

Evaluation de la consommation énergétique d'un ascenseur et ses facteurs



Consommation et appel de puissance des ascenseurs

L'étude ci-dessous des consommations et des appels de puissances s'inspire largement du manuel RAVEL de l'Office fédéral des questions conjoncturelles en Suisse (*L'électricité à bon escient : "Ce qu'il faut savoir en matière URE"*).

1. Consommation des ascenseurs

Généralité

Les ascenseurs du parc existant nécessitent une puissance installée importante qui peut être évaluée assez facilement. La consommation, quant à elle, reste modeste dans le sens où les personnes et les charges dans la cabine moins la charge du contre-poids (si existant) ne constituent pas en soi une perte d'énergie. En effet, aux pertes près, l'énergie consommée par le transport des personnes à la montée est restituée (énergie potentielle) lors de la descente. L'énergie réellement perdue est composée :

- des pertes par frottement,
- des pertes de ventilation,
- des pertes thermiques dans les moteurs,
- ...

Par rapport aux anciens systèmes d'ascenseur, la consommation actuelle a été réduite d'un **facteur 2** environ pour les bâtiments du tertiaire au point que les consommations des équipements auxiliaires tels que les moteurs de porte, les ventilations des armoires de commandes et de régulation, ... et l'éclairage de la cabine, prennent une place prépondérante dans la consommation énergétique des ascenseurs.

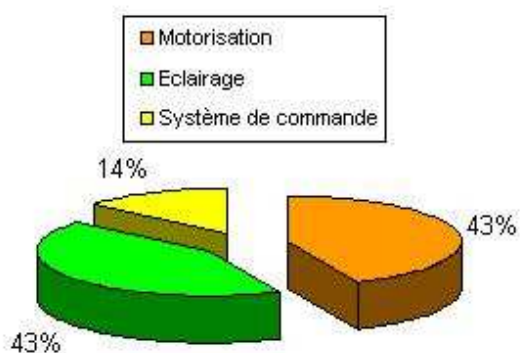
Quant à la consommation énergétique de la motorisation d'un ascenseur, elle est très complexe à établir car elle dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont :

- la charge de la cabine (fonction du nombre de personnes),
- le profil de vitesse (accélération, palier de vitesse constante, décélération, freinage, ...),
- le nombre de course,
- le système de motorisation,
- les pertes mécaniques dans la gaine,
- ...

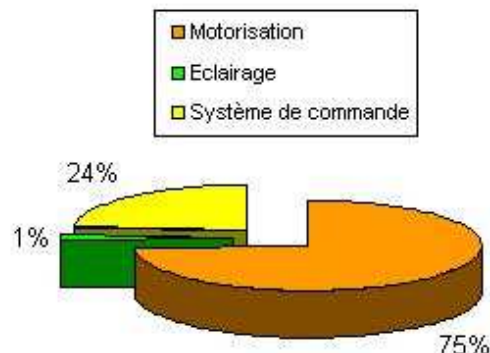
Au même titre que le nombre de course, le système de motorisation joue naturellement un rôle prépondérant dans la consommation énergétique. Cependant, on oublie souvent de parler de l'éclairage de la cabine de l'ascenseur qui, dans certains cas, peut représenter la majeure partie de la dépense énergétique.

On entend parfois que "par mesure de sécurité, l'éclairage d'une cabine d'ascenseur doit être permanent". Il n'en est rien ! Les techniques modernes d'éclairage (détecteur de présence, horloge hebdomadaire, ...) permettent de gérer efficacement et en toute sécurité les luminaires de la cabine.

L'éclairage de la cabine devient importante lorsque les consommations de la motorisation diminuent.



Motorisation deux vitesses + éclairage permanent



Motorisation deux vitesses + éclairage automatique

2. Rendements des motorisations

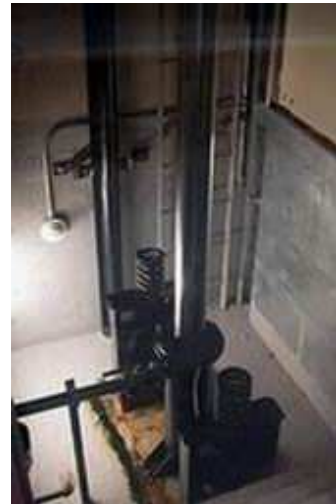
Un bon indicateur pour appréhender la consommation électrique des motorisations est de situer approximativement leurs rendements. Pour pouvoir comparer les rendements énergétiques des motorisations d'ascenseur, un bon départ consiste à différencier principalement les types :

- d'ascenseur,
- de motorisation composée d'une commande de vitesse, d'un moteur électrique, d'un réducteur ou pas et d'un treuil.

Types d'ascenseur

Deux **types d'ascenseur** dominent le marché. Ils sont repris ci-dessous :

Les ascenseurs hydrauliques, utilisés pour déplacer verticalement des charges lourdes sur des faibles distances. Ce sont des consommateurs importants d'énergie électrique et les courants de démarrage élevés altèrent la pointe quart-horaire. En effet, ce type d'ascenseur n'étant pas doté d'un contre-poids, l'effort de mise en pression de l'huile par la pompe pour déplacer verticalement la charge, est élevé.



Les ascenseurs à traction à câbles dominant de loin le marché du secteur tertiaire. Ce type d'ascenseur est moins gourmand en énergie pour la simple raison qu'il est équipé d'un contre-poids réduisant la charge que doit mettre en mouvement la motorisation. Une règle de bonne pratique veut que la charge du contre-poids soit de 50 % celle de l'ensemble cabine-câble-charge utilisateurs.



Plusieurs **types de motorisation** sont installés sur les ascenseurs. On entend par motorisation le couplage mécanique :

- d'un moteur électrique (avec sa commande et sa régulation),
- et d'un système d'entraînement mécanique de la cabine.

Parmi les systèmes d'entraînement mécanique de traction classique on retrouve les équipements suivants :

Types de moteur électrique

Les moteurs électriques interviennent aussi dans la consommation de la motorisation puisque qu'ils ont, comme tout équipement, un rendement.

Les moteurs électriques peuvent être de différents types :

- les **moteurs à courant continu**,
- les moteurs à courant alternatif **asynchrones** et **synchrones**.

Les **moteurs à courant continu** sont des moteurs dont les rendements avoisinent les 95 %. On les distingue des autres moteurs couramment utilisés dans les ascenseurs, par la présence des balais et des collecteurs bien visibles.



Le **moteur à courant alternatif asynchrone**, de part sa robustesse et sa simplicité, est un moteur très utilisé. Son rendement est de l'ordre de 90 % et permet de ne pas trop altérer la consommation de l'ensemble de la motorisation.



Au même titre que le moteur asynchrone, le rendement du **moteur synchrone** avoisine les 90 % et plus, sachant que pour des rotors à aimant permanent les pertes sont plus faibles.



Types de commande et de régulation de vitesse

Les commandes et les régulations de vitesses des moteurs électriques génèrent aussi des pertes influençant le rendement énergétique. Dans les ascenseurs, les moteurs électriques à courant continu sont commandés et régulés par :

- des groupes Ward-Lénard,
- des variateurs de vitesse électronique,
- ...

Par contre, les moteurs à courant alternatif peuvent être commandés et régulés en vitesse par :

- des commandes à deux vitesses,
- des variateurs de fréquences.

Les **variateurs de vitesse** se présentent comme les sauveurs des rendements énergétiques de la motorisation des ascenseurs. En effet, leur rendement est élevé (> 90 %). Ils peuvent, sous certaines conditions, renvoyer de l'énergie sur le réseau; ce qui permet au système de motorisation de dépasser momentanément les 100 % de rendement. Les variateurs de vitesse peuvent alimenter :

- les moteurs à courant continu en faisant varier la tension de sortie,
- les moteurs à courant alternatif (la grande tendance) en agissant sur la fréquence et sur la tension.

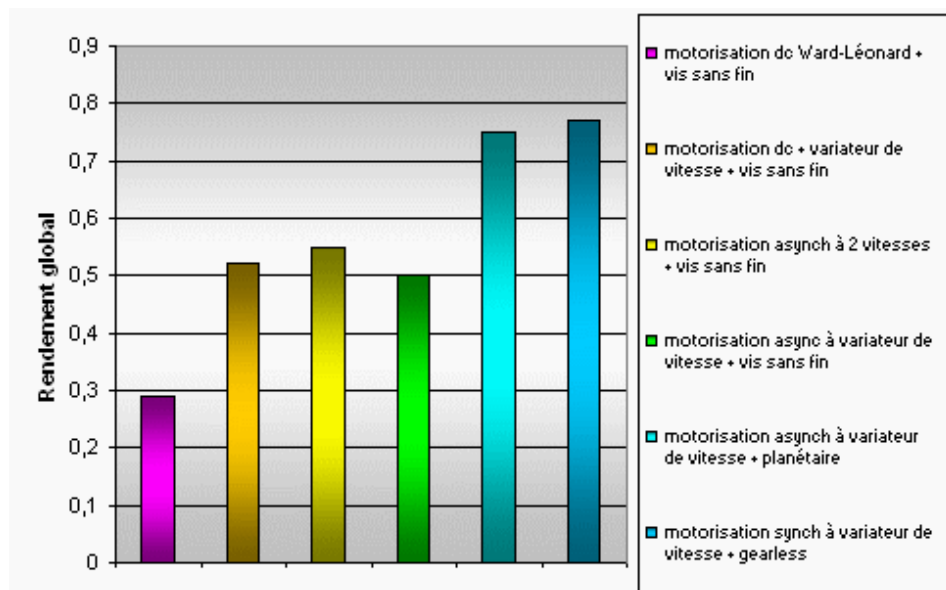
Conclusions

On voit tout de suite qu'en repérant le type d'ascenseur et de motorisation, il est possible d'évaluer intuitivement la qualité énergétique de l'installation. Le tableau suivant donne des indications de rendement global de motorisation..

Type de motorisation classique	Commande et régulation		Rendement Moteur électrique			Réducteur			Roue	Rendement global
	Groupe ward-léonard	variateur de vitesse	moteur dc	moteur asynchrone	moteur synchrone	Vis sans fin	Planétaire	"gearless"		
motorisation dc Ward-Léonard	0,5	> 0,9	0,95	0,9	> 0,9	0,65	0,98	1	0,95	0,29
+vis sans fin										
motorisation dc + variateur de vitesse + vis sans fin	0,5	> 0,9	0,95	0,9	> 0,9	0,65	0,98	1	0,95	> 0,52
motorisation asynch à 2 vitesses + vis sans fin	0,5	> 0,9	0,95	0,9	> 0,9	0,65	0,98	1	0,95	> 0,55
motorisation asynch à variateur de vitesse + vis sans fin	0,5	> 0,9	0,95	0,9	> 0,9	0,65	0,98	1	0,95	> 0,5
motorisation asynch à variateur de vitesse + planétaire	0,5	> 0,9	0,95	0,9	> 0,9	0,65	0,98	1	0,95	> 0,75
motorisation synch à variateur de vitesse + gearless	0,5	> 0,9	0,95	0,9	> 0,9	0,65	0,98	1	0,95	> 0,77
...										

La notion de rendement global permet donc de comparer un système de motorisation par rapport à un autre et naturellement d'évaluer l'intérêt d'une modernisation.

Le graphique suivant traduit le tableau des rendements globaux en fonction du type de motorisation :



Exemple.

Un constructeur d'ascenseur annonce un rendement de 0,78 pour une motorisation composée d'un variateur de fréquence et d'un **gearless**; ce qui permet :

- Lors d'une amélioration, de sérieusement réduire les consommations électriques.

- Lors d'une conception nouvelle, de réduire le dimensionnement de l'installation (câbles électriques, équipement électrotechnique, moteur, ...) et de prévoir un budget "consommation" moins élevé.

Consommation de l'éclairage des cabines

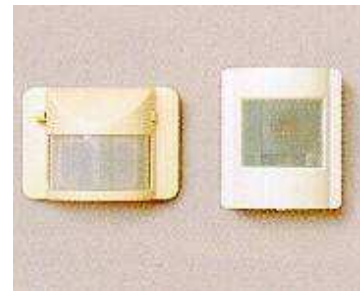
Comme vu précédemment, les consommations électriques liées à l'éclairage peuvent prendre un poids important par rapport aux installations de motorisation peu gourmandes en énergie (commande de vitesse par variation de fréquence par exemple). Comment repérer les indices de consommations de l'éclairage ? Elle est souvent due :

- à l'absence de gestion des luminaires lorsque l'ascenseur n'effectue pas de course,
- au niveau d'éclairement (en lux) trop élevé lorsque, à tort, on désire un certain confort de "standing",
- au manque d'efficacité énergétique des lampes et du luminaire.

La norme NBN EN 81-1 (concernant la sécurité de la construction et de l'installation des ascenseurs. Partie 1 : les ascenseurs électriques) préconise un niveau d'éclairement minimum de 50 lux. Cette valeur est souvent dépassée dans les cabines d'ascenseur. On s'assurera par une mesure que le niveau d'éclairement est proche de 50 lux au niveau de la zone de travail (le sol par analogie au couloir et escalier dans la **norme EN 12464-1** concernant l'éclairage des lieux de travail intérieur).

Gestion de l'éclairage

L'éclairage prend une part importante dans la consommation électrique annuelle de l'installation d'ascenseur si la gestion est inexistante. Cette gestion se matérialise souvent par la coupure électrique des luminaires lorsque l'immeuble est inoccupé, (une minuterie).



Mesure du niveau d'éclairement

Le niveau d'éclairement est mesuré au moyen d'un luxmètre placé au niveau du sol. Plusieurs points de mesure sont nécessaires pour établir le niveau d'éclairement moyen qui doit correspondre à 50 [lux] minimum.

Efficacité des luminaires

L'efficacité énergétique des luminaires s'exprime en $\text{W/m}^2.100 \text{ lux}$ et permet de comparer différents luminaires. Une valeur moyenne courante de l'efficacité énergétique est de $2,5 [\text{W/m}^2.100 \text{ lux}]$. Pour un ascenseur, cette efficacité se situerait aux alentours des $1,25 [\text{W/m}^2.50 \text{ lux}]$ sachant qu'il faut 50 [lux] au niveau du sol.



Souvent c'est la catastrophe dans les cabines d'ascenseur, car sous prétexte d'avoir une atmosphère "chaude", les luminaires sont mal choisis et donnent une efficacité énergétique médiocre tout en posant un problème de surchauffe thermique (éclairage indirect, lampe halogène, ...). Pour évaluer l'efficacité énergétique des luminaires, il sera nécessaire de connaître le niveau d'éclairement en lux, la surface au sol en m^2 de la cabine et la puissance des lampes. On la comparera à la valeur de $1,25 [\text{W/m}^2.50 \text{ lux}]$.

Consommations des auxiliaires

Comme auxiliaires, on prend surtout en compte les consommations des armoires de commande de puissance et de régulation des ascenseurs. En effet, les composants électro-techniques et électroniques des armoires, dans certains cas l'électronique de puissance des variateurs de vitesses, ..., participent à la dépense énergétique.

Annexe :

Consommation de la motorisation en fonction du nombre de courses et influence de l'éclairage

Exemple 1 :

Cet exemple illustre de manière simplifiée l'influence du nombre de courses sur les consommations énergétiques.

Sachant que la durée moyenne d'une course d'ascenseur est de l'ordre de 10 secondes, on se rend compte que pour un ascenseur peu utilisé la consommation due à la motorisation de l'ascenseur intervient très peu dans le bilan énergétique par rapport à une source de consommation permanente comme la ventilation de l'armoire de commande.

Soit un ascenseur pour personnes à mobilité réduite de bâtiment public. Il effectue 100 courses par jour.

On a : nbre d'heure de trajet par an = nbre de course x temps d'une course x nbre jour annuels

$$\text{nbre d'heure de trajet par an} = 100 [\text{course/j}] \times (10 [\text{s/course}] / 3\,600 [\text{s/h}]) \times 365 [\text{j/an}]$$

$$\text{nbre d'heures de trajet par an} = 101 [\text{h/an}]$$

Ce calcul simple montre que 1 [W] utilisé pour faire tourner le ventilateur de l'armoire de commande agit 86 fois plus (8 760 [h/an] / 101 [h/an]) sur la consommation électrique que 1 [W] nécessaire pour faire tourner la motorisation.

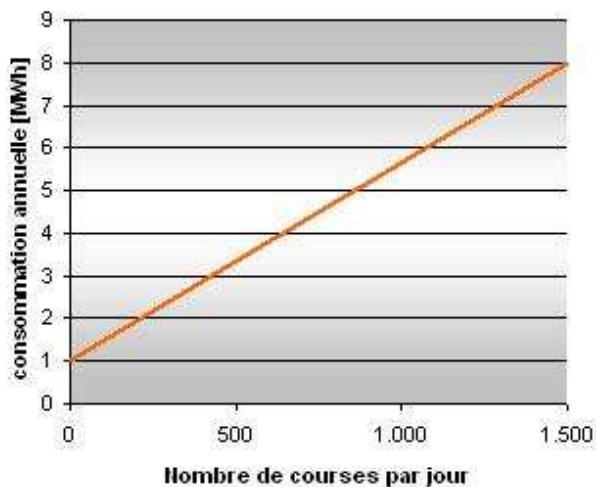
À l'inverse, un ascenseur pour le personnel d'un hôpital effectuant 1 800 courses par jour, fonctionne 1 825 [h/an]; ce qui signifie que 1 [W] servant à faire tourner le même ventilateur agit seulement 5 fois plus sur la consommation électrique que 1 [W] de puissance pour la motorisation.

Exemple 2 :

Cette étude a été réalisée pour un immeuble de logements de 48 personnes, équipé d'un ascenseur avec les caractéristiques suivantes :

- ascenseur existant de 450 [kg],
- 6 arrêts,
- vitesse de 1 [m/s],
- éclairage permanent de 2 x 40 [W],
- nombre de courses annuel de 60 216,
- motorisation à deux vitesses de 6 [kW].

Les consommations ont été extrapolées pour des nombres de courses plus importants correspondant à des immeubles plus fréquentés comme ceux du secteur tertiaire.



Motorisation à 2 vitesses + éclairage permanent.

La courbe présentée dans le graphe ci-dessus montre que la consommation annuelle d'un ascenseur est proportionnelle au nombre de courses effectué par la cabine de l'ascenseur.