

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Université Echahid Hamma Lakhdar .El Oued

Faculté de la Technologie

Département de Génie Electrique

Cours de:

Commande Electrique des Mécanismes

Niveau : 2^{ème} Année Master **industriels** électrique

Préparé par :

BABA ARBI Idriss

Année universitaire : 2020-2021

Chapitre I : Critères de choix d'un moteur électrique

I.1. Généralités :

Les machines électriques ont une grande importance dans le milieu industriel, elles jouent le rôle de convertisseur d'énergie.

- a) Conversion électrique/ mécanique (Moteur électrique).
- b) Conversion mécanique/électrique/ (Générateur).

I.2. Comment choisir un moteur :

Le choix de type du moteur dépend de son utilisation sera en continu avec peu de changement de vitesse, le moteur asynchrone est très adéquat.

Pour les applications dynamiques est précise, le moteur synchrone ici est le plus convenable.

D'autre part et lorsque le moteur sert à convertir l'électricité en mouvement donc il est divisé en deux parties (Electrique et mécanique).

Les critères de choix d'un moteur reposent sur :

Puissance utile, vitesse de charge, couple utile.

Type d'alimentation (continue ou alternative).

Vitesse variable ou constante (présence ou non d'un dispositif d'électronique de puissance)

Performance dynamique (commande, inertie du moteur).

I.2.1. Critère électriques :

A. Nature de réseau :

- Alternatif : monophasé, avec ou sans neutre, polyphasé.
- Continu.

B. Caractéristiques :

- Tension.

- Fréquence.
- Puissance.

➤ Tension et fréquence :

Les moteurs sont destinés pour fonctionner sous des tensions fréquences différentes.

Pour chaque moteur il' y a une tension appropriée pour l'alimenter selon sa plaque signalétique.

Exemples :

Tension Nominale de Réseau	Tension de la plaque
120 V- Monophasé	115V
208 V/120V- Triphasé	200V
240 V- Mono ou Triphasé	230V
480 V/ 277V- Triphasé	460V
600 V/ 347V- Triphasé	575V
2400 V- Triphasé	2300V
4160 V/ 2400V- Triphasé	4000V

Dans le choix d'un moteur pour une application particulière, on devra tenir compte les facteurs suivants :

1. Exigences mécaniques de la charge à entraîner.
2. Choix de classe de moteur (A, B ou C) selon la température lors de fonctionnement.
3. Réseau de distribution électrique.
4. Aspects physiques et environnementaux.

➤ Facteur de puissance ($\cos \Phi$):

$$\cos \varphi = \frac{|P|}{|S|}, \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

Une solution pour améliorer le facteur de puissance est d'installer des condensateurs afin d'annuler la composante inductive de la charge.

Le choix exige de connaître la puissance d'entraînement P_e requise.

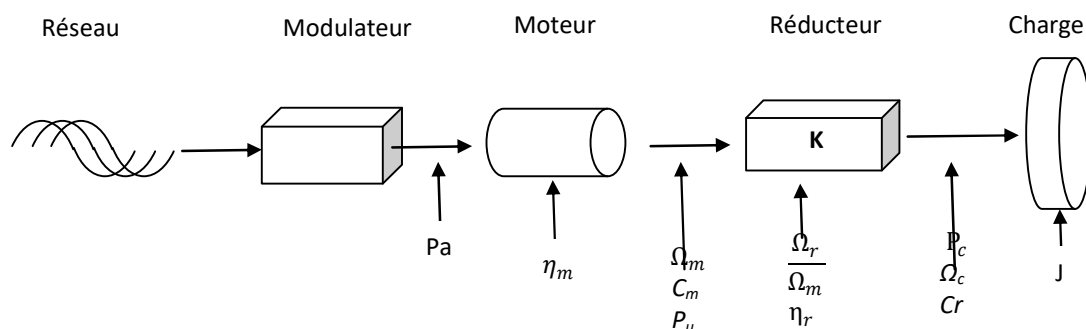
La puissance utile P_u nécessaire au travail de la machine est généralement connue

$$P_e = \frac{P_u}{\eta}; \quad \eta \text{ est le rendement.}$$

I.2.2. Critère mécaniques :

Le choix d'un convertisseur dépend essentiellement du type de charge, couple, vitesse, accélération.

1. Chaîne de transmission :



La figure ci-dessus représente la chaîne de transmission, avec :

P_a : Puissance absorbée par le moteur [W].

η_m : Rendement du moteur ($\eta_m = P_u/P_a$).

P_u : Puissance utile fournie par le moteur sur l'arbre : $P_u = C_m \cdot \Omega_m$

C_m : Couple utile sur l'arbre [N.m].

Ω_m : vitesse de rotation de l'arbre moteur [rad/s].

K : rapport de réduction ($K = \Omega_r/\Omega_m$).

η_r : Rendement du moteur ($\eta_r = P_c/P_u$).

P_u : Puissance demandée par la charge.

Ω_c : vitesse de rotation de la charge.

C_r : Couple résistant de la charge.

J : Moment d'inertie de la charge [Kg/m^2].

I.2.3. Equation fondamentale :

Le couple moteur est la somme du couple accélérateur et le couple résistant donc il est donné par :

$$C_m = C_a + C_r \text{ avec } C_a = J \frac{d\Omega}{dt}$$

C_m : Couple moteur.

C_a : Couple accélérateur.

C_r : Couple résistant.

J : Moment d'inertie.

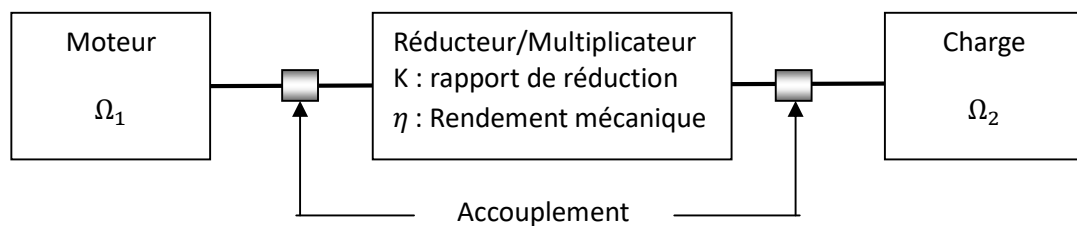
En régime établi, la vitesse de rotation Ω est constante ce qui implique que $C_a = J \frac{d\Omega}{dt} = 0$

Donc : $C_m = C_r$.

I.2.4. Réducteur / Multiplicateur :

Les réducteurs / multiplicateurs sont des éléments typiques des systèmes d'entraînement.

Pour calculer le couple moteur et la plage de vitesse, les réducteurs doivent être pris en compte.



Moteur	Charge
Ω_1 : vitesse en [rd/s]	Ω_2 : vitesse en [rd/s]
C_1 : couple en [N.m]	C_2 : couple en [N.m]
P_1 : puissance en [W]	P_2 : puissance en [W]
E_{c1} : énergie cinétique en [joule]	E_{c2} : énergie cinétique en [joule]
J_1 : Moment d'inertie [rd/s]	J_2 : Moment d'inertie [rd/s]

Chapitre II : Commande électrique et automatisation des pompes, ventilateurs et compresseurs

II.1.Pompes :

II.1.Principe de fonctionnement :

Les pompes ont pour fonction d'accroître la pression d'un liquide et de générer un débit. Pour assurer cette tâche différents types de pompes ont été développés, dont les plus importants sont les pompes volumétriques et les pompes centrifuges.

On distingue deux modes de d'entraînement selon le type de moteur utilisé,

On parle de motopompe lorsque l'énergie mécanique nécessaire à la rotation de la pompe est fournie par un moteur thermique (à explosion, le à combustion,....)

On parle de l'électropompe lorsqu'un moteur électrique assure l'énergie mécanique nécessaire.

II.1.2.Puissance de la pompe :

La puissance fournie par la pompe au liquide est donnée par :

$$P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

H : Hauteur manométrique [m].

ρ : Masse volumique du liquide [g/m^3]

g : Accélération de pesanteur [m/s^2]

Q : Débit volumique du liquide exprimé en [m^3/s].

La puissance nominale (P_{nom}) absorbée par la pompe est cédée d'un moteur électrique à l'axe de la pompe.

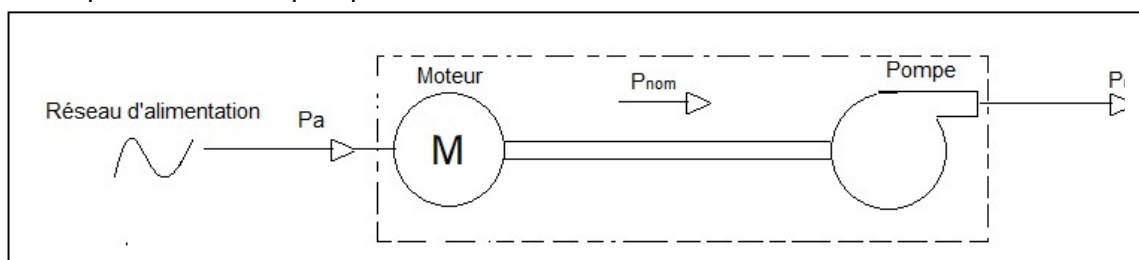


Figure II.1 . Electropompe

II.1.3.Rendement :

Pour l'électropompe le rendement étant le rapport entre la puissance fournie au fluide et la puissance absorbé par le moteur.

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

Le rendement caractérise la qualité de l'électropompe.

II.1.4.Vitesse :

La vitesse de rotation est le nombre de tours effectué par la pompe par unité du temps, généralement indiquée par n [tr/min].

II.1.5.Effets de la variation de vitesse sur les pompes centrifuges

Une pompe centrifuge est un dispositif qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur.

La vitesse de rotation a un effet direct sur la performance. Pour les systèmes où la perte de frottement prédominante, la réduction de la vitesse de la pompe déplace le point d'intersection sur la courbe du système le long d'une ligne de efficacité constante (voir figure.II.2).

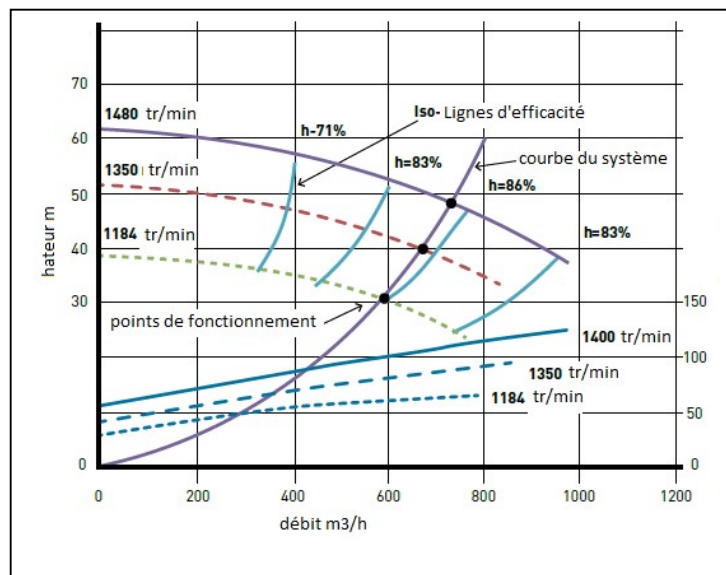
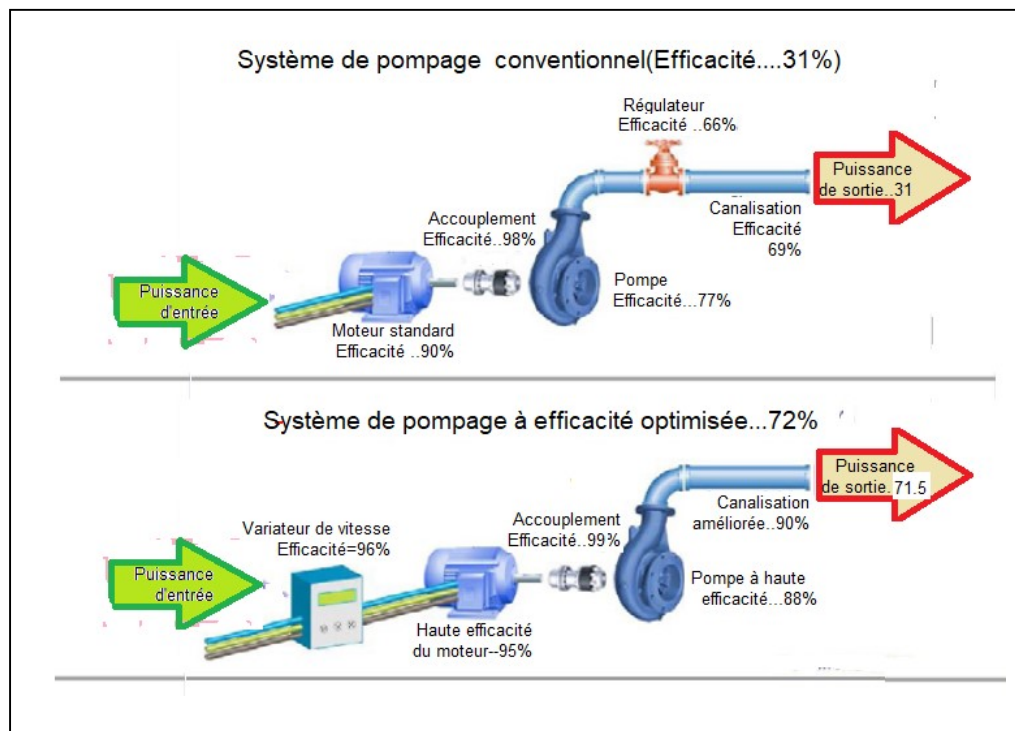


Figure II.2 . Courbes de fonctionnement

La variation de la vitesse est la meilleure méthode de commande assurant une faible puissance absorbée.

Rôle d'un variateur de vitesse

L'entraînement à fréquence variable (VFD) est utilisé pour contrôler la vitesse de la pompe pour atteindre le débit/la tête et la température désirés dans le système, mais il est plus cher par rapport à d'autres méthodes. En utilisant le VFD, il est possible d'obtenir d'importantes économies d'énergie lorsque la demande de débit diminue.



Par exemple lorsque la demande de flux diminue de 50%, la tête est réduite de 75 % et, en même temps, le besoin de puissance est réduit à 20% (voir figure.II.3). Où la tête doit être maintenue constante mais le débit peut varier, installer un lecteur à fréquence variable n'est pas une option.

Au lieu de cela, utilisez un système de pompe multiple qui démarrera si la pression de décharge commence à baisser.

Avantages des variateurs de vitesse:

1. Économie d'énergie

Avec les installations de pompes centrifuges, économies de entre 30% et 50% ont été atteints dans de nombreuses installations en installant des variateurs de vitesse

2. Amélioration du contrôle des processus En ajustant le débit ou la pression de sortie de la pompe directement aux exigences du processus, petites variations peuvent être corrigées plus rapidement par un variateur de vitesse que par d'autres formes de commande, ce qui améliore le rendement du processus.

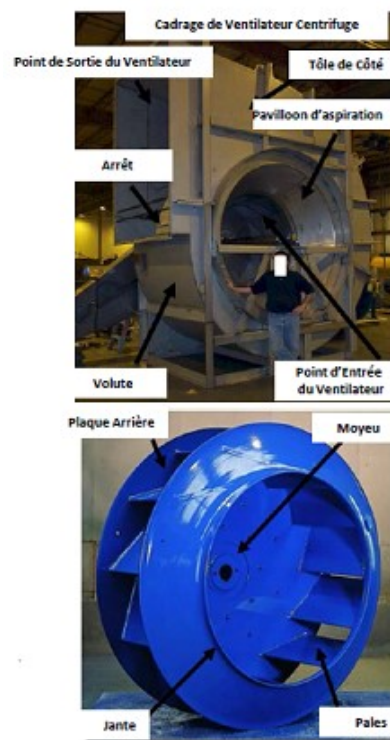
3. Amélioration de la fiabilité du système toute en réduire la vitesse obtenue par l'utilisation d'un variateur de vitesse présente des avantages majeurs pour réduire l'usure de la pompe, particulièrement dans les roulements et les joints.

II.2.Ventilateurs :

II.2.1.Définition : Les ventilateurs sont de turbomachines destinées au refoulement d'un fluide gazeux (incompressible) avec un rapport de compression faible.

II.2.2.Les composants d'un ventilateur :

- Le Moteur de Commande
- Le Point d'Entrée du Ventilateur
- Les Lames Guides de l'entrée
- Le Pavillon d'Aspiration
- L'Enveloppe du Ventilateur
- La Volute
- Les Tôles de Côté
- La Turbine
- Les Pales
- Le Moyeu
- La Jante
- La Plaque Arrière
- L'Arbre du Rotor
- Les Roulements de l'Arbre
- Le Point de Sortie du Ventilateur



II.2.3.Ventilation industrielle :

Dans un lieu de travail, la ventilation sert à contrôler l'exposition aux polluants. Les ventilateurs extraient les gaz polluants, les poussières et les vapeurs afin d'obtenir un milieu de travail sain et sécuritaire.

II.2.4. Utilité d'un système de ventilation:

Un système de ventilation remplit quatre grandes fonctions ;

- A. Assurer une alimentation continue d'air extérieur frais.
- B. Maintenir une température et un taux d'humidité confortables.
- C. Réduire ou diluer les contaminants en suspension dans l'air.
- D. Réduire les risques d'incendie et d'explosion.

II.2.5. Eléments d'un système de ventilation industriel:

Un système de ventilation industriel comporte deux parties principales :

- A. Un système d'alimentation en air frais ; qui assure le chauffage, de ventilation et conditionnement de l'air.
- B. Un système d'évacuation de l'air vicié ; qui se compose des
 - a) Des conduits pour transporter l'air.
 - b) Des filtres et des poussiéreuseuses.
 - c) Un ou plusieurs ventilateurs pour dégager l'air contaminé.
 - d) Des cheminées d'évacuations.

II.2.6. Type de ventilateurs industriels:

- Classification 1 : selon la direction de l'air pulsé :
 - a) Les ventilateurs axiaux (ou hélicoïdes) : L'air est aspiré et pulsé parallèlement à l'axe de rotation du ventilateur.

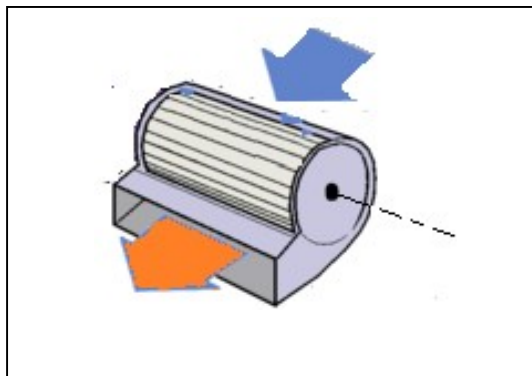


b) Les ventilateurs radiaux (ou centrifuges) :

L'air est aspiré parallèlement l'axe de rotation et pulsé à du ventilateur, puis refoulé perpendiculairement à cet axe.



c) Les ventilateurs tangentiels L'air se déplace perpendiculairement à l'axe de rotation.



- Classification 2: en fonction de pression

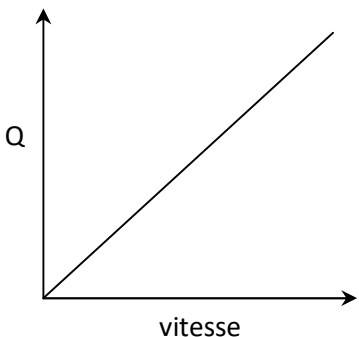
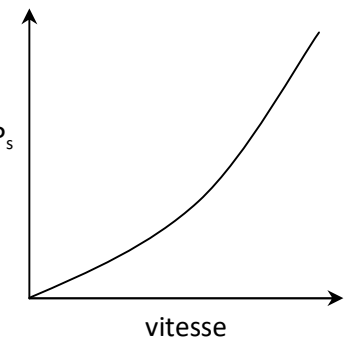
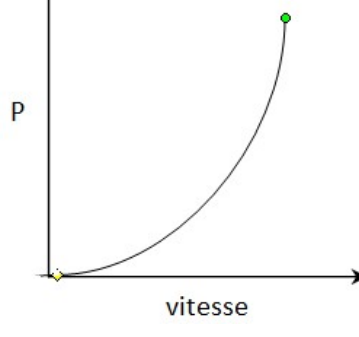
- a) Ventilateur à basse pression : $\Delta p < 1500 Pa$
- b) Ventilateur à moyenne pression : $1500 < \Delta p < 3600 Pa$
- c) Ventilateur à haute pression : $3600 < \Delta p < 10000 Pa$

A partir de 10000 Pa, on parle de compresseur à air.

. II.2.6. Lois de fonctionnement des ventilateurs:

Les ventilateurs fonctionnent sous un ensemble des lois à propos de la vitesse, puissance et pression.

Un changement de vitesse d'un ventilateur (tr/min) (RPM), entraîne un changement de pression atteinte et la puissance nécessaire pour fonctionner avec la nouvelle vitesse.

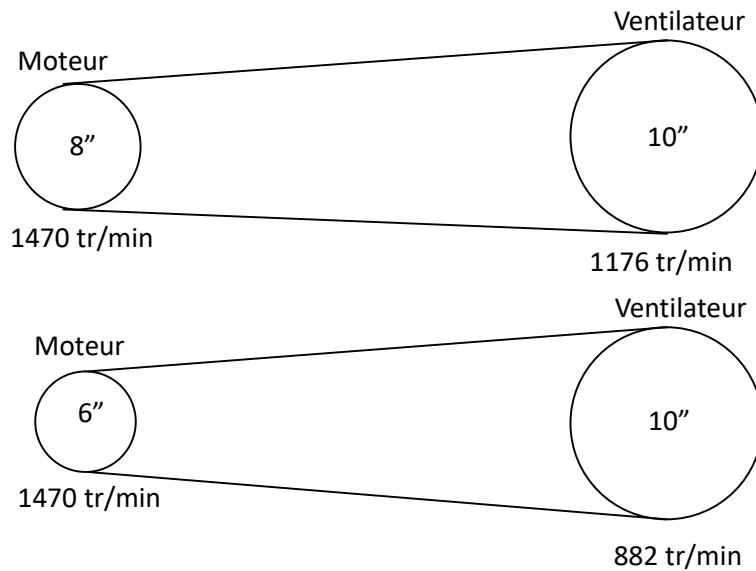
Débit ~Vitesse	Pression ~Vitesse ²	Puissance ~Vitesse ³
 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$ <p>La variation de n de 10% croît ou décroît le débit d'air de 10%.</p>	 $\frac{P_{s1}}{P_{s2}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$ <p>Réduction de de n de 10% décroît la pression statique de 19%. Augmentation de n de 10% augmente la pression statique de 21%.</p>	 $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$ <p>Réduction de de n de 10% décroît la puissance demandée de 27%. Augmentation de n de 10% croît le besoin de puissance de 33%.</p>

Comprendre ces relations peut aider à déterminer comment le débit d'air sera affecté en fonction de la réduction de la vitesse du ventilateur. Cela permettra également d'estimer la quantité d'énergie économisée au moteur du ventilateur.

Différentes méthodes sont utilisées pour la variation de vitesse telles que : le changement des poulies, commande des amortisseurs, commande des guides et palettes d'admission d'air, opération série/parallèle des ventilateurs et les l'utilisation des variateurs de vitesse ou de fréquence.

A. Changement de la poulie :

Pour varier la vitesse on doit effectuer un changement de la poulie.



Pour cela le ventilateur doit être entraîné par un moteur avec des courroies en V. la vitesse la vitesse du ventilateur peut être variée en changeant la poulie maitre ou la poulie esclave ou bien les deux en même temps.

Le changement de la poulie de 8" à 6" donne une réduction de puissance de 12KW.

B. Commande de l'amortisseur :

Quelques ventilateurs sont conçus avec amortisseurs installés à l'admission ou à l'échappement.

Amortisseurs peuvent changer le volume d'air par ajouter et enlever la résistance de système. Mais cette méthode reste un peu limitée.

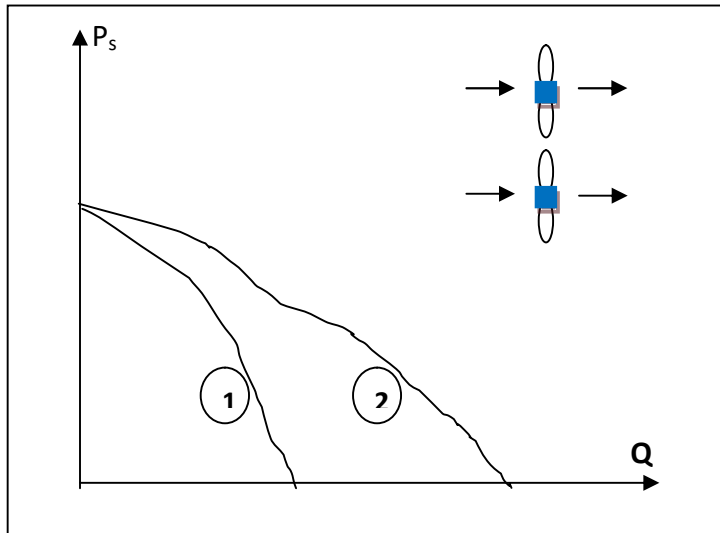
C. Guide des palettes d'admission :

L'orientation des palettes change l'angle de contact de l'air avec le guide de palettes ont une énergie efficace pour une réduction modeste de débit.

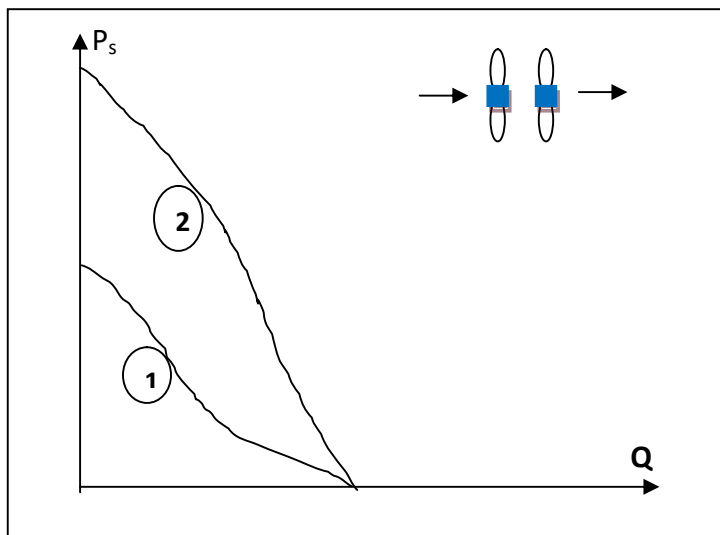
D. Opération Série/ Parallèle :

L'association de ventilateurs série ou parallèle peut donner le débit d'air désiré.

-L'association en parallèle résulte un débit doublé.



-L'association en série résulte une pression doublée.



E. Moteur à vitesse variable :

Malgré que les moteurs à vitesse variable sont chers mais ils assurent :

- Une variabilité presque infinie de la commande de vitesse.
- La réduction de la vitesse entraîne une réduction de débit.
- Une grande performance.

II.3.Compresseurs :

II.3.1.Définition:

Le compresseur est un organe sert à augmenter la pression d'un gaz et par conséquence son énergie.

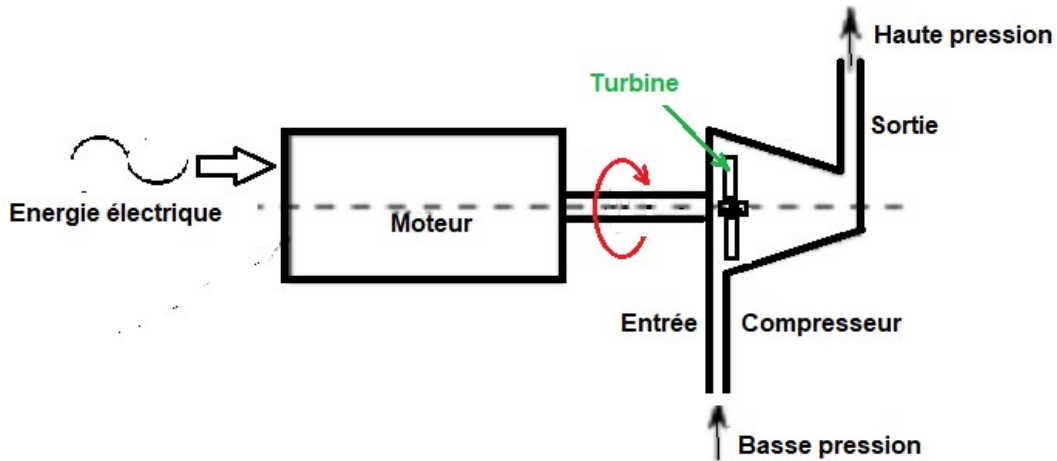


Schéma de principe d'un compresseur

On distingue deux grandes familles de compresseurs : roto-dynamiques et volumétriques.

A. Les compresseurs roto-dynamiques.

Appelés aussi turbocompresseurs qu'ils sont de type axial ou de type radial (compresseur centrifuge).

Généralement avec ce type de compresseurs, la pression générée est proportionnelle au carré du débit.

Les turbocompresseurs sont en générale des machines de forte puissance ou on peut trouver des entrainements avec une puissance varie de quelques Mégawatts à de dizaines de Mégawatts et les vitesses de 2000 jusqu'à 8000 tr/min.

La méthode idéale de réglage est la variation de vitesse du moteur entraineur, ave un gain d'énergie maximal et une grande plage de réglage à pertes réduites.

B. Les compresseurs volumétriques :

Les compresseurs volumétriques se subdivisent en deux familles principales :

- Les compresseurs alternatifs qui englobent tous les compresseurs à piston.

- Les compresseur roto-volumétriques qui englobent les compresseurs à palettes, à spirales ; à lobes (Roots), à vis lubrifiés..
- Ils peuvent fonctionner suivant plusieurs modes de régulation :
 - a. Régulation Tout-Ou-Rien avec temporisation d'arrêt du moteur pour diminuer la fréquence des démarrages.
 - b. Régulation par mise à l'atmosphère (*en anglais blow-off*).
 - c. Régulation progressive ou modulée agissant par étranglement de l'aspiration.
 - d. Régulation par variation de vitesse de rotation.

Pour éviter le gaspillage d'énergie, il faut bien ajuster le débit de compresseurs volumétriques aux besoins de l'installation.

Parmi les types de régulation cités, la régulation par variation de vitesse reste le meilleur choix de point de vue économique et technique.

Si on compare la variation de vitesse avec la régulation modulée, la consommation d'énergie est abaissée de 15% en moyenne et le gain peut même atteindre 20% dans le cas des compresseurs à vis lubrifiés.

II.3.2. Commande du compresseur

Les systèmes compresseurs d'air sont conçus pour opérer à une pression fixe et pour délivrer un volume variable.

Les compresseurs délivrent la capacité maximale, et le rôle de système de commande est de réduire la pression de sortie pour sera convenable à la demande de processus.

La procédure de compression d'air consomme presque 80% de l'énergie. Alors on doit choisir soigneusement les systèmes de régulation.

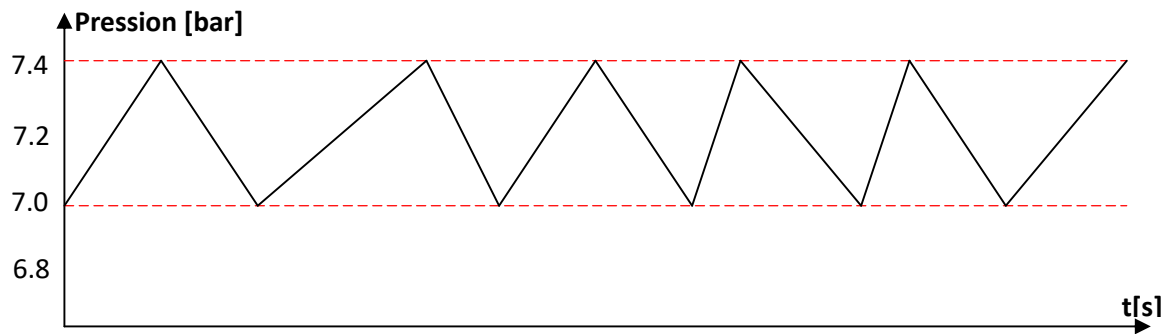
Il existe deux groupes principaux de systèmes de régulation.

A. Régulation à capacité continue :

Cette méthode consiste à commander continument le moteur électrique d'après la variation de la pression.

B. Régulation(En charge/A vide) :

Ce qui consiste à accepter la variation de la pression entre deux valeurs limites (voir figure suivante)



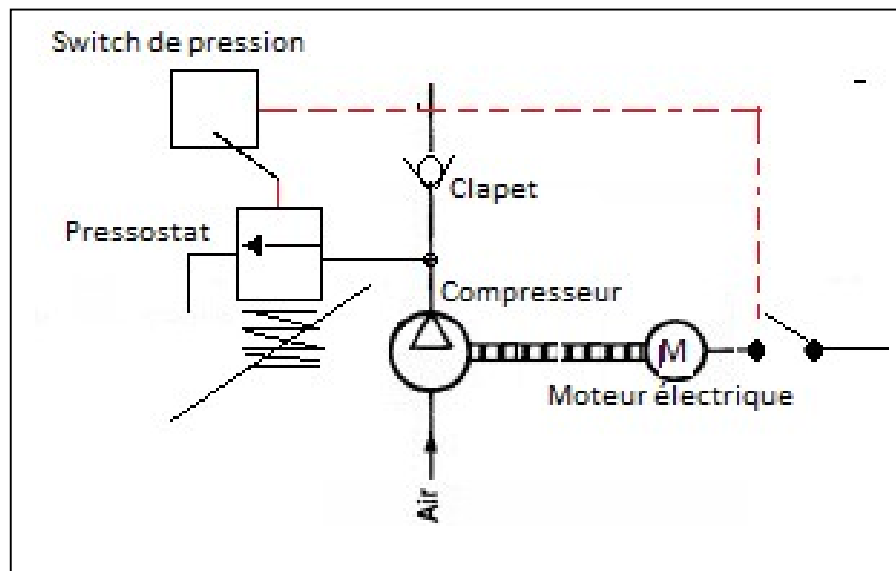
Cela amène à l'arrêt complet du débit à la pression maximale (de fin de charge) et reprendre le taux du débit(en charge) lorsque la pression est diminuée jusqu'à la plus basse valeur.

La variation de la pression dépend au nombre autorisé de marche/arrêt, par unité du temps, mais normalement reste dans l'intervalle de 0.3 à 1 bar.

II.3.3.Principes de régulation des compresseurs :

a) Commandes Marche/Arrêt (En charge/A vide)

Le mécanisme de commande le plus simple c'est d'arrêter ou démarrer le compresseur selon la pression du système (voir figure suivante).



Lorsque la pression maximale de système est atteinte, le compresseur est arrêté. Lorsque la pression tombe à la valeur minimale, le compresseur est redémarré.

Les moteurs de 5 à 10 KW sont souvent commandés en arrêtant complètement le moteur électrique.

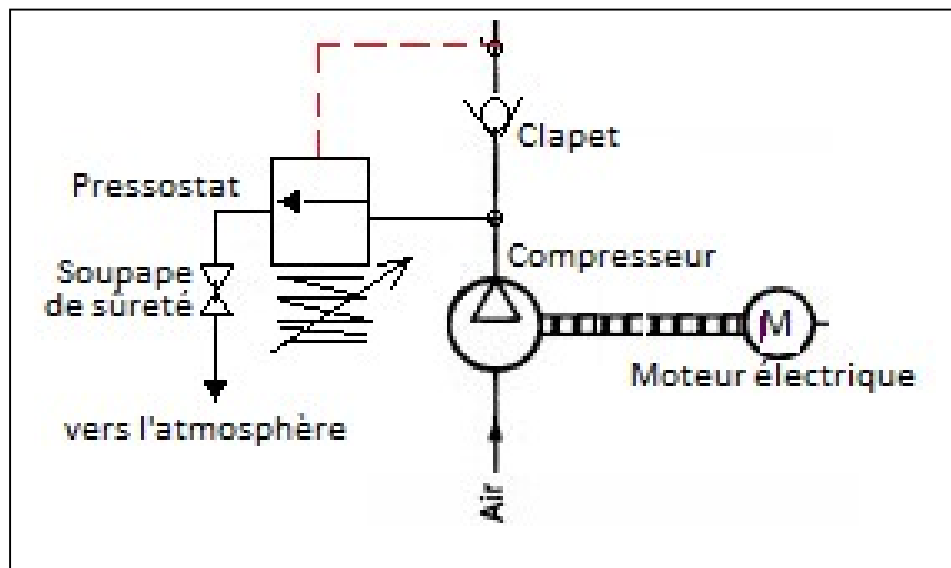
La méthode exige un système avec un grand volume ou bien une large différence de pression entre le démarrage et l'arrêt, afin de minimiser la charge sur le moteur.

Cette méthode est efficace mais à condition que le nombre de démarrages par unité du temps doit rester bas.

b) Méthode de soupapes de sûreté :

La méthode utilise les soupapes de sûreté (PRV). Ces soupapes dégagent l'excès de pression vers l'atmosphère lorsque la pression désirée est atteinte. La pression de consigne peut être ajustée par une servovalve.

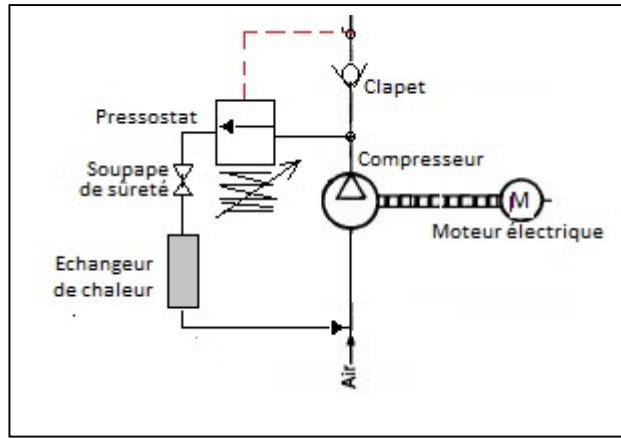
La pression est simplement commandée et la soupape est considérée comme déchargeur lors de démarrage sous pression.



c) Régulation par dérivation (By pass) :

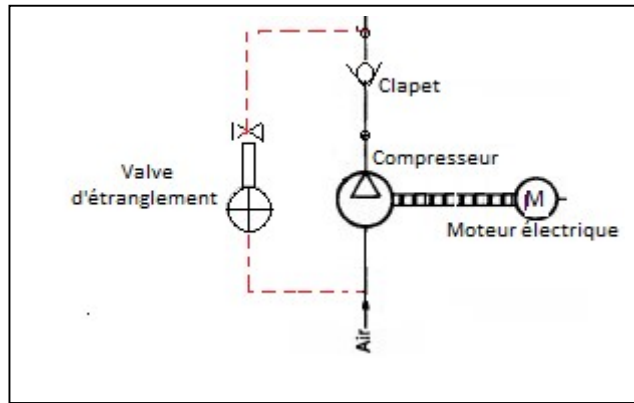
Dans cette méthode de régulation, l'air arrivant de la soupape de sûreté est refroidi et réinjecté à l'admission du compresseur.

Cette méthode est souvent utilisée lorsque le gaz est inapte pour le dégager à l'atmosphère.



d) Etranglement de l'aspiration :

L'étranglement est une méthode simple pour réduire le débit.

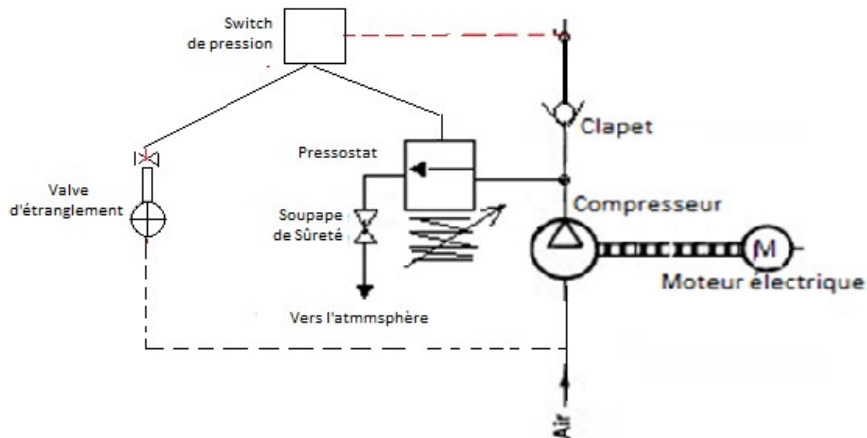


En augmentant le rapport de la pression à travers le compresseur entre l'aspiration et le refoulement.

Cette méthode reste limitée à une petite gamme de régulation.

e) Sûreté et étranglement de l'aspiration :

Le schéma de commande en utilisant l'étranglement de l'aspiration et la régulation par soupapes de sûreté est donné par le suivant :



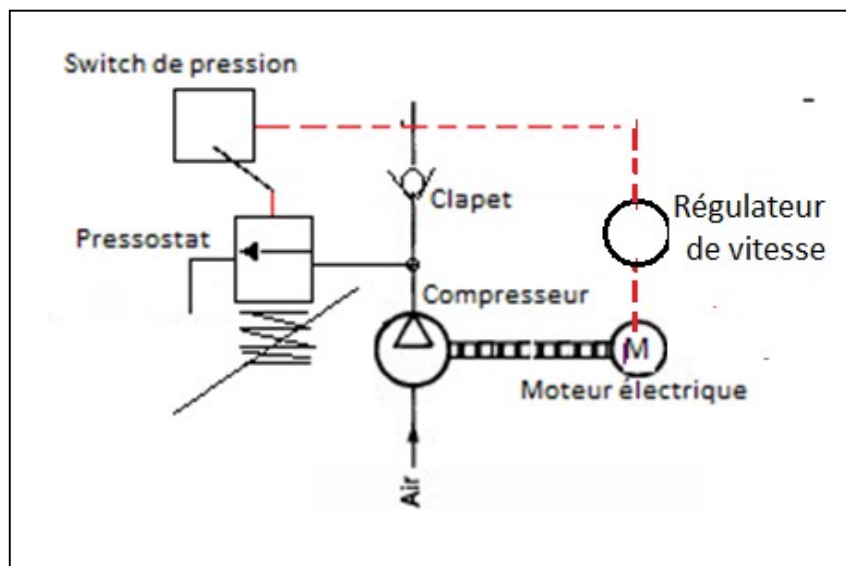
Cette méthode est plus commune actuellement avec une basse consommation d'énergie seulement de 15 à 20% de l'énergie totale de pleine charge avec un débit d'air nul à vide.

La vanne d'aspiration est fermée mais avec une petite ouverture, et en même temps l'ouverture des soupapes de sûreté (PRV).

f) Régulation de la vitesse du moteur :

La commande en vitesse du compresseur peut être assurée en utilisant un moteur électrique à vitesse variable, et par conséquent la régulation de débit.

C'est une méthode très efficace pour avoir une pression désirée avec une basse consommation d'énergie.



La gamme de régulation varie selon le type de compresseur, mais elle est plus grande pour les compresseurs à fluide injecté.

Fréquemment la variation de vitesse et la régulation par soupape de sûreté sont combinées avec ou sans étranglement de l'aspiration.

Chapitre III: Alimentation et automatisation des ascenseurs

III.1. Description de l'ascenseur :

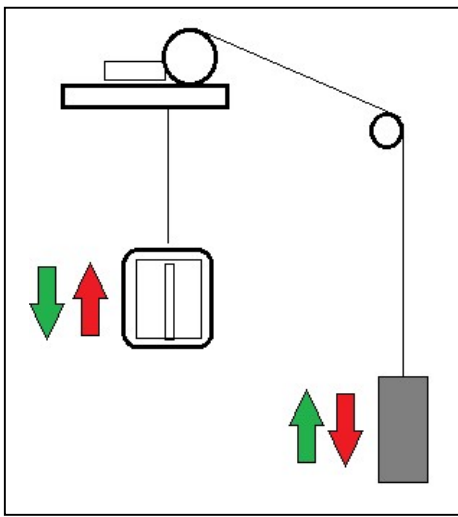
- Appareil élévateur installé à demeure, desservant des niveaux définis, comportant une cabine dont les dimensions permettent l'accès des personnes, se déplaçant le long de guides verticaux, dont l'inclinaison sur la verticale est inférieure à 15%.
- Les termes : Ascenseur, Monte-charge et élévateur généralement représentent le même concept (Transport vertical).
- Les différents types d'ascenseurs :
 - Ascenseur pour personnes.
 - Monte-charge.
 - Monte-malade.
 - Monte-plats.
 - Monte-documents.
 - Monte-voitures.
 - Escalators mécanique...etc.

Remarque : la seule différence entre ces types est la vitesse de déplacement de la cabine.

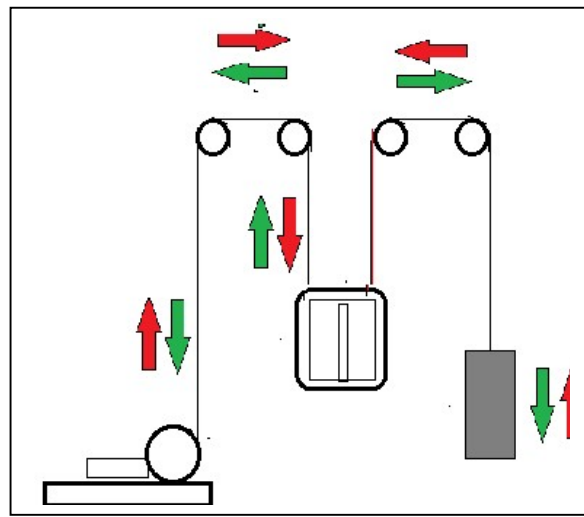
III.2. Types de traction :

Les ascenseurs modernes sont dotés de deux systèmes de traction :

- A. **Le treuillage :** qui consiste à déplacer la cabine de l'ascenseur à l'aide d'un câble actionné par une machine dite : « treuil » et en même temps le treuillage contient deux catégories :
- **Directe :** câble relié directement à la machine.
 - **Indirecte (avec moufle) :** la cabine de l'ascenseur est pendue dans la gaine au bout des câbles de traction. Ceux-ci passent sur une poulie de traction actionnée par le treuil et reliés à un contrepoids.



Traction Direct



Traction Indirect

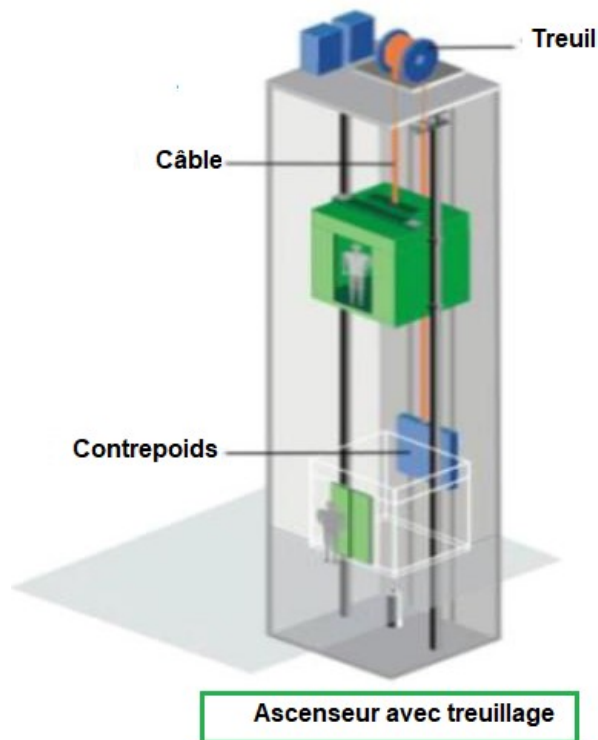
Avantages :

- Absence de limite de hauteur du bâtiment
- Suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement.
- Rapidité de déplacement.
- Grande plage de variation de vitesse.
- Efficacité énergétique importante.
- Pas de souci de pollution.
- La réduction des coûts de dimensionnement de l'installation électrique.
- La maîtrise des chutes de tension sur le réseau.
- La limitation des consommations et des appels de puissance.

Inconvénients :

- En version standard (treuil à réducteur), nécessite un local de machinerie en toiture.
- Exigence très importante sur l'entretien.
- Nécessité de tenir compte du poids de la cabine, des câbles, du contrepoids, de la structure de la salle des machines, et des équipements de la salle des machines. Le poids total repose sur la structure du bâtiment (colonne ou mur de gaine porteur renforcé) et se reporte au niveau des fondations.
- Peut imposer un volume construit inesthétique visible sur le toit.
- Problème d'accessibilité.

- Compacité de la gaine réduite par la présence de la cabine et du contrepoids et, par conséquent, réduction de la surface utile dans les étages du bâtiment.



B. L'énergie hydraulique :

Consiste à pousser l'ascenseur vers le haut à l'aide d'un piston actionné par une centrale hydraulique.

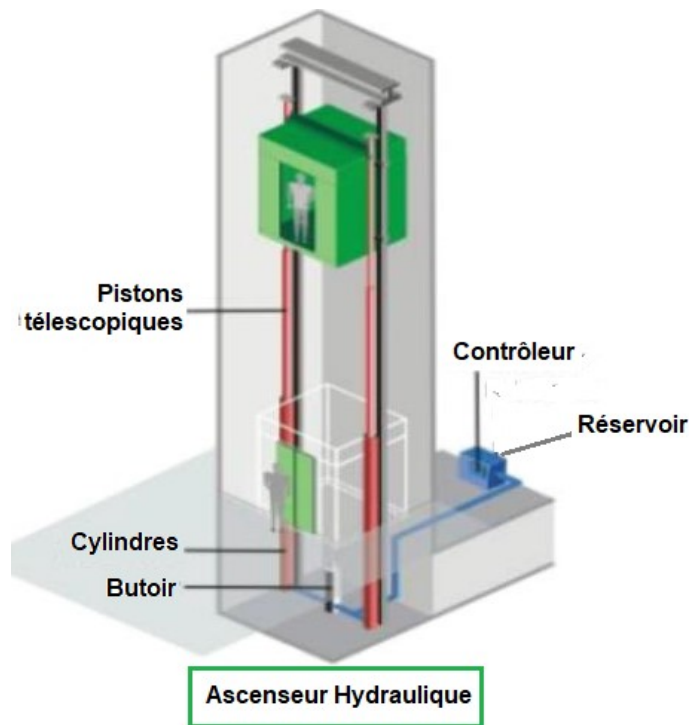
Avantages :

- Précision au niveau du déplacement (mise à niveau).
- Charge importante.
- Réglage facile de la vitesse de déplacement. •
- Ne nécessite pas de local de machinerie.
- Implantation facile dans un immeuble existant.

Inconvénients :

- Course verticale limitée à une hauteur entre 15 à 18m.
- La sécurité incendie compliquée à cause de la quantité importante d'huile.
- Risque de pollution des sous-sols.
- Consommation énergétique importante.
- Nécessité de renforcer la dalle de sol.

- L'absence de contrepoids provoque un surdimensionnement, des consommations et des appels de puissance importants (à charge et à vitesse égales, il faut de l'ordre de 3 fois plus de puissance).



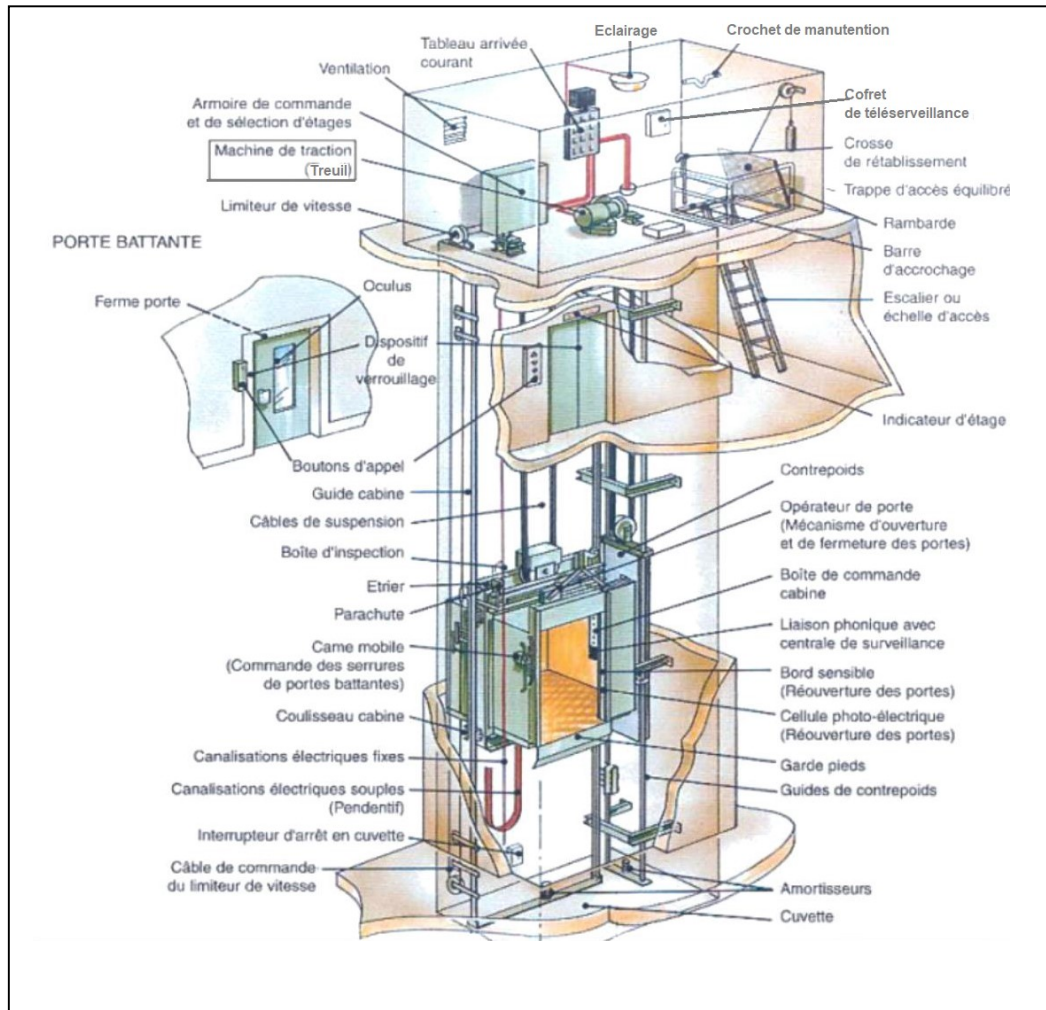
III.3. Constitutions d'un ascenseur :

Un ascenseur se compose essentiellement de :

- **Amortisseur** : Organe constituant une boutée déformable en fin de course, comportant un système de freinage par fluide ou ressort.
- **Cabine** : Glisse en gain le long des guides et s'arrête devant les portes palières.
- **Boutons d'appel** : Boutons installés aux paliers.
- **Boutons d'envoi** : Boutons installés dans la cabine.
- **Câbles de traction** : Câbles généralement fabriqués en acier, destinés à suspendre la cabine au contrepoids et faire fonctionner l'ensemble.
- **Charge nominale** : Charge pour laquelle l'appareil a été construit. Elle s'exprime en kilogrammes et en nombre de personnes. Un dépassement de capacité provoque une anomalie de fonctionnement.

- **Clé de déverrouillage** : Clé de secours destinée à procéder à l'ouverture manuelle d'une porte palière en cas de besoin.
- **Contrepoids** : Servant à équilibrer une action inverse et compensatrice.
- **Cuvette** : Partie de la gaine située en contrebas du niveau d'arrêt inférieur, contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs.
- **Fin de course** : Contact de sécurité placé généralement en gaine, et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale.
- **Gaine** : Volume dans laquelle se déplacent la cabine et le contrepoids. Ce volume est délimité par le fond, la cuvette, les parois et le plafond.
- **Guides** : profilés en acier, généralement en forme de « T » destinés à guider la cabine et le contrepoids dans la gaine.
- **Machinerie** : Local généralement placé au-dessus de la gaine et destiné à contenir l'appareillage et le système de traction, appelé aussi « salle des machinerie ».
- **Moteur de traction** : Moteur équipant le travail de l'ascenseur et placé dans la machinerie.
- **Niveau** : Palier desservi (Sous-sol, Rez-de-chaussée, Etage...).
- **Parachute** : Organe mécanique destiné à l'arrêt et à maintenir à l'arrêt de la cabine en cas de descente avec survitesse.
- **Pèse-charge** : Alarme de surcharge lorsque la cabine est trop chargée.
- **Porte(s) de la cabine** : Portes obturant les baies de la cabine afin d'éviter le coincement des usagers avec les parties extérieurs.
- **Portes palières** : Portes obturant à chaque niveau (donc elles sont fixes) les ouvertures dans la gaine servant l'accès à la cabine d'ascenseur. Afin d'éviter les chutes de personnes dans la gaine, leur ouverture n'est possible qu'en présence de la cabine.
- **Poulie de traction** : Poulie équipée généralement de gorges taillées en forme de « V » de manière à gripper les câbles de traction. Cette poulie solidaire du treuil, fait lors de sa rotation se déplacer l'ensemble cabine et contrepoids.
- **Serrure** : Système de sécurité électromécanique verrouillant la porte palière.
- **Treuil** : Machine composée d'un dispositif de freinage et d'un moteur et destinée à actionner les câbles de traction. Les machine de traction directe

(sans boîte de vitesse, en anglais *Gearless*) ce sont les plus modernes et les plus performantes (jusqu'à 15 m/s).



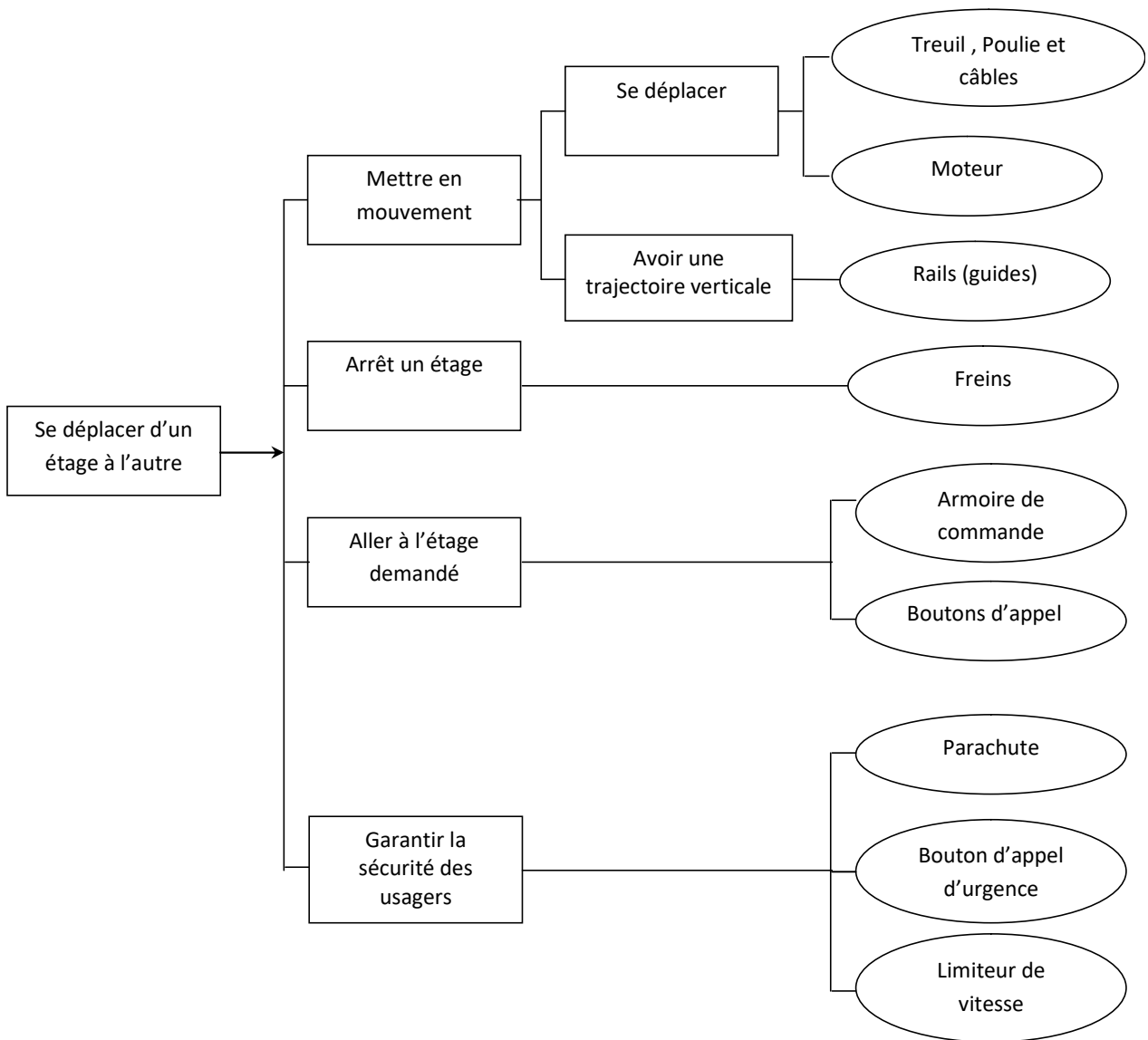
Parties de l'ascenseur

III.4. Système de fonctionnement d'un ascenseur:

Les ascenseurs modernes utilisent deux systèmes de mise en mouvement :

- ✓ Hydraulique (à piston).
- ✓ Electrique (à treuil) avec contrepoids.

Les relations entre les différentes fonctions de l'ascenseur sont schématisées par :



III.5. Modes de commande d'un ascenseur :

Il existe deux différents modes de commande, commande classique et commande intelligente.

La commande classique est non populaire parce qu'elle n'est pas pratique. Elle est utilisée pour transporter matière et matériel dans un bâtiment ou tous les étages sont visités séquentiellement et de façon continue.

Par contre la commande intelligente répond aux demandes des usagers par le traitement des demandes de manière intelligente.

Ce type de commande est utilisé dans la plupart des ascenseurs modernes.

La commande intelligente consiste à prendre tous les ordres et les ordonne d'une façon intelligente, tel que l'arrangement entre l'énergie et la rapidité de la réponse.

III.5.Comment un ascenseur fonctionne:

Plusieurs ascenseurs modernes sont commandés par ordinateur.

Le rôle de l'ordinateur est de traiter toutes les informations concernant l'ascenseur et fait tourner le moteur pour maitre la cabine où il a besoin d'être. Pour faire ceci l'ordinateur a besoin de savoir au moins trois choses :

- 1) Où les gens veulent aller?
- 2) Ils sont à quel étage ?
- 3) A quel étage elle est la cabine ?

Pour (1) les boutons d'envoi, installés dans la cabine sont la source de l'information.

Pour (2) les boutons l'appel à chaque étage précisent où sont les usagers.

Pour (3) un capteur photo-électrique ou un capteur de position indique la position de la cabine.

Le PLC ou l'API varie la vitesse du moteur afin que la cabine ralentisse progressivement lorsqu'elle atteint chaque étage.

III.6.Programmation de l'ascenseur :

Soit un ascenseur de quatre étages à commander :

Pour la programmation de l'API en LADDER (Micro/win32) est utilisé pour écrire l'algorithme.

En (Micro/win32) la programmation peut être hors-ligne ou en ligne.

Le mode hors-ligne donne la possibilité de modifier le programme et d'accomplir certaine nombre de tâches de maintenance. L'API (PLC) n'a pas besoin d'être connecté au dispositif de programmation. Puis les modifications seront téléchargées vers l'API. Dans ce mode l'API n'a pas besoin d'être connecté au dispositif de programmation.

La programmation en ligne nécessite que l'API soit connecté au dispositif de programmation (PC). Dans ce mode, les changements de programme sont téléchargés sur le PLC. De plus, l'état

des éléments d'entrée/sortie peut être surveillé. L'unité centrale peut être démarrée, arrêtée ou réinitialisée.

Dans notre cas le simulateur **SIEMENS S7-200** sera utilisé.

III.6.1. Conception du logiciel:

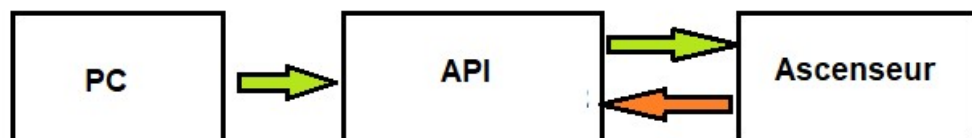
✓ Vue de l'ensemble :

Les sorties de l'API commande :

1. Le moteur qui lève la cabine.
2. Le moteur qui ouvre, garde ouverte et ferme la porte après 10 secondes à chaque appel d'un étage.

Les entrées de l'API sont les informations arrivants des capteurs précisant la position de la cabine ou des usagers. Le mode intelligent est utilisé pour assurer la minimale consommation d'énergie avec une réponse rapide.

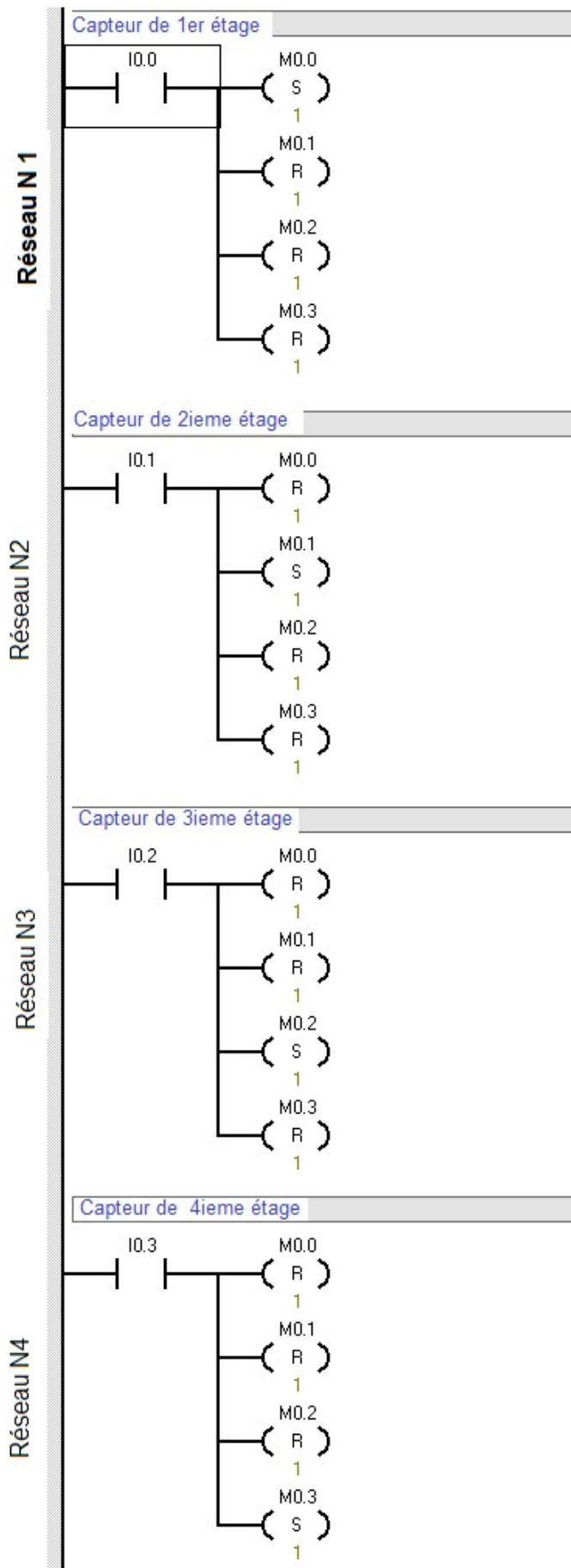
Le système entier inclus un circuit maître de (Démarrage-Arrêt) pour assurer l'arrêt complet en cas d'urgence.



Schémas bloc de commande

✓ Conception détaillée :

Au démarrage les capteurs installés aux étages peuvent fonctionner comme l'indique la figure suivante :



Lorsque le capteur détecte la cabine, sa sortie sera

active indiquant la position de la cabine.

Les étages 1, 2, 3 et 4 sont détectés

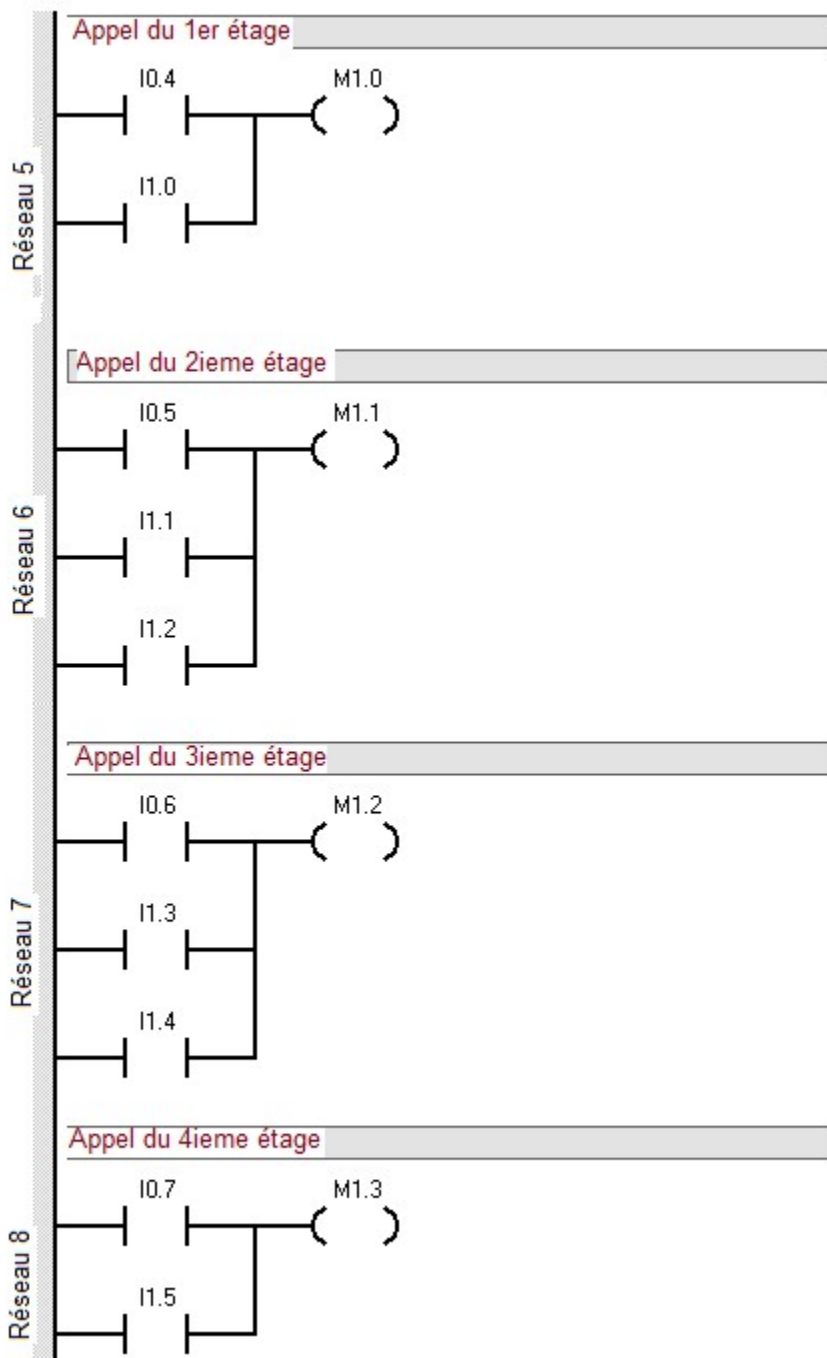
Respectivement par les capteurs :

I 0.0, I0.1, I0.2 et I0.3.

Chaque entrée de capteur met à 1 (Set) une

mémoire d'une sortie et met à 0 (Reset) les trois autres mémoires de sortie.

Les appels depuis étages sont représentés par la figure suivante :



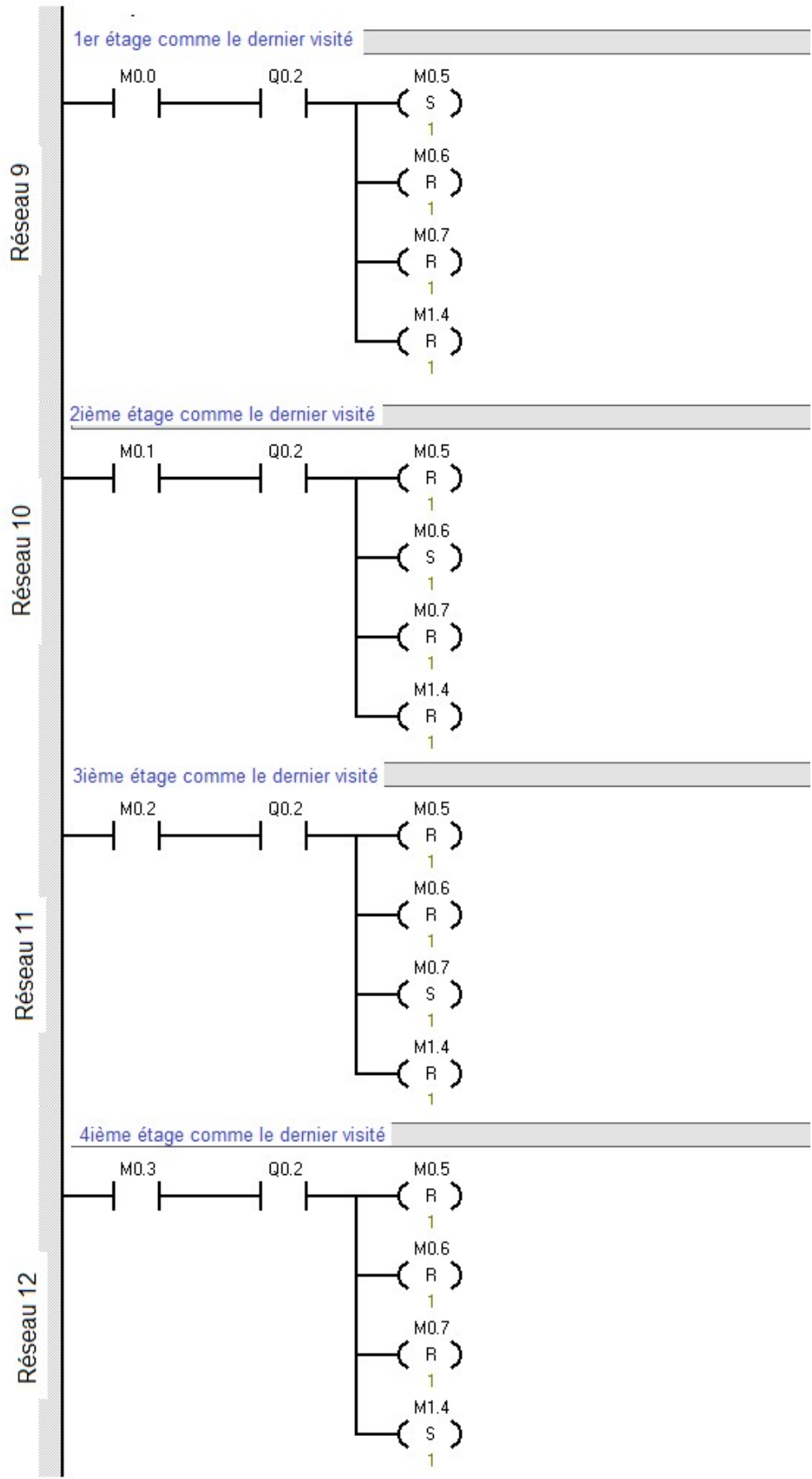
Le premier étage peut être appelé de l'intérieur de la cabine par (I 0.4) ou de l'extérieur de la cabine de l'étage N2 en poussant le bouton (I 1.0).

de même façon le deuxième étage peut être appelé de l'intérieur par (I 0.5) ou de l'extérieur du 1^{er} étage en poussant le bouton (I 1.1) ou du 3^{ème} étage poussant le bouton (I 1.2) et ainsi de suite.

Chacune de ces entrées active une sortie mémoire.

L'information sur le dernier étage visité est importante pour accomplir l'intelligence, cela est atteint en utilisant le capteur d'étage et l'arrêt du moteur (il s'arrête au dernier étage visité). Ceci est réalisé en reliant- par ET logique- chaque capteur d'étage par un arrêt du moteur.

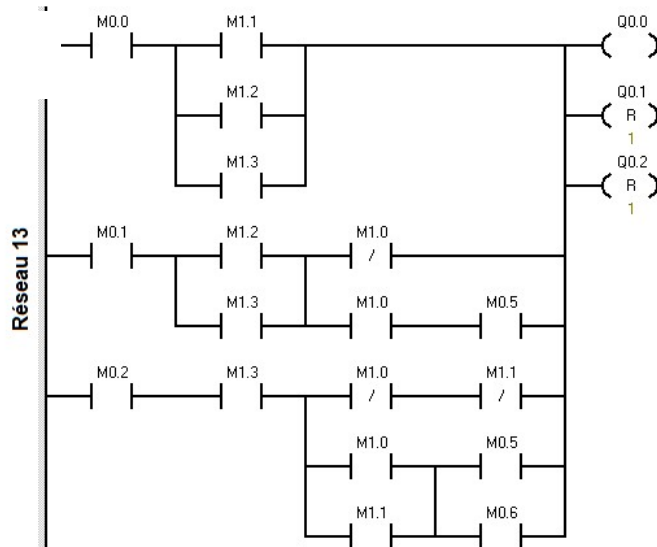
Le dernier étage visité ou le moteur s'arrête.



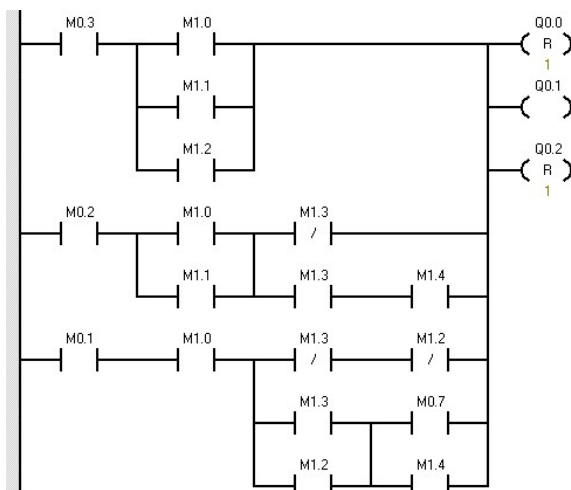
Ensuite, la fonction « Poulie vers le haut » est introduite, la poulie doit aller vers le haut dans les cas suivants :

- ✓ Si la cabine est en première étage et un appel est arrivé de 2^{ème}, 3^{ème} ou 4^{ème} étage ; ceci est représenté par connexion en ET le capteur de premier étage (M0.0) avec le deuxième, le troisième ou le quatrième connecté en OU.
- ✓ Si la cabine est en deuxième étage et un appel est arrivé de 3^{ème} étage ou 4^{ème} étage. Ou de 1^{er} étage mais lorsqu'il est le dernier visité
- ✓ Si la cabine est en 3^{ème} étage et un appel est arrivé de 4^{ème} étage ou 2^{ème} étage mais lorsqu'il est le dernier visité

La fonction poulie en haut est représentée par :



La fonction « Poulie vers le bas » est introduite, la poulie doit aller vers le bas dans les cas représentés par :

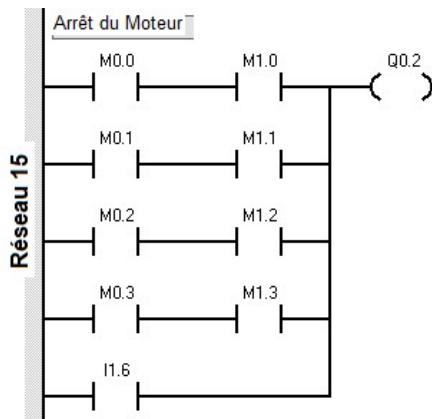


L'arrêt du moteur :

Le moteur doit être arrêté pour deux raisons :

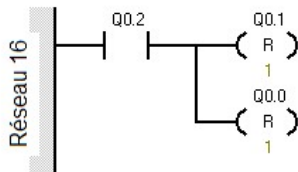
- Si l'étage demandé est atteint
- Si le signal d'arrêt d'urgence est activé

Alors le moteur devrait arrêter lorsque le capteur du 1^{er} étage (M 0.0) et l'appel du 1^{er} étage sont les deux activés, la même chose pour les autres étages.



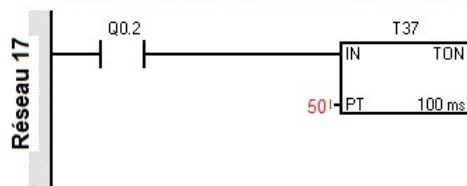
Lorsque le moteur s'arrête, il doit attendre jusqu'à que la porte s'ouvre et se ferme avant de recommencer à bouger. Pour cela le signal d'arrêt du moteur doit réinitialiser les fonctions poulie vers le haut et vers le bas.

Signal arrêt du moteur reset poulie haut et poulie bas



Puisque le moteur a besoin de temps pour s'arrêter complètement, un temporisateur (Timer) est utilisé pour indiquer ce retard afin d'éviter l'ouverture du porte avant que le moteur s'arrête complètement.

Le temps après l'arrêt du moteur pour ouvrir la porte



Une fois que le moteur s'est arrêté complètement à l'étage demandé, la porte de l'ascenseur devrait s'ouvrir. Ceci est représenté par le signal Q0.3. Le temporisateur d'arrêt de moteur T37 active le signal d'ouverture de porte Q0.3 et active un temporisateur T38 qui indique le temps qu'il faudra au moteur pour ouvrir la porte, puis le signal de fermeture de porte est réinitialisé. T38 active également le temporisateur qui définit la durée à laquelle la porte restera ouverte (T39) avant que le signal de fermeture de porte Q0.4 ne soit activé. Après cette heure se termine le signal de fermeture de porte est activé et la porte se ferme après que le temporisateur indiquant le temps qu'il prendra la porte à fermer (T40) se termine compter et le signal de fermeture de porte Q0.4 est réinitialisé.

