascenseurs hydrauliques

L'énergie est produite par une pompe entraînée électriquement qui propulse le fluide vers un vérin qui agit directement ou indirectement sur la cabine.

■ Vérin à action directe

Le piston ou le cylindre est fixé directement sur la cabine ou son étrier.

■ Vérin à action indirecte

Le piston ou le cylindre est relié à la cabine ou son étrier par des organes de suspension (câbles, chaînes).

3. Matériels

3.1 Entraînement

3.1.1 Entraînement électrique

Les technologies employées pour la motorisation sont :

- des moteurs asynchrones à induction à une ou deux vitesses ;
- des moteurs asynchrones à induction à variation de fréquence, asservissement en boucle ouverte ;
- des moteurs synchrones à aimants permanents, variation de fréquence et contrôle d'asservissement en boucle ouverte ou en boucle fermée ;
- des moteurs à courant continu avec convertisseur statique.

Les moteurs asynchrones à induction à une vitesse sont en voie d'abandon.

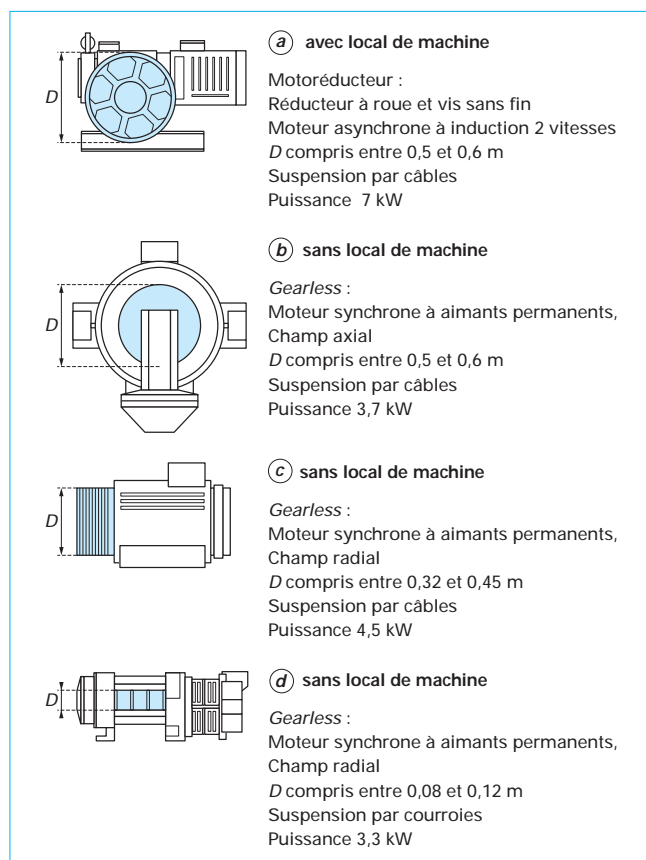


Figure 2 - Types d'entraînements pour un ascenseur 630 kg à 1 ms

Les moteurs à aimants permanents peuvent être à champ axial, ou à champ radial. Ils sont plus performants que ceux à champ axial (meilleure répartition du champ magnétique).

■ Installations à adhérence (figure 2)

Elles peuvent être :

- avec réducteur de vitesse : le moteur de levage (asynchrone à induction) est accouplé à un réducteur (roue et vis sans fin, planétaire, etc.) dont l'arbre lent est équipé d'une poulie d'adhérence ;
- sans réducteur de vitesse (traction directe ou *gearless*) : la poulie d'adhérence est entraînée directement par le moteur de levage. La variation de vitesse est obtenue par variation de fréquence.

■ Installations à treuil attelé

Le moteur de levage (asynchrone à deux vitesses ou variation de fréquence) est solidaire d'un réducteur dont l'arbre lent est équipé soit de pignons dentés d'entraînement des chaînes, soit d'un tambour d'enroulement des câbles.

La masse cabine peut être compensée par une masse d'équilibrage. Celle-ci doit être d'une masse inférieure à celle de l'ensemble suspendu (cabine et son étrier).

■ Installations à vis et écrou

Le moteur de levage, embarqué sur la cabine, entraîne en rotation un écrou, solidaire de la cabine, qui se déplace en montée descente sur une vis fixe.

Inversement, l'écrou solidaire de la cabine et immobilisé en rotation peut être entraîné par le mouvement de rotation de la vis.

■ Installations à pignon et crémaillère

Le moteur de levage, embarqué sur la cabine, entraîne en rotation un pignon denté, solidaire de la cabine, qui engrène sur une crémaillère fixe.

Les installations à vis et écrou ainsi qu'à pignon et crémaillère sont rares en France.

3.1.2 Entraînement hydraulique

Un ou plusieurs groupes motopompes immergés dans un réservoir d'huile transmettent le mouvement à la cabine par l'intermédiaire d'un dispositif de régulation à électrovannes et d'un ou plusieurs vérins (cylindre – piston).

Les vérins sont à simple effet. Ils peuvent être télescopiques, les brins du vérin sont synchronisés pour se déplacer à la même vitesse (vitesse identique quelle que soit la position cabine).

Les ascenseurs hydrauliques sont rarement équipés de masse d'équilibrage.

Pour des trafics supérieurs à 60 démarrages par heure, des dispositifs anti-émulsion et de refroidissement doivent être prévus.

3.1.2.1 Vérins à action directe

Cette disposition permet de supprimer l'installation d'un dispositif de parachute sur la cabine et du limiteur de vitesse qui le commande. La chute cabine ne peut se produire que sur rupture d'une canalisation hydraulique, une vanne parachute en pied de vérin isole le vérin.

■ **Vérin central** : un ou plusieurs vérins, situés sous la cabine, si possible en son centre de gravité ou dans l'axe des guides, assurent le mouvement (figure 3a).

Cette disposition nécessite la création de puits sous la cabine pour installer le ou les vérins.

■ **Vérin latéral** : le vérin est situé sur le côté ou derrière la cabine et est solidaire de son étrier (figure 3b). En général, l'étrier a la forme d'une console (figure 4).

En cas d'installation à deux vérins, ceux-ci sont disposés latéralement et symétriquement par rapport à l'intersection de l'axe des guides cabine et de l'axe de la cabine.

3.1.2.2 Vérins à action indirecte

La liaison entre le piston et la cabine est réalisée par des chaînes ou des câbles. L'installation sur la cabine d'un parachute et de son limiteur de commande est donc obligatoire.

La liaison est réalisée au moyen d'un mouflage 2/1 qui permet de doubler la course et la vitesse de la cabine par rapport à celles du piston (figure 3c).

Les vérins à action indirecte peuvent être situés latéralement ou derrière la cabine.

3.2 Ensemble suspendu

3.2.1 Cabine

La cabine est un espace clos fermé par :

- des parois ;
- un plancher plein ;
- un plafond plein ;
- des portes permettant l'accès des passagers ;
- et si nécessaire, des trappes ou des portes de secours (imposées par les règlements ERP ou IGH).

Les parois doivent résister à un effort de 300 N sur une surface de 5 cm² en tout point de leur surface, sans déformation permanente et sans déformation élastique de plus de 15 mm. Si la paroi est en verre, il doit être feuilleté.

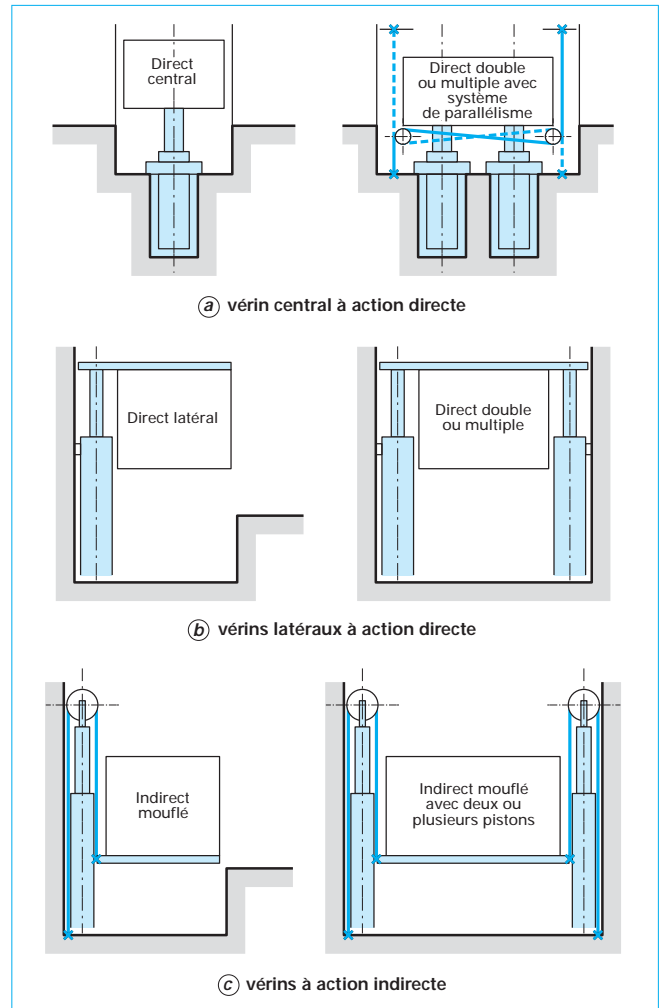


Figure 3 – Disposition des vérins

La hauteur minimale intérieure de la cabine est de 2 m.

Pour permettre l'accès aux fauteuils roulants, la cabine doit avoir une largeur minimale de 1,10 m et une profondeur de 1,40 m ce qui correspond à une charge nominale de 630 kg.

Une cabine comprend :

- une ventilation (assurée par des orifices en parties basse et haute de la cabine (surface minimale de 1 % de la surface cabine) ;
- un éclairage (éclairage minimal au sol de 50 lux) ;
- une source de courant de secours qui permet d'alimenter une lampe de 1 W pendant une heure en cas de défaillance de l'alimentation de l'éclairage normal ;
- une boîte ou un bandeau incluant les commandes ;
- une liaison bidirectionnelle permettant un contact permanent avec un service de secours ;
- des accessoires complémentaires si nécessaires (mains courantes, plinthes, miroir, ventilateur, haut-parleur pour les annonces ou de la musique, écran de diffusion de messages, ...).

3.2.2 Étrier

La cabine est supportée par un étrier réalisé en tôle pliée ou fers profilés. Elle est isolée de cet étrier par des dispositifs antivibratiles.

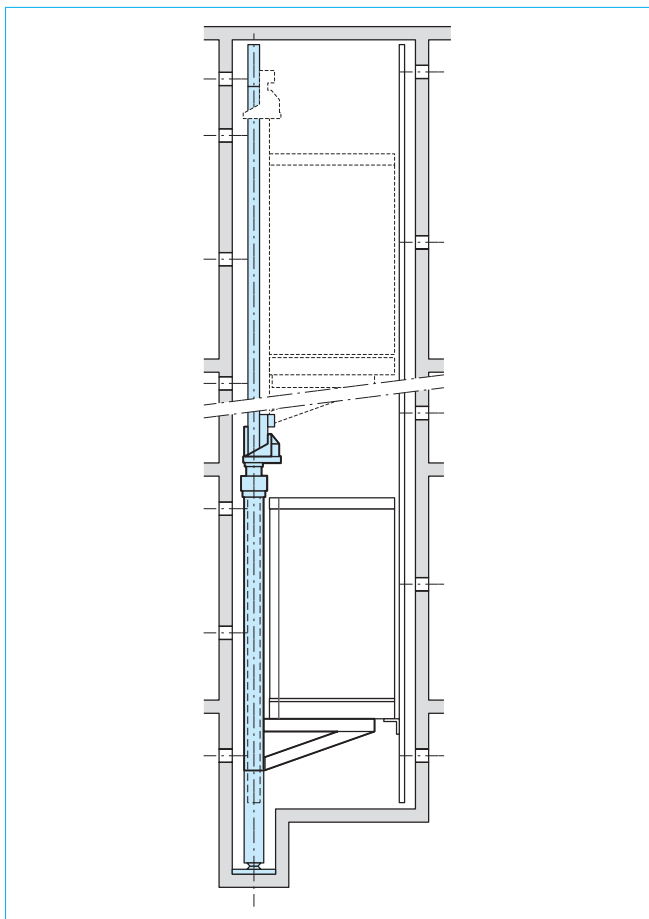


Figure 4 – Étrier console

L'étrier intègre :

— le **système de guidage assuré** soit par 4 coulisseaux (de la nature des garnitures dépend le glissement sur le guide : des matières synthétiques et pour des ascenseurs de fortes charges et faible vitesse, des métaux tels que le bronze ou la fonte ; certaines matières synthétiques ne nécessitent pas de graissage), soit par 4 roller-guides. La distance verticale minimale entre coulisseaux ou roller-guides doit être suffisante pour éviter l'effet « tiroir ». Une valeur de 1,7 fois la distance horizontale entre guides est une valeur minimale ;

— le **parachute** :

- à prise instantanée pour $V \leq 0,63 \text{ m/s}$,
- à prise instantanée et effet amorti pour $0,63 \text{ m/s} < V \leq 1 \text{ m/s}$,
- à prise amortie $V > 1 \text{ m/s}$.

Le parachute est commandé par un limiteur de vitesse installé en gaine ou dans le local des machines.

3.2.3 Contrepoids ou masse d'équilibrage

Le contrepoids est destiné à assurer l'adhérence sur la poulie de traction. Sa masse est celle de l'ensemble suspendu augmentée de 40 à 50 % de la masse de la charge nominale en cabine.

La masse d'équilibrage permet de réduire l'énergie consommée en équilibrant tout ou partie de la masse de l'ensemble suspendu.

L'un et l'autre sont constitués en tôle pliée ou en fers profilés destinés à recevoir des éléments constituant la charge en béton, fonte, acier.

Ils sont guidés par des coulisseaux ou roller-guides sur des guides rigides. Ils peuvent être équipés de parachute (passage possible sous contrepoids ou masse d'équilibrage, protection pour éviter la vitesse excessive de la cabine en montée).

3.3 Portes cabine et palières

Les portes doivent être pleines.

3.3.1 Portes de cabine

■ Portes manuelles :

- à 2 vantaux pliants ou battants (passage libre $\leq 0,70 \text{ m}$) ;
- coulissant horizontalement à éléments articulés ou non (passage libre $> 0,7 \text{ m}$).

■ Portes automatiques

● **Portes automatiques à 2 ou 4 vantaux pliants** (passage libre $\leq 0,80 \text{ m}$), en général pour des appareils équipés de portes palières manuelles.

● Portes automatiques coulissant horizontalement :

- à ouverture centrale :
 - 2 vantaux, passage libre de 0,70 m à 1,40 m,
 - 4 vantaux, passage libre de 1,20 m à 2,30 m,
 - 6 vantaux, passage libre de 1,20 m à 3,00 m ;
- à ouverture latérale :
 - 1 vantail, passage libre jusqu'à 1 m,
 - 2 vantaux, passage libre de 0,60 m à 1,40 m,
 - 3 vantaux, passage libre de 0,60 m à 1,40 m ;
- coulissante articulée :
 - passage libre de 0,55 à 4,00 m et plus.

● Portes automatiques coulissant verticalement :

- à vantaux (1, 2 ou 3) coulissant vers le haut ou le bas ;
- à volet roulant.

Ce type de porte est réservé, en règle générale, aux ascenseurs de charge. La fermeture doit s'effectuer sous le contrôle permanent de l'utilisateur.

3.3.2 Portes palières

Leur conception est identique à celle des portes de cabine.

Il existe en plus des portes battantes à un ou deux vantaux, de passage libre 0,50 m à 3,00 m.

Pour limiter la propagation d'un incendie au palier vers les autres étages *via* la gaine d'ascenseur, les portes palières peuvent être éprouvées au feu et certifiées par un organisme agréé. La certification la plus courante est le pare-flamme 1/2 heure. Pour répondre à la réglementation des immeubles de grande hauteur en évitant des portes coupe-feu devant les ascenseurs, il est installé des portes palières qui ont une certification coupe-feu 2 heures.

La porte palière peut être montée sur le palier ou en gaine sur avancée en béton ou cornière de reprise (figure 5).

3.3.3 Opérateur de porte

Dispositif électromécanique destiné à assurer les mouvements d'ouverture et de fermeture des portes. Le mécanisme met en mouvement la porte cabine qui dans son déplacement entraîne la porte palière :

- opérateur pour appareil à trafic réduit (immeuble d'habitation) ;
- opérateur pour appareil à grand trafic (immeuble de bureaux).

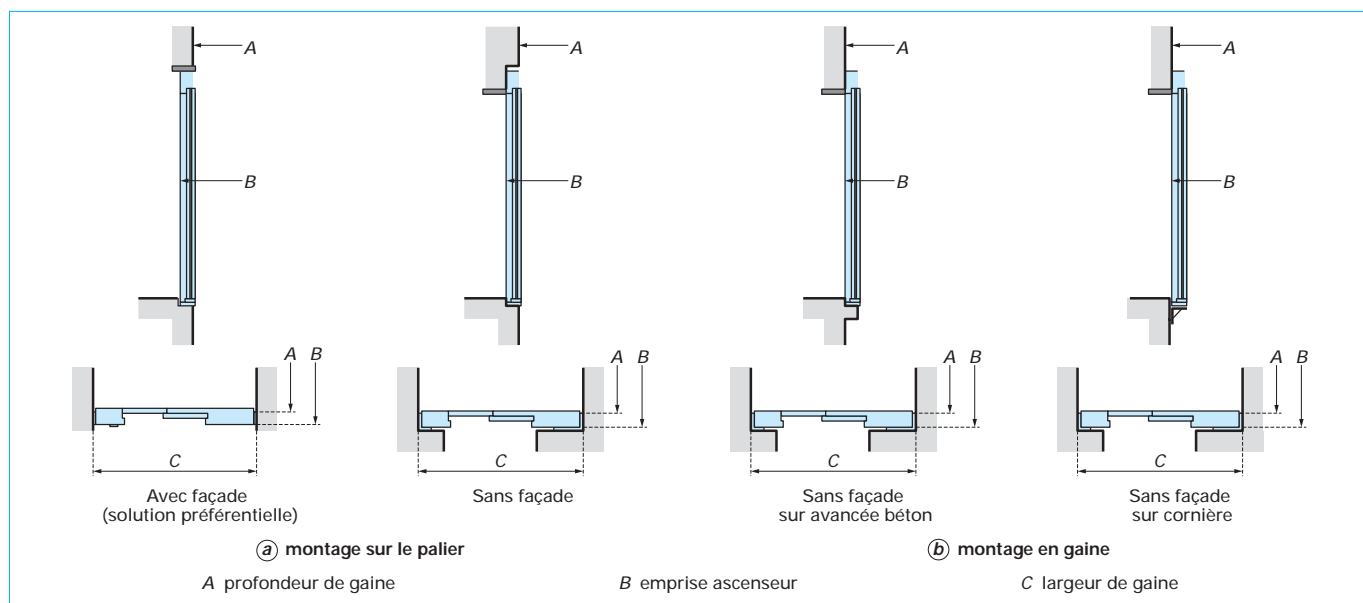


Figure 5 – Montage des portes palières

La technologie va des moteurs à courant continu ou alternatif, jusqu'aux moteurs linéaires. Selon le type de contrôle moteur, il est possible d'ajuster des vitesses différentes à l'ouverture et à la fermeture ainsi que les courbes de ralentissement en fin de course :

- **opérateur à vis/écrou** : la rotation d'une vis entraîne, en translation, un écrou ou des écrous solidaires du ou des vantaux de porte ;
- **opérateur pneumatique** : uniquement pour portes coulissant horizontalement, à éléments articulés.

Un dispositif de protection doit éviter tout heurt lors du mouvement des portes cabines et palières.

3.4 Commandes et signalisation

Les commandes et la signalisation doivent prendre en compte les besoins des personnes handicapées et leur permettre l'utilisation de tous les ascenseurs sans dispositif particulier ou assistance. Ces dispositifs ne doivent pas être une contrainte pour les autres usagers.

■ Commandes

Elles sont réalisées en cabine et aux paliers au moyen de boîtes dont les boutons doivent être :

- lumineux et audibles ;
- contrastés par rapport au support ;
- d'une surface supérieure à 490 mm² ;
- avec marquage en relief (pas de gravure) ;
- avec un effort d'appui compris entre 2,5 et 5 N ;
- en cabine, pour le bouton du niveau principal, en relief par rapport aux autres boutons.

■ Signalisation

Elle comporte :

- des voyants lumineux divers : d'occupation, de présence cabine, de service spécifique, d'arrêt, etc. ;
- des indicateurs de position à diodes électroluminescentes, à segments, ou par écrans ;
- des flèches de sens ou de préavis de marche ;
- des gongs d'arrivée cabine ;
- la parole synthétique ;
- une communication bidirectionnelle entre la cabine et un centre de secours.

La disposition des éléments est définie par la norme NF EN 81-70.

3.5 Dispositif de manœuvre

Le dispositif de manœuvre assure le déplacement de la cabine en fonction des ordres qu'il reçoit de la cabine ou des appels paliers.

3.5.1 Manœuvre à blocage

Un seul ordre d'envoi en cabine ou d'appel au palier peut être satisfait.

Il faut attendre l'arrêt de la cabine pour pouvoir passer un nouvel ordre en cabine. Un appel palier ne sera pris en compte qu'après une temporisation (3 à 5 secondes) après arrêt de la cabine et refermeture de la porte palière.

Cette temporisation donne une priorité aux envois en cabine sur les appels paliers. Les passagers entrant en cabine disposent ainsi d'un laps de temps leur permettant de passer leur ordre avant que la cabine ne soit appelée d'un autre palier.

3.5.2 Manœuvre collective descente ou montée

Les envois en cabine et les appels paliers sont tous enregistrés.

La réponse aux ordres en cabine se fera dans l'ordre croissant lorsque la cabine monte et décroissant lorsqu'elle descend.

La réponse aux appels paliers se fera lorsque la cabine descend en commençant par le palier le plus haut pour une manœuvre collective descente et inversement pour une manœuvre collective montée.

Un dispositif de pèse-charge permet, lorsque la cabine est à sa charge maximale, d'éviter son arrêt inutile à un palier tout en maintenant l'enregistrement de l'appel non satisfait.

La manœuvre peut être collective descente pour les étages au-dessus du niveau d'accès à l'immeuble et collective montée pour les niveaux situés sous ce niveau.

3.5.3 Manœuvre collective sélective

Les envois cabine et les appels paliers pour monter et pour descendre sont tous enregistrés.

La réponse aux ordres cabine et paliers se fait dans l'ordre selon le sens de déplacement de la cabine.

La cabine est également équipée d'un pèse-charge pour éviter tout arrêt inutile lorsque la cabine est à pleine charge.

La boîte à boutons palière comprendra deux boutons d'appels permettant à l'utilisateur d'indiquer à la manœuvre son choix : monter ou descendre.

3.5.4 Manœuvre à prédestination

Contrairement aux autres manœuvres où l'utilisateur indique qu'il souhaite prendre l'ascenseur, la manœuvre à prédestination permet à l'utilisateur d'indiquer l'étage auquel il souhaite se rendre. La manœuvre indique alors à l'utilisateur la cabine qu'il devra emprunter. L'utilisateur peut se préparer.

La boîte à boutons palière est alors remplacée par un clavier à touches numériques permettant à l'utilisateur de taper son étage de destination. La boîte à boutons en cabine n'est plus nécessaire. Elle est toutefois maintenue par confort (oubli ou erreur de l'utilisateur).

Cette manœuvre ne peut être installée qu'après négociation entre le client et le fournisseur en ce qui concerne l'usage de l'ascenseur et les conditions d'environnement pour répondre aux besoins des personnes handicapées.

3.5.5 Association de plusieurs appareils

Pour assurer un trafic limitant les temps d'attente, il est souvent nécessaire de disposer de plusieurs appareils. Le regroupement de ces appareils en batterie permet d'optimiser leur nombre.

Dans la mesure du possible, les appareils sont de mêmes caractéristiques (charge, vitesse, nombre de niveaux desservis, ...).

Si pour une utilisation particulière, un appareil diffère, il est, lors de cette utilisation, retiré de la batterie. Cette utilisation doit être exceptionnelle pour ne pas affecter durablement le trafic.

■ Batteries de 2 à 4 appareils

Les manœuvres seront de type :

- collective descente pour les immeubles d'habitation ;
- collective montée pour les parkings en sous-sol ;
- sélective pour les immeubles de bureaux.

■ Batteries de 3 à 8 appareils

Le regroupement de plusieurs appareils ne doit pas dépasser 8 cabines disposées 4 par 4 et se faisant face.

Au-dessus de 8 appareils, les usagers auront trop de distance à parcourir sur le palier d'accès et peuvent ne pas avoir suffisamment de temps pour atteindre la cabine qui arrive, et ceci, quel que soit le type de manœuvre.

Si pour la desserte de l'immeuble, le calcul de trafic demande plus de 8 cabines, il faut alors prévoir un autre axe de desserte verticale.

Dans les limites de ce nombre d'appareils, pour les immeubles de bureaux à grand trafic, les manœuvres analysent en permanence les données du trafic pour une optimisation des dessertes :

- niveau où se situe l'appel palier et son sens (montée ou descente) ;
- sens de déplacement des cabines ;
- ordres enregistrés en cabine ou pré-enregistrés au palier ;
- nombre de personnes en cabine *via* un pèse-charge.

Cette situation varie constamment, l'affectation des appels paliers à l'une ou à l'autre des cabines est essentiellement variable.

Les principaux critères d'affectation sont :

- la concordance entre le sens de déplacement de la cabine et le sens de l'appel ;
- la proximité de la cabine ;
- le nombre de passagers en cabine ;
- le temps que les passagers auront à rester en cabine.

L'objectif recherché est d'obtenir, en moyenne, le temps minimal pour le transfert de l'utilisateur d'un étage à l'autre, temps d'attente inclus. Ainsi les étages chargés (restaurant, salles de conférence, par exemple) peuvent temporairement être mieux desservis qu'un étage à très faible demande. Chaque constructeur a, en la matière, son propre algorithme.

3.6 Matériel en gaine

3.6.1 Guides

La cabine, le contrepoids et la masse d'équilibrage doivent être guidés chacun par au moins deux guides rigides en acier. L'allongement des matériaux utilisés doit être supérieur à 8 %.

Les guides et leurs moyens de fixation à l'édifice doivent permettre le fonctionnement de l'ascenseur en toute sécurité :

- assurer le guidage de la cabine et du contrepoids ou de la masse d'équilibrage ;
- flèches limitées pour éviter les risques de collision entre parties mobiles et organes en gaine (serrures de portes palières, dispositifs de sécurité).

Il existe trois types de guides :

- en tôle formée pour contrepoids et masse d'équilibrage non parachutées ;
- étirés pour des vitesses jusqu'à 2 m/s ;
- avec une surface usinée pour des vitesses à partir de 1,60 m/s.

Les barres de guides sont positionnées par des tenons/mortaises et assemblées par des éclisses. La surface de glissement doit être continue. De la réalisation du guidage dépend le confort de l'installation.

3.6.2 Suspension de cabine, contrepoids, masse d'équilibrage

La liaison système d'entraînement cabine peut être réalisée :

- directement (ascenseurs hydrauliques à action directe, ...) ;
- par l'intermédiaire de chaînes, câbles ou courroies.

Le nombre de chaînes, câbles ou courroies est au minimum de deux avec ou sans mouflage (2/1, 3/1, 4/1).

3.6.3 Compensation des câbles ou courroies de levage

La compensation est destinée à équilibrer le poids des câbles ou des courroies de levage entre la cabine et le contrepoids quelle que soit la position de la cabine.

La compensation est réalisée au moyen de chaînes, de chaînes enrobées de caoutchouc, de câbles avec poulies inférieures tendueuses. La tension doit être réalisée par l'action de la pesanteur et contrôlée électriquement. Pour les appareils dont la vitesse est supérieure à 3,5 m/s, il doit être utilisé un dispositif antirebond.

La compensation permet, pour les appareils à adhérence, de réduire l'écart de tension entre les câbles situés côtés cabine et ceux situés côté contrepoids.

3.6.4 Amortisseurs

Les amortisseurs sont une sécurité destinée à réduire l'effet de choc si la cabine ou le contrepoids dépassent le niveau extrême autorisé. Pour les ascenseurs à adhérence, les amortisseurs sont placés en cuvette à l'extrémité de la course de la cabine et du contrepoids. Pour les ascenseurs attelés, un amortisseur est placé sur le toit de la cabine pour prévenir les chocs en haut de gaine.

Il existe trois types d'amortisseurs :

- amortisseur à accumulation d'énergie à caractéristiques linéaires ou non ($V < 1$ m/s) ;

- amortisseur à accumulation d'énergie avec amortissement du mouvement de retour ($V < 1,6$ m/s) ;
- amortisseur à dissipation d'énergie (quelle que soit la vitesse).

3.6.5 Organes de contrôle divers

Divers organes en gaine permettent d'assurer les fonctions telles que :

- ralentissement de la cabine ;
- arrêt de la cabine ;
- fin de course haut et bas ;
- sélection des niveaux ;
- indication de la position en gaine ;
- ouverture et fermeture des portes, etc.

Les matériels peuvent être :

- des contacts, souvent de sécurité, actionnés par des cames ;
- des impulseurs et des fanions ;
- des capteurs et des aimants ;
- des transducteurs, etc.

4. Implantation des appareils

4.1 Gaine

La gaine doit être exclusivement réservée à l'usage de l'ascenseur.

Les dimensions de la gaine, largeur et profondeur, résultent de celles de la cabine, qui croissent avec la charge admissible, ainsi que du type de porte utilisé.

Un ascenseur doit être isolé de son environnement :

- soit par un espace clos par des parois, un plancher et un plafond (gaine entièrement close) ;
- soit par un espace suffisant entre les parties mobiles de l'ascenseur ou ses organes de sécurité et les endroits normalement accessibles aux personnes (gaine partiellement close).

La gaine fait généralement partie intégrante du bâtiment qui assure le bouclage des efforts (masses suspendues, reprises des guides, prise parachute, ...).

La gaine peut être rapportée au bâtiment. L'ouvrage est alors un pylône métallique autoporteur ou non. Cette construction nécessite une conception relevant des règles de calcul des constructions en acier.

Le verre peut être employé pour réaliser les parois, il doit être en verre feuilleté.

Lorsqu'une gaine abrite plusieurs appareils, les protections suivantes sont obligatoires :

- séparation entre appareils depuis le fond de cuvette jusqu'à une hauteur de 2,5 m au-dessus du plancher du palier le plus bas ;
- séparation toute hauteur si une partie mobile d'un ascenseur est située à moins de 0,50 m du toit de la cabine contiguë.

4.1.1 Gaine entièrement close

Lorsque la gaine doit participer à la non-propagation d'un incendie, elle doit être entièrement close.

Le volume situé à l'intérieur des parois est considéré comme gaine.

4.1.2 Gaine partiellement close

Lorsque la gaine ne participe pas à la non-propagation d'un incendie, elle peut ne pas être entièrement close (ascenseurs dans un atrium, ascenseur extérieur), permettant ainsi de réaliser des ascenseurs panoramiques (figure 6).

Le volume délimité par une distance horizontale de 1,50 m autour des organes mobiles de l'ascenseur est considéré comme gaine.

La hauteur des parois, qui doivent être pleines, est considérée suffisante si elle mesure :

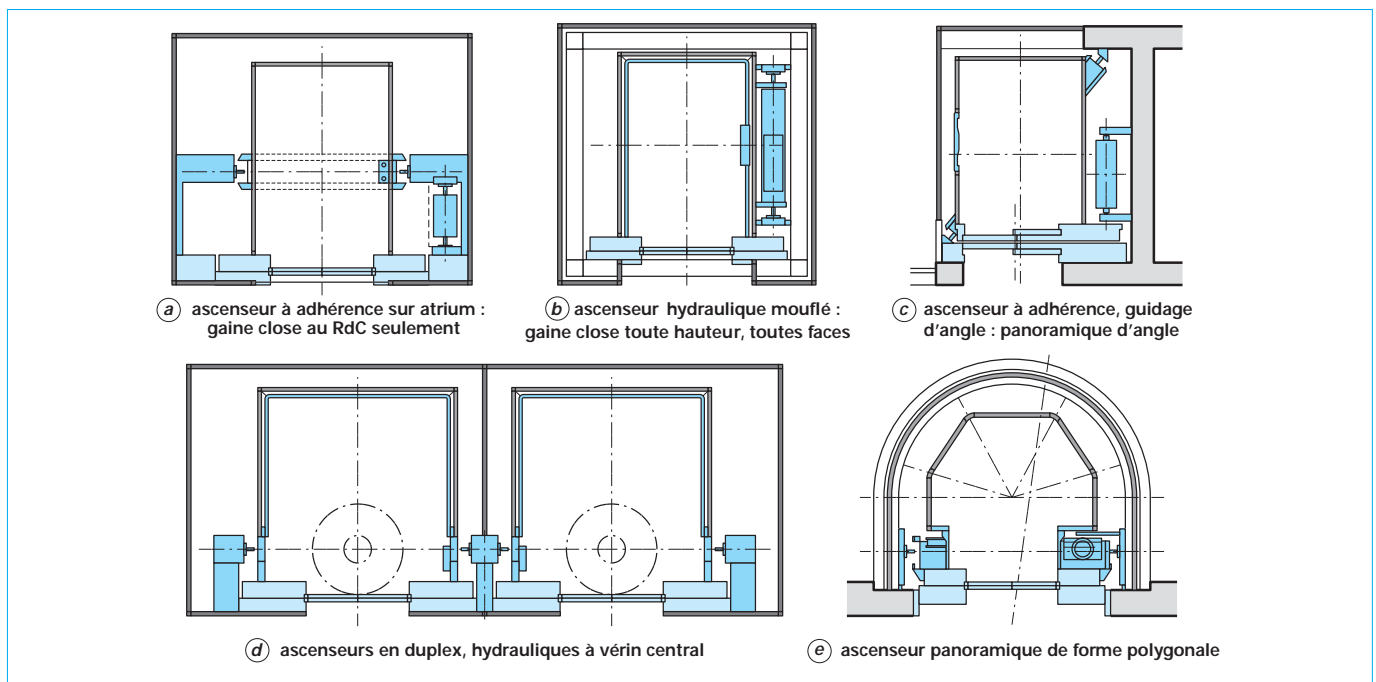


Figure 6 – Exemples d'implantation d'ascenseurs panoramiques

- 3,50 m au droit de la porte palière ;
- 2,50 m sur les autres faces avec une distance minimale horizontale de 0,50 m.

Si la distance entre parties mobiles de l'ascenseur est supérieure à 0,50 m, la hauteur de la paroi peut diminuer progressivement jusqu'à 1,10 m pour une distance de 2,00 m entre cette paroi et une partie mobile de l'ascenseur.

Il est important de prendre en compte, dès le début du projet, ces contraintes qui impactent fortement l'esthétique de l'ensemble ascenseur/bâtiment ainsi que les protections en gaine décrites au paragraphe 4.1, de plus prévoir :

- un lot de peinture pour la gaine et les matériels visibles (guides et leurs attaches, fers de séparation, tôles d'alignement, par exemple) ;
- des habillages extérieurs pour la cabine ou une peinture définie ;
- le calepinage des attaches de guides et des fers de séparation.

4.1.3 Cuvette

Ses dimensions sont identiques à celles de la gaine.

Sa profondeur varie en fonction du type d'installation et de la vitesse de la cabine. Un volume de sécurité de 0,50 m × 0,60 m × 1 m reposant sur l'une de ses faces est obligatoire, la cabine reposant sur ses amortisseurs. La profondeur de la cuvette varie donc de 0,60 à 2,50 m, voire plus, pour les appareils à grande vitesse qui nécessitent des dispositifs de compensation des câbles de levage par câbles et poulies tendeurs. La profondeur de la cuvette peut atteindre 5 m pour les appareils avec l'étrier sous la cabine, solution qui permet la desserte du niveau haut sans guidage à hauteur de ce niveau (hélisation sur terrasse d'un bâtiment).

Si la profondeur de la cuvette dépasse 2,50 m, il faut prévoir un accès à la cuvette autre que la porte palière du niveau le plus bas.

La cuvette doit être conçue pour résister aux charges qui lui sont appliquées :

- impact cabine sur ses amortisseurs ;
- impact contrepoids ou masse d'équilibrage sur ses amortisseurs ;
- effort en pied de guides lors de la prise parachute.

Ces charges ne sont pas concomitantes.

Le volume de déplacement du contrepoids ou de la masse d'équilibrage doit être protégé au moyen d'un écran rigide.

4.1.4 Hauteur à l'arrivée en haut de gaine

Sa hauteur varie en fonction du type d'installation, de la vitesse de la cabine et de sa hauteur.

À l'arrivée, un espace libre au-dessus du toit de la cabine doit exister pour empêcher le risque d'écrasement lors d'opération de maintenance ou de visite technique, le contrepoids ou la masse d'équilibrage reposant sur ses amortisseurs. La hauteur minimale à l'arrivée pour une cabine de 2,10 m de hauteur libre intérieure circulant à 1 m/s est de 3,30 m.

Pour la cuvette, comme pour la hauteur à l'arrivée, la directive « ascenseurs » 95/16 CE impose un moyen (« cet objectif est atteint par un espace libre ou un refuge au-delà des positions extrêmes »).

4.2 Implantation sans local de machine

Les ascenseurs dont la machine est embarquée (à vis/écrou, pignon/crémaillère) ou dont l'entraînement est situé en gaine, ne nécessitent pas de local de machine.

Avec la réduction de la taille des machines, il est possible de réaliser des ascenseurs sans local de machine. L'ensemble des matériels est implanté en gaine (figure 7b, c).

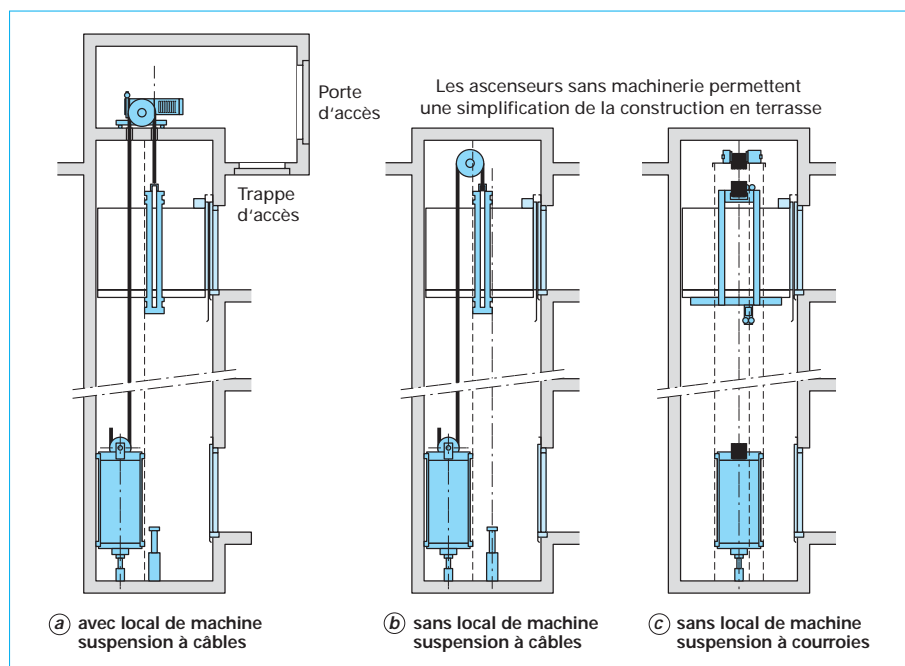


Figure 7 – Types d'implantations d'ascenseurs électriques à adhérence

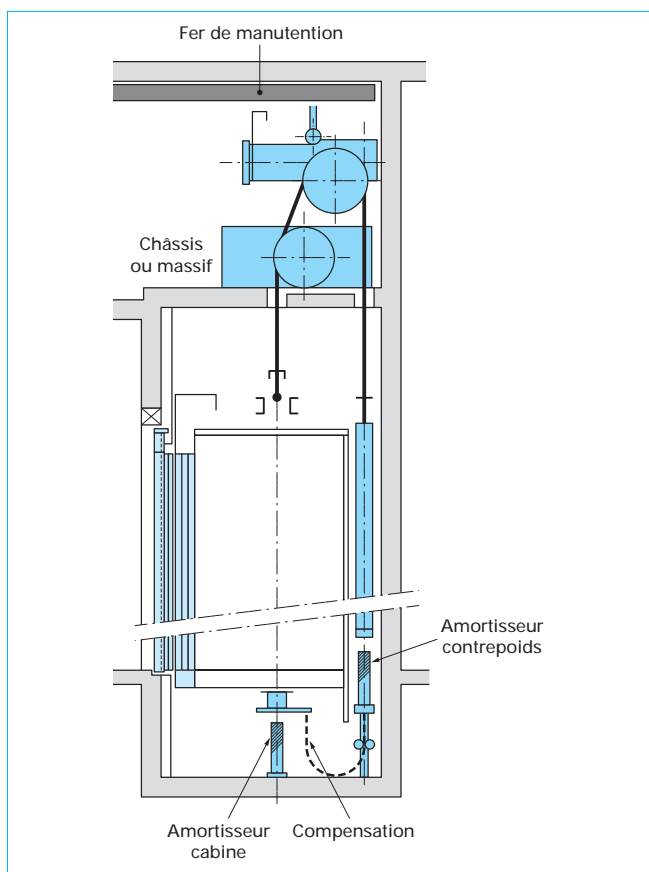


Figure 8 – Installation classique à adhérence

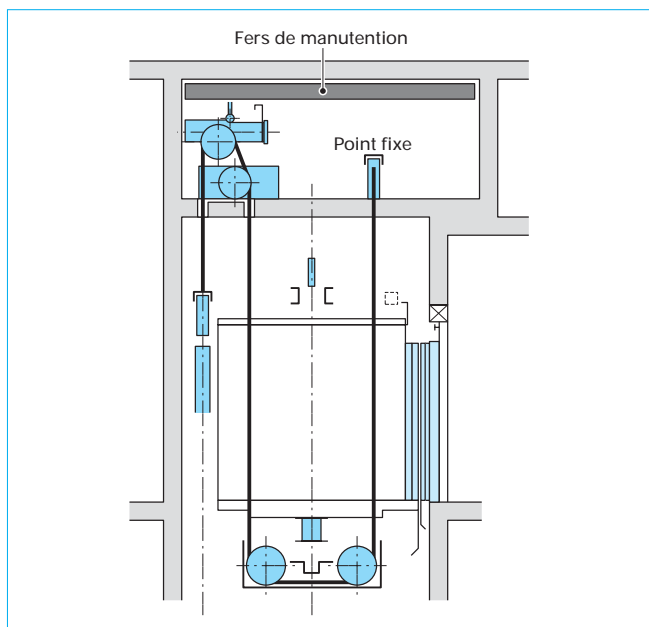


Figure 9 – Installation avec mouflage inférieur de la cabine, machinerie haute

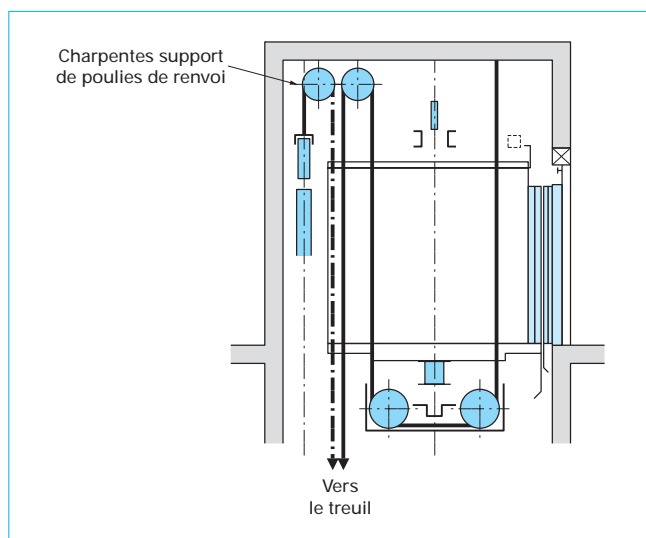


Figure 10 – Installation avec mouflage inférieur de la cabine, machinerie basse

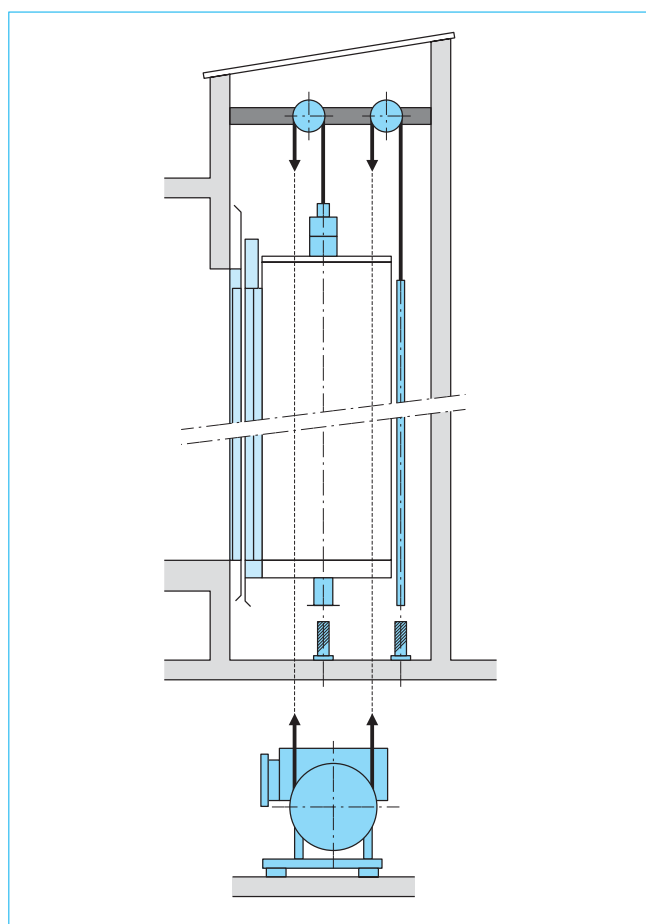


Figure 11 – Installation à adhérence avec contrepoids (immeuble existant)

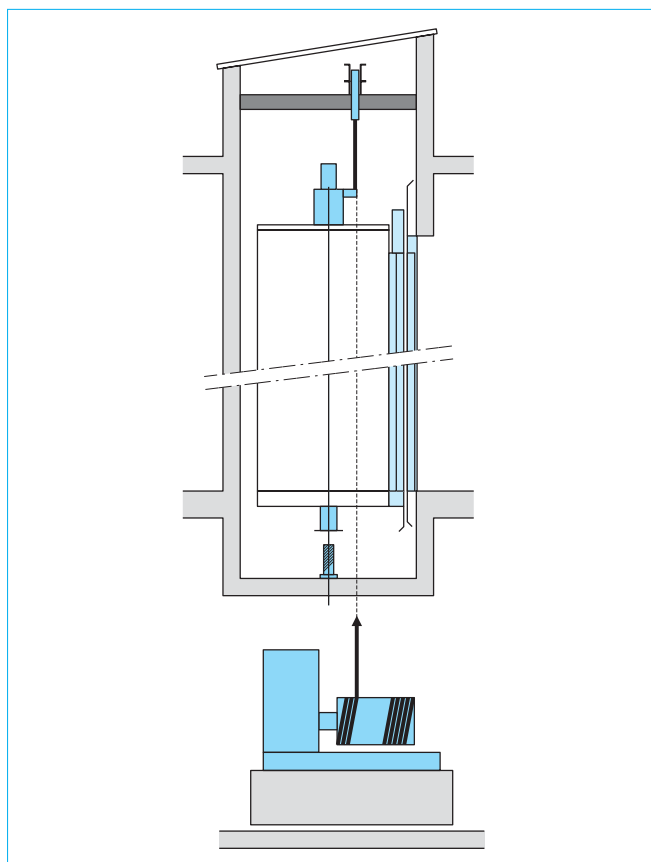


Figure 12 – Installation à treuil attelé sans contrepoids (immeuble existant)

4.3 Implantation avec local de machine

Les dimensions du local doivent être suffisantes pour permettre, outre l'implantation du matériel, la réalisation des opérations de maintenance sans compromettre la sécurité des techniciens.

La hauteur libre du local doit être de 2 m. Elle peut être réduite à 1,80 m sous retombée de poutre dans les circulations.

4.3.1 Ascenseurs électriques

Le local de machine doit être situé de préférence au-dessus de la gaine afin d'éviter la mise en place de transmissions diverses, de grandes longueurs de câbles de levage et de limiter les charges reprises en partie haute par le bâtiment (figure 7a).

Il peut se situer latéralement ou sous la gaine.

La figure 8 représente une installation classique à adhérence avec poulie de déflexion et chaînes d'équilibrage.

Les figures 9 et 10 représentent une installation avec mouflage inférieur de la cabine, machinerie haute et basse, permettant de limiter la hauteur entre le plancher du dernier niveau desservi et le toit du local de machinerie ou celui de la gaine.

Les figures 11 et 12 représentent des installations avec machinerie basse, à adhérence avec contrepoids et à treuil attelé sans contrepoids, en immeuble existant. Les renvois supérieurs doublent l'incidence des poids suspendus sur le bâtiment en partie haute.

4.3.2 Ascenseurs hydrauliques

Le local est de préférence situé proche de la gaine (figure 13), il n'est pas forcément contigu à celle-ci. La distance entre la centrale hydraulique et l'alimentation du vérin ne doit pas dépasser 10 m. Lorsque la centrale hydraulique n'est pas contiguë à la gaine, il est conseillé d'utiliser des canalisations en tubes rigides en lieu et place de flexibles. Les canalisations doivent être isolées du bâtiment (acoustique).

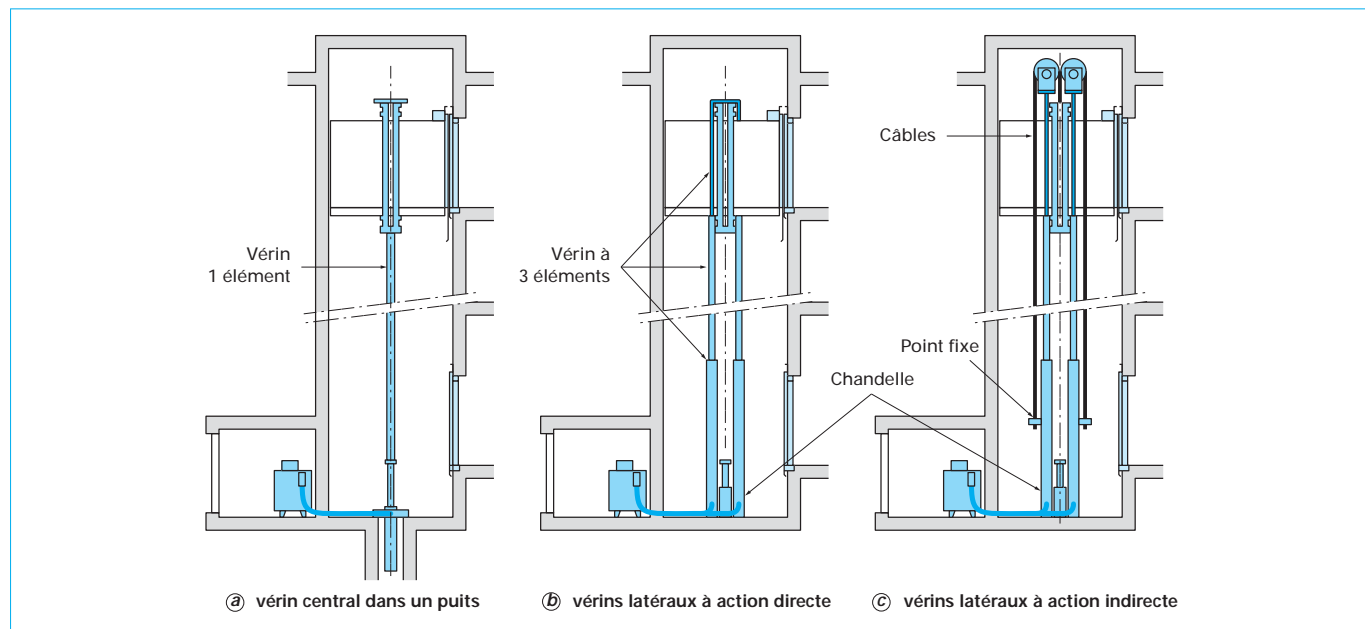


Figure 13 – Types d'implantations d'ascenseurs hydrauliques

5. Critères de choix

5.1 Types d'installation

Le choix du type d'installation dépend essentiellement des éléments suivants :

- destination du bâtiment : habitation, bureaux, hôpitaux... ;
- de la qualité du trafic à obtenir ;
- de la configuration des lieux : dimensions de gaine, hauteur de levage, position du local machine ;
- de l'esthétique recherchée (ascenseurs panoramiques) ;
- du milieu ambiant (étanche aux poussières ou à l'eau, antidéflagrant...).

■ Habitation

L'arrêté du 31 janvier 1986 définit les dispositions constructives bâtiment pour l'installation d'un ascenseur :

- degré coupe-feu des parois de gaine ;
- accessibilité des ascenseurs depuis les parties communes à chaque niveau desservi ;
- sas d'isolement de l'ascenseur avec un parking ou des caves.

■ Établissement recevant du public (ERP)

Règlement ERP : voir [C 3 280], *Sécurité contre l'incendie dans les ERP*.

■ Immeuble de grande hauteur (IGH)

Règlement IGH : voir [C 3 281], *Sécurité contre l'incendie dans les IGH*.

5.2 Programme d'ascenseur

■ Habitation

Le programme d'ascenseur est défini par le DTU 75-1.

Les cabines sont plus profondes que larges.

■ Bureaux

Le programme se définit selon un certain nombre de critères de façon à obtenir une qualité de trafic.

Tous les éléments nécessaires à la détermination de ce type de programme sont explicités dans les dossiers spécialisés de cette rubrique.

Les cabines sont plus larges que profondes pour faciliter les échanges entre ceux qui sortent et ceux qui entrent.

■ Hôpitaux

Les cabines doivent répondre au besoin du milieu hospitalier :

- faciles à nettoyer et désinfecter ;
- éclairage non éblouissant ;
- précision d'arrêt.

La séparation des flux impose pour la desserte de l'hôpital :

- des ascenseurs visiteurs : ascenseurs de 800 kg minimum qui permettent à un fauteuil roulant de pénétrer dans une cabine occupée par quelques passagers ;
- des ascenseurs monte-malades (recommandé 2 000 kg à 1 m/s) ;
- des ascenseurs de charge pour les conteneurs « propre/sale » (recommandé 1 000 kg, porte passage libre 1,00 m).

La distribution des approvisionnements peut s'effectuer dans l'hôpital à l'aide de « véhicules automatisés guidés » qui empruntent pour leur déplacement vertical des ascenseurs. Ces ascenseurs doivent avoir une précision d'arrêt inférieure à 3 mm.

Tableau 1 – Plages d'utilisation normales des ascenseurs

Type	Charge (t)	Vitesse (m/s)
Ascenseurs électriques :		
— à adhérence :		
• avec réducteur	≤ 5	≤ 1,80
• sans réducteur	≤ 5	≤ 5,00
— à treuil attelé.....	≤ 0,32	≤ 0,63
— à vis et écrou	≤ 1,2	≤ 0,35
Ascenseurs hydrauliques	≤ 30	≤ 1,00

Les hôpitaux équipés d'hélistation en toiture, pour le transport des malades, nécessitent qu'un monte-malade desserve le niveau d'arrivée de l'hélicoptère :

— en dehors de la zone de sécurité pour le vol des hélicoptères, l'ascenseur est un appareil traditionnel (édicule en toiture) ;

— ascenseur implanté dans la zone de sécurité, aucun édicule n'est autorisé et l'ascenseur doit être conçu pour qu'aucun de ses éléments ne dépasse la surface d'atterrissage.

■ Lieux publics

Nombre de lieux publics (écoles, crèches, gares, mairies...) nécessitent des ascenseurs pour les personnes à mobilité réduite. Ces ascenseurs doivent se situer dans le flux normal des usagers (pas de discrimination).

■ Centres commerciaux

Selon la disposition des lieux, le type de magasin, les solutions mécaniques de transport des personnes retenues, les ascenseurs des centres commerciaux sont :

- des ascenseurs pour le transfert des clients d'un niveau à un autre ;
- des ascenseurs pour handicapés qui doivent être à disposition de tout usager ;
- des ascenseurs de charge pour le transfert des chariots (à l'intérieur du magasin ou dans les parkings) ;
- des ascenseurs de charge à usage interne pour l'approvisionnement.

■ Usines

Le programme ascenseur de charge se définit en fonction de la nature des charges à transporter et des impératifs de la production.

5.3 Plages d'utilisation

Elles sont indiquées dans le tableau 1.

Il est possible de dépasser ces limites pour répondre à des besoins spécifiques :

- monte-charge de 500 t ;
- vitesse de 10 m/s ;
- cabine de 300 m² ;
- inclinaison supérieure à 15° par rapport à la verticale, etc.

Exemple d'installation connue hors des limites normales :

- Tour Eiffel : inclinaison variable par rapport à la verticale.

5.4 Capacité des cabines

La norme ISO 4190 (parties 1 et 2) définit les capacités de charge des cabines, et donc aussi leurs dimensions, et les dimensions de gaines pour répondre aux besoins les plus courants. Ces dimensions sont reprises par les constructeurs en tant que standard (tableau 2). Les hauteurs intérieures de cabine varient de 2,00 à 2,40 m.

Tout autre charge ou dimension implique une fabrication sur mesure hors standard.

5.5 Vitesse des ascenseurs

■ Ascenseur hydraulique

Vitesse maximale de 1 m/s.

■ Ascenseur électrique à deux vitesses

Ce type d'appareil est à proscrire pour les ascenseurs de personnes du fait de la difficulté à respecter la précision d'arrêt (10 mm) imposée par la norme handicapés (NF EN 81-70).

■ Ascenseur électrique à variation continue de vitesse

Ces ascenseurs présentent un très bon confort en cabine surtout lorsque l'entraînement est direct (sans réducteur). La vitesse recommandée est de 1 m/s en habitation et 1,60 m/s pour les immeubles de bureaux.

■ Ascenseur électrique à grande vitesse

Vitesse jusqu'à 7 m/s, à utiliser pour des immeubles de bureaux ou d'habitation à hauteur de levage supérieure à 30 m.

Tableau 2 – Capacité et dimensions des cabines

Charge (kg)	Nombre de personnes	Cabine (L × p) (m)	Destination
320 630 1 000	4 8 13	0,90 × 1,00 1,10 × 1,40 1,10 × 2,10	Habitation minimum handicapés
630 800 1 000	8 10 13	1,10 × 1,40 1,35 × 1,40 1,60 × 1,40	Usage général
1 275 1 600 1 800 2 000	16 21 24 26	2,00 × 1,40 2,10 × 1,60 2,35 × 1,60 2,35 × 1,70	Usage intensif
1 000 1 275 1 600	13 16 21	1,10 × 2,10 1,20 × 2,30 1,40 × 2,40	Maison de retraite minimum réglementaire
1 600 2 000 2 500	21 26 33	1,40 × 2,40 1,5 × 2,70 1,80 × 2,70	Hôpital (monte-malade) « recommandé si lits spéciaux
1 000 1 275 1 600 2 000 2 500 3 200	13 16 21 26 33 42	1,10 × 2,10 2,00 × 1,40 2,10 × 1,60 1,50 × 2,70 1,80 × 2,70 2,10 × 3,00	Ascenseur de charge