

Les Moyens de Manutention

I- les équipements de la manutention

Safia LAMRANI
2009-2010

Table des matières

Chapitre. I	Généralités sur la manutention	1
I.1	Définition et généralités	1
I.1.1	Objectifs de la manutention	1
I.2	Facteurs influençant dans la conception d'un système de manutention	2
I.2.1	Taux de flux, routage et ordonnancement	2
I.2.2	Types d'aménagement de l'usine :	3
I.3	Principe de la charge unitaire	4
Chapitre. II	Les équipements de la manutention	5
II.1	Chariots de manutention	5
II.1.1	Chariots non motorisés (manuels) :	6
II.1.2	Chariots motorisés	7
II.2	Systèmes de véhicules à guidage automatique	8
II.2.1	Types de AGVs	8
II.2.2	Applications des AGVs	10
II.2.3	Technologie de guidage de véhicule	11
II.2.4	Gestion des véhicules et sécurité	13
II.3	Monorails et autres véhicules guidés par rail	14
II.4	Palans et Grues	15
II.4.1	Palan (<i>Hoist</i>)	15
II.4.2	Grue (crane)	16
II.5	Convoyeurs	16
II.5.1	Quelques types de convoyeurs	17
II.5.2	Fonctionnement et caractéristiques des convoyeurs	18
II.6	Bibliographie	19

Chapitre. I Généralités sur la manutention

I.1 Définition et généralités

La manutention est définie comme étant : « Action de déplacer automatiquement, mécaniquement ou manuellement, à l'aide d'appareils de manutention, des matières premières, des produits en cours de fabrication ou des produits finis sur une faible distance et généralement à l'intérieur ».

La manutention est associée aux opérations d'approvisionnement, de fabrication, d'assemblage, d'entreposage, d'expédition ou de vente. La manutention est une partie dépendante d'un système physique de production de biens et de services devant répondre aux besoins des clients. En interaction avec les autres parties du système, elle aide à atteindre des objectifs de délai, de qualité, de sécurité, de quantité et de coût. Elle contribue à procurer la bonne quantité du bon matériel, en bon état, à la bonne place, au bon moment, dans la bonne orientation, dans la bonne séquence, au juste prix et avec de bonnes méthodes.

L'étymologie latine du terme manutention provient de manu qui signifie « *main* » et de *tenere* qui signifie « tenir », c'est-à-dire « tenir avec les mains ». Ainsi, le terme manutention manuelle peut être perçu comme un pléonasme. Toutefois, le terme manutention s'applique maintenant à une multitude d'activités qui font appel à la mécanisation, à la motorisation ou à l'automatisation; la manutention manuelle s'oppose donc à la manutention motorisée.

Il ne faut pas confondre le terme manutention avec les termes manipulation et transport. En effet, le terme manipulation se limite aux déplacements effectués dans l'aire d'un poste de travail, tandis que le terme transport correspond à des déplacements qui se font sur une distance plus importante que dans le cas de la manutention et généralement à l'extérieur.

La manutention compte pour 30 à 75% des coûts de production et peuvent réduire les coûts opérationnels de 15 à 30%.

I.1.1 Objectifs de la manutention

Les objectifs de la manutention sont :

- *Augmenter l'efficacité du flux de matière;*
- *Réduire les coûts de la manutention;*
- *Améliorer l'utilisation des installations;*
- *Améliorer la sécurité et les conditions de travail;*
- *Faciliter le processus manufacturier;*
- *Augmenter la productivité.*

.....

I.2 Facteurs influençant dans la conception d'un système de manutention

- *Nature de la matière transportée;*
- *Taux de flux, routage et ordonnancement*
- *Type d'aménagement d'usine*

I.2.1 Taux de flux, routage et ordonnancement

En plus des caractéristiques de matières transportées, d'autres facteurs entre en jeux dans la détermination du type d'équipements le plus approprié. Ces facteurs sont :

- a) Les quantités et les taux de flux des matières à transporter ;
- b) Les facteurs de routage ;
- c) L'ordonnancement des déplacements.

a. Les quantités et les taux de flux des matières à transporter

Les quantités de matières à déplacer affectent le type de système de manutention qui doit être installé. Si de grande quantité de matières sont à transporter, alors un système de manutention dédié est approprié. Si les quantités de matières sont petites mais leurs diversité est grande, alors le système de manutention doit être conçu pour être utilisé par la variété des matières transportées.

La quantité de matière déplacée doit être considérée en termes de *taux de flux*. C-à-d combien de matières est déplacée pendant une période de temps donnée. En fonction de la forme de la matière, le taux de flux est mesuré en : pièces/hr ; Chargement de palette /hr ; tonnes /hr ; m³ /hr...etc. Selon que la matière sera transportée en unité, en lot, ou en continu.

b. Les facteurs de routage :

Ces facteurs incluent : les emplacements de chargement/ déchargement ; les distances de déplacement ; les variations de routage ; et les conditions entre les routes. Si on suppose que les autres facteurs sont les mêmes, alors les coûts de manutention sont directement reliés à la distance de déplacement.

Les variations de routage ont lieu lorsque différentes matières suivent différents chemins de flux dans l'usine ou dans les entrepôts. Si ces différences ont lieu, le système de manutention doit être suffisamment flexible pour traiter les différents cas.

Les conditions le long de la route incluent les conditions du sol ; la congestion du trafic ; le fait qu'une portion du chemin se trouve à l'extérieur ; le fait que le chemin est en ligne droite ou bien subit des virages ou des changements d'élévation ; et la présence et absence de personnes le long du chemin. Tous ces facteurs affectent la conception du système de transport de matière.

c. Ordonnancement des déplacements

L'ordonnancement traite des dates de livraison individuelles. Et ceci en production aussi bien qu'en d'autres applications de la manutention. Le système de manutention doit répondre au besoin de respecter les délais de livraison. Les situations d'urgences sont parfois traitées par l'affectation d'espaces de stockage intermédiaires. Le but est de réduire la pression sur le système de manutention pour la réponse immédiate à une requête de livraison. Le tableau résume les types de systèmes de manutention associés aux trois grands types d'aménagement d'usine.

I.2.2 Types d'aménagement de l'usine :

L'aménagement de l'usine est un facteur important dans la conception d'un système de manutention de matières. Quand une nouvelle usine est planifiée, la conception du système de manutention devrait être considérée comme faisant partie de l'usine. Dans ce sens, c'est une réelle opportunité de créer un aménagement qui optimise le flux de matière dans le bâtiment et qui utilise le type de manutention le plus approprié. Dans le cas d'une usine existante, il y a plus de contrainte dans la conception du système de manutention. L'arrangement des départements et des équipements dans l'usine limite généralement l'atteinte des chemins optimaux en termes de flux.

L'étude de l'aménagement de l'usine doit fournir les données suivantes à utiliser dans la conception du système de manutention :

- *Surface totale de l'usine et surfaces des départements spécifiques dans l'usine;*
- *Locations relatives des départements;*
- *Agencement des équipements dans l'usine;*
- *Emplacements où les matières doivent être chargées et déchargées;*
- *Les chemins possibles entre ces locations; et les distances parcourues.*

Tous ces facteurs affectent les chemins de flux et le choix des équipements de manutention.

Selon le type d'agencement de l'usine, différents systèmes de manutention sont généralement requis. Rappelons que l'agencement peut être : (1) en sections homogène (selon process) ; (2) selon produit (en ligne et en îlots) et (3) fixe.

a. Aménagement Procédé :

Les usines sont aménagées en sections homogènes dans le cas de production d'une grande variété de produits en petits lots ou en lots unitaires. Le système de manutention doit être flexible pour s'adapter aux variations. Ce type d'usine est caractérisé généralement par de grand stock d'encours, et le système de manutention doit être capable de s'adapter à ces stocks. Les chariots manuels et les transpalettes sont généralement utilisés dans les aménagements par process.

b. Aménagement produit ::

Ce type d'aménagement est utilisé dans la production de types de produits identiques ou presque en grande quantités. (Exemple : lignes de montage automobile). Le système de transport est typiquement caractérisé par un chemin fixé ; mécanisé et avec une grande capacité de taux de flux. Parfois, il sert comme une zone de stockage d'encours pour réduire les retards entre les stations de travail le long de la ligne de production. Les systèmes de convoyeurs sont communément utilisés dans ce type d'usine. la livraison des composants dans les diverses stations le long de la ligne est fait par des chariots ou des véhicules similaire à charge unitaire.

c. Aménagement à poste fixe

Dans ce type d'usine, le produit est grand et lourd et donc difficilement transportable. C'est le cas de l'assemblage des avions. Pour cela, le produit reste à la même place durant la plupart des opérations. Les composants lourds et les sous assemblage doivent être déplacés vers le produit final. Les systèmes de manutention utilisés dans ces usines sont grands et parfois mobiles. Les palans, les systèmes à rails et les tracteurs sont communément utilisés.

d. Types équipements de manutention par type d'aménagement

Type d'agencement d'usine	caractéristiques	Equipement de manutention typique
Aménagement Process	Grande variété de produits Taux de production bas à moyen	Chariots manuels, transpalettes, AVGs
Aménagement Produit	Variété de produit limité, grand taux de produit	Convoyeurs pour le flux de produits ; Chariots motorisés et AVG pour livrer les composants aux stations.
Position fixe	Taille du produit grande, taux de production faible	Chariots industriels, palans et grues

Tableau 1.types des équipements de manutention associés avec les trois principaux types d'aménagement d'usine

I.3 Principe de la charge unitaire

Ce principe repose sur un principe important largement appliqué dans le domaine de la manutention. Une **charge Unitaire** est simplement la masse qui doit être déplacée ou bien chargée à la fois. La charge unitaire peut être une seule pièce, un conteneur de pièces multiples, ou une palette avec plusieurs conteneurs de pièces. En général, la charge unitaire devrait être choisie la plus large possible dans la limite pratique des capacités du système de manutention qui va la déplacer ou bien la stocker. Tout en respectant les exigences en termes de sécurité, commodité, et facilité d'accès. Ce principe est largement appliqué pour les chariots, les rails

Chapitre. II Les équipements de la manutention

Les systèmes de manutention sont utilisés pour transporter les pièces et autres matières dans les installations. Plusieurs catégories d'équipements sont utilisées dans la manutention dans les installations de production et dans les entrepôts :

- *Chariots de manutention*
- *Systèmes de véhicules à guidage automatique*
- *Monorails et autres véhicules à rail*
- *Convoyeurs...etc.*

Le Tableau 2 résume les types des équipements de manutention, leurs caractéristiques et leurs applications typiques.

Équipement de manutention	Caractéristiques	Applications typiques
Chariot de manutention manuel	• Coûts peu élevés • Bas taux de livraison/hr	Transporter des charges légères dans une usine
Chariot de manutention motorisé	Coûts moyens	Mouvement de palettes dans une usine ou entrepôt
Systèmes de véhicules à guidage automatique	• Coûts élevés • Véhicules alimentés par une batterie • Routage flexible • Voies non-obstrucives	• Mouvement de palettes dans une usine ou entrepôt • Mouvement des en-cours sur des trajectoires variables pour des volumes petits à moyens
Monorails et autres véhicules guidés par rail	• Coûts élevés • Routage flexible • Sur le plancher ou aérien	• Mouvement d'assemblages, produits ou palettes sur des routes variables • Mouvement de grandes quantités de produits sur des routes fixes
convoyeurs	• Grande variété d'équipement • Sur le plancher ou aérien	• Mouvement de pièces le long de ligne d'assemblage manuel • Tri de produits dans un centre de distribution

Tableau 2. Les équipements de manutention, leurs caractéristiques et leurs applications typiques

II.1 Chariots de manutention

Les chariots de manutention sont divisés en deux catégories : Chariots non motorisés et chariots motorisés.

II.1.1 Chariots non motorisés (manuels) :

Les chariots non motorisés (manuels) sont Tirés ou poussés par des ouvriers. Ils sont utilisés quand de petites quantités de produits sont transportées et quand les distances de voyage sont petites. Ils sont classés en chariots à deux (2) ou quatre (4) roues;

Exemples: diable, transpalette, socle roulant...etc;(Figure 1, Figure 2, Figure 3, Figure 5)



Figure 1. Chariot Manuel

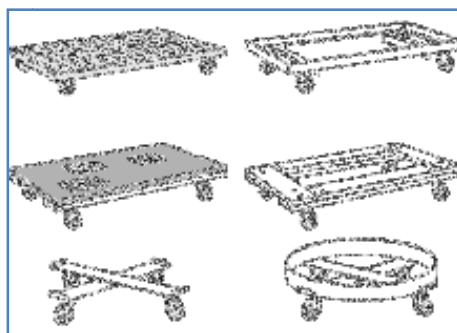


Figure 2. Socles roulants (4roues)



Figure 3. Palette

<i>Depth = x Dimension</i>	<i>Width = y Dimension</i>
800 mm (32 in)	1000 mm (40 in)
900 mm (36 in)	1200 mm (48 in)
1000 mm (40 in)	1200 mm (48 in)
1060 mm (42 in)	1060 mm (42 in)
1200 mm (48 in)	1200 mm (48 in)

Figure 4. Tailles standards de palettes communément utilisées dans les usines et les entrepôts



Figure 5. Transpalette

II.1.2 Chariots motorisés

Le Tableau 3 donne les trois types de chariots motorisés ainsi que leurs caractéristiques. La Figure 6 illustre des exemple de chariots tracteurs.

Type de chariot	Propulsion	Caractéristiques
Chariot à conducteur à pied	Batterie chargée	<ul style="list-style-type: none"> • Fourches à roues • Pas de place pour l'opérateur • Contrôle du chariot à l'aide d'un levier • Vitesse de 5km/hr
Chariot élévateur à fourches	<ul style="list-style-type: none"> • Moteurs électriques • Moteurs à combustion interne 	<ul style="list-style-type: none"> • Place pour l'opérateur à bord du chariot • Pour des charges de 450 à 4500 Kg • Plusieurs configurations suivant l'application
Chariot tracteur	<ul style="list-style-type: none"> • Moteurs électriques • Moteurs à combustion interne 	<ul style="list-style-type: none"> • Remorquage d'un ou de plusieurs chariots • Déplacement de grandes quantités de matières

Tableau 3. Différents types de chariots motorisés

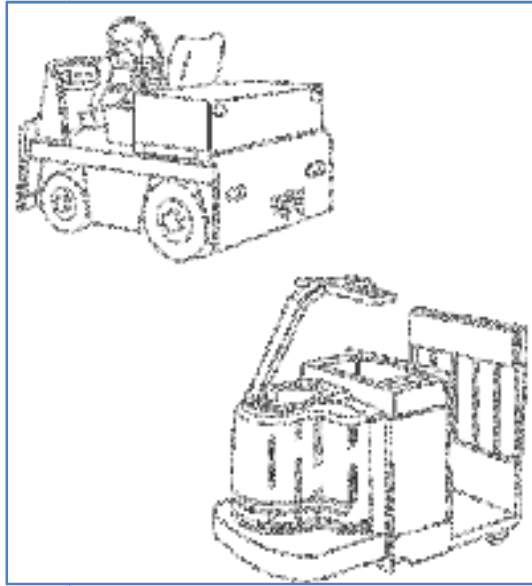


Figure 6. Chariots tracteurs

II.2 Systèmes de véhicules à guidage automatique

(AGVs: automated guided vehicles). Un système de véhicule à guidage automatisée est un système de manutention qui utilise des véhicules qui fonctionnent de manière indépendante, autotractés et guidés par une trajectoire définie. Les véhicules sont alimentés par des batteries à bord qui permettent un fonctionnement de plusieurs heures (8-16 heures) entre les chargements. Ils sont utilisés lorsque divers produits sont transportés de plusieurs points de chargement à plusieurs points de déchargement. Il existe trois Types de véhicules à guidage automatique :

- *Train sans conducteur;*
- *Transpalette*
- *Véhicule de charge unitaire.*

II.2.1 Types de AGVs

a. *Train sans conducteur*

Un train sans conducteur est une remorque qui tire un ou plusieurs chariots. Il est utilisé pour des charges lourdes sur de grandes distances avec ou sans des points de ramassage intermédiaires. (Figure 7)



Figure 7. Train sans conducteur

b. Transpalette

Les transpalettes sont utilisés pour le transport de charges palettisées sur une trajectoire prédéterminée. L'opérateur guide le transpalette pour porter la charge, le conduit jusqu'à la trajectoire puis programme la destination (Figure 8)



Figure 8. Transpalette (AGV)

c. Véhicule de charge unitaire

Les véhicules de charge unitaire sont utilisés pour déplacer des charges unitaires d'un point à un autre. Ils sont souvent équipés de système de chargement et de déchargement automatiques (Figure 9)



Figure 9. Véhicule à charge unitaire

II.2.2 Applications des AGVs

- *Stockage (ex. Figure 8) et distribution (souvent combiné avec d'autres systèmes automatisés)*
- *Lignes d'assemblage (pour le transport des pièces ou de groupes de pièces entre les différentes stations)*
- *Systèmes manufacturiers flexibles (dans lesquels le AGVs a la tâche de livrer des pièces aux différentes stations de travail, et de récupérer les produits pour les acheminer aux stations suivantes)*
- *Distribution du courrier, transport des matières dans un hôpital (repas, médicaments...etc.)*



Figure 10. Chargement/déchargement



Figure 11. Exemples de AVGs

II.2.3 Technologie de guidage de véhicule

Le système de guidage est la méthode qui définit les trajectoires et par laquelle les véhicules sont commandés pour suivre ces trajectoires (Figure 12). Les technologies les plus connues sont:

- *Fils de guidage encastrés*
- *Bandes peintes*
- *Véhicules autoguidés*

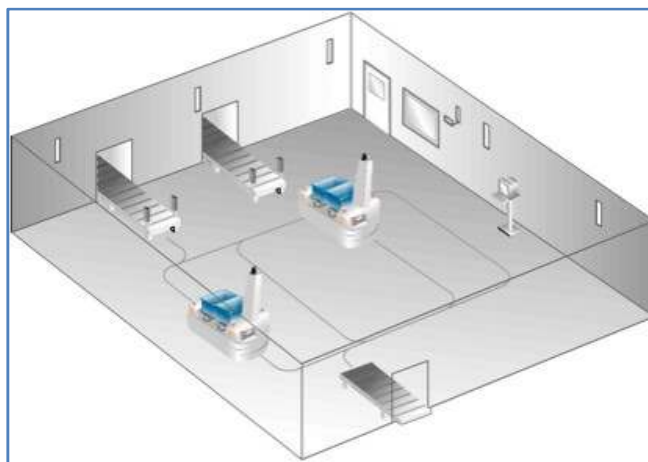


Figure 12. Système de guidage

a. *Fils de guidage encastrés*

Des fils électriques sont placés dans un chenal creusé dans la surface du plancher. Les fils sont reliés à un générateur de fréquence qui émet un signal basse tension, bas courant d'une fréquence 1-15 kHz. Ce signal induit un champ magnétique le long de la trajectoire. Ce champ est détecté par des capteurs à bord du véhicule.

Deux capteurs (bobines) sont installés de part et d'autre du fil de guidage. Ces capteurs mesurent l'intensité du champ magnétique, les intensités mesurées doivent être égales pour que le fil de guidage soit au centre du véhicule. Lorsque le véhicule dévie de sa trajectoire, les intensités sont différentes, la différence est utilisée pour contrôler la direction du véhicule en agissant sur les roues. (Figure 13)

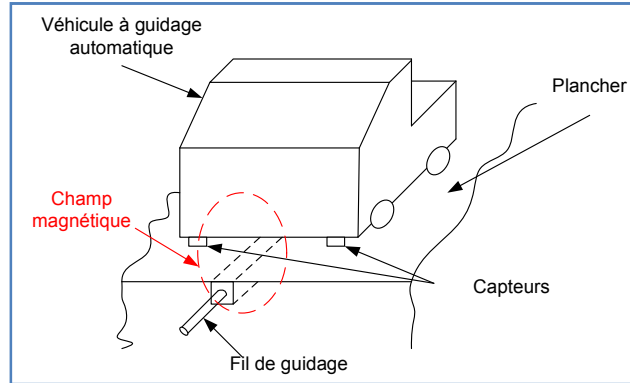


Figure 13. Fils de guidage encastrés

Pour le choix de la bonne trajectoire parmi plusieurs, deux (2) principales méthodes peuvent être utilisées :

- *La méthode de sélection de fréquence de la trajectoire : À l'arrivée d'une bifurcation de trajectoire, le véhicule choisit la trajectoire de fréquence appropriée;*
- *La méthode du commutateur de trajectoire : Les différentes trajectoires ont la même fréquence, mais sont électriquement isolées.*

b. Bandes peintes

Le véhicule utilise un capteur optique pour localiser la bande. La bande peut être en ruban adhésif ou en peinture appliquée directement sur le plancher. Le capteur localise la bande, le signal ainsi généré est utilisé pour faire la commande de la direction des roues. Les bandes peintes sont utilisées lorsque les fils de guidage électriques sont inappropriés (interférences électromagnétiques, l'installation des fils sur le plancher est peu pratique). L'inconvénient des bandes peintes et leur durabilité (se détériorent avec le temps).

c. Véhicules autoguidés

Les véhicules autoguidés fonctionnent sans définition préalable des trajectoires. Ils utilisent une combinaison de guidage à l'estime et de balises localisés dans plusieurs endroits de l'installation (usine, entrepôt...etc.). Ces éléments sont repérés à l'aide de capteurs embarqués dans le véhicule.

Le guidage à l'estime fait référence à la capacité d'un véhicule de suivre une trajectoire en l'absence d'une piste prédéterminée. Le mouvement est effectué en calculant le nombre requis de rotations des roues pour atteindre une position donnée. La précision de la position ainsi atteinte diminue avec la distance parcourue. La position effective du véhicule est mise à jour périodiquement à l'aide des balises dont les positions sont déjà connues.

Le guidage à l'estime est utilisé pour mouvoir le véhicule entre les balises; les positions de celles-ci mettent à jour la position effective du véhicule.

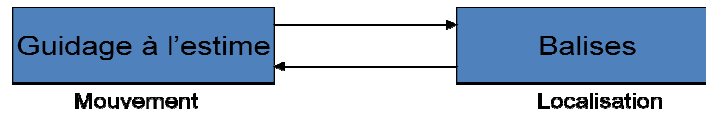


Figure 14.guidage à l'estime

L'avantage principal des véhicules autoguidés est leur grande flexibilité.

II.2.4 Gestion des véhicules et sécurité

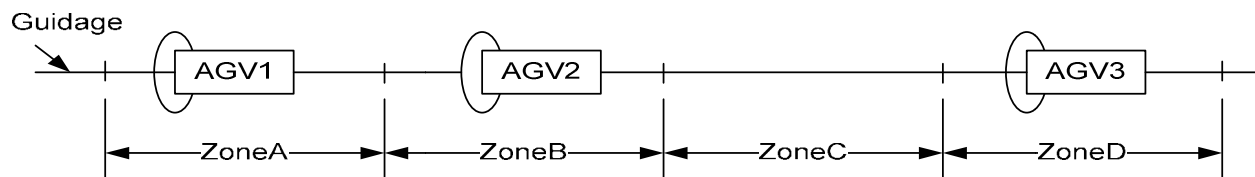
Pour fonctionner de manière efficace et sécuritaire, les AGVS doivent être gérés de manière optimale. Les tâches doivent être allouées de façon à minimiser les temps d'attente et de prévenir les congestions dans le réseau des trajectoires. Trois (3) aspects majeurs sont à prendre en compte:

- *Contrôle du trafic;*
- *Répartition des véhicules;*
- *Sécurité;*

a. Contrôle du trafic

L'objectif du contrôle du trafic est de minimiser les entraves entre les véhicules pour éviter les collisions. Deux méthodes sont utilisées:

- *Détection embarquée : Utilisation d'un ou de plusieurs capteurs embarqués pour détecter la présence d'autres véhicules ou d'obstacles en avant du véhicule. Si une présence est détectée, le véhicule s'arrête.*
- *Contrôle par zonage : L'aménagement est divisé en zones séparées. Un véhicule ne peut accéder à une zone si un autre véhicule y est présent.*



b. Répartition des véhicules :

Pour accomplir les tâches dans un AGVS, le travail doit être réparti de manière efficace. Plusieurs méthodes sont utilisées :

- *Dispositif de commande à bord : Le véhicule est assigné à une tâche particulière via son dispositif de commande embarqué;*
- *Stations de rappel automatique : Suite à l'appui sur un bouton dans une station, un signal est transmis aux véhicules disponibles pour appeler le véhicule le plus proche.*

- *Commande par ordinateur centralisée : Un ordinateur commande automatiquement la répartition des véhicules suivant la planification des tâches, en commandant leurs destinations et les opérations à accomplir. La technologie radiofréquence est souvent utilisée pour faire le lien entre l'ordinateur et les véhicules.*

c. Sécurité

La vitesse de déplacement des véhicules doit être plus petite que la vitesse de la marche d'un humain. Il doit y avoir un arrêt automatique si le véhicule s'écarte de plus d'une certaine distance de sa trajectoire (50 à 150 mm). Le véhicule doit être équipé de capteur d'obstacles et de Pare-chocs.

II.3 Monorails et autres véhicules guidés par rail

Les véhicules motorisés guidés par un système de rails fixes constituent un autre système de manutention. Ils se distinguent par la présence de rails qui déterminent les trajectoires. Ils peuvent être:

- *Monorails (aériens pour la plupart)(et Figure 15 et Figure 16)*
- *À deux rails parallèles (dépassant de peu le niveau du plancher)*

Ces véhicules sont alimentés par leurs rails électrifiés, ce qui les distingue des autres AGVs qui utilisent des batteries embarquées. Les routages sont possibles à l'aide de commutateurs et de plaques tournantes.

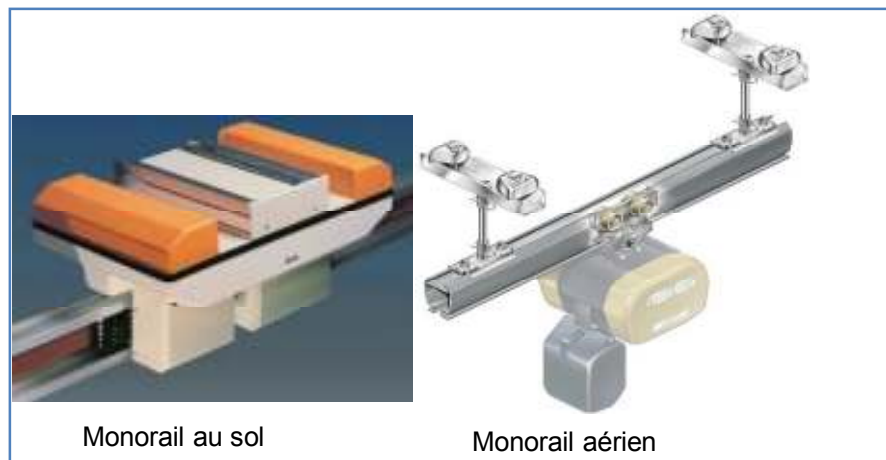


Figure 15. exemple de monorails

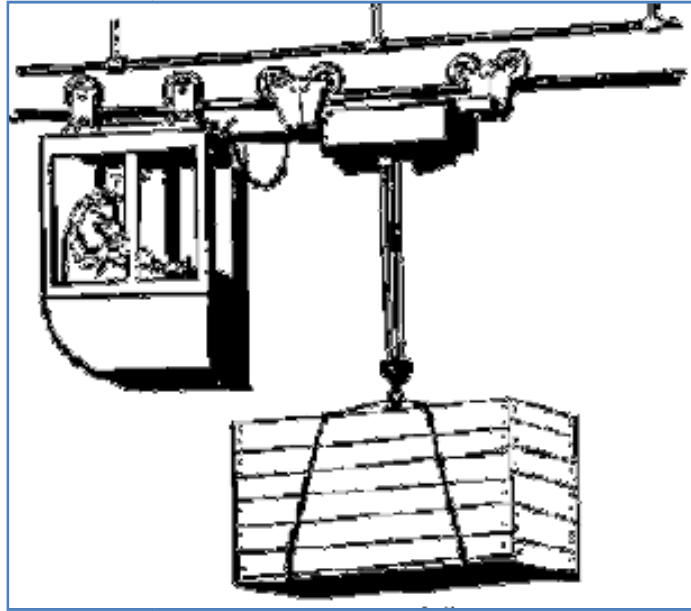


Figure 16. Monorails aérien

II.4 Palans et Grues

II.4.1 Palan (*Hoist*)

Un palan est un dispositif de levage attaché aux monorails, grues ou bien à un point fixe. (Figure 17)

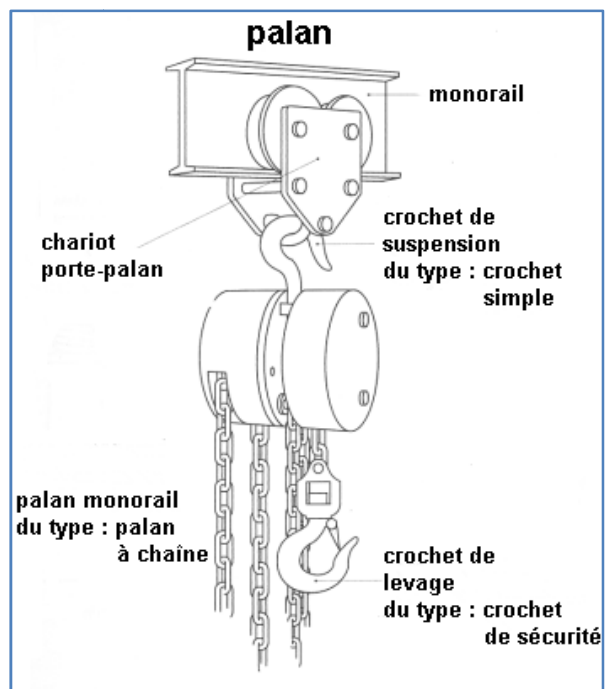


Figure 17. Palan (Hoist)

II.4.2 Grue (crane)

Voir Figure 18.

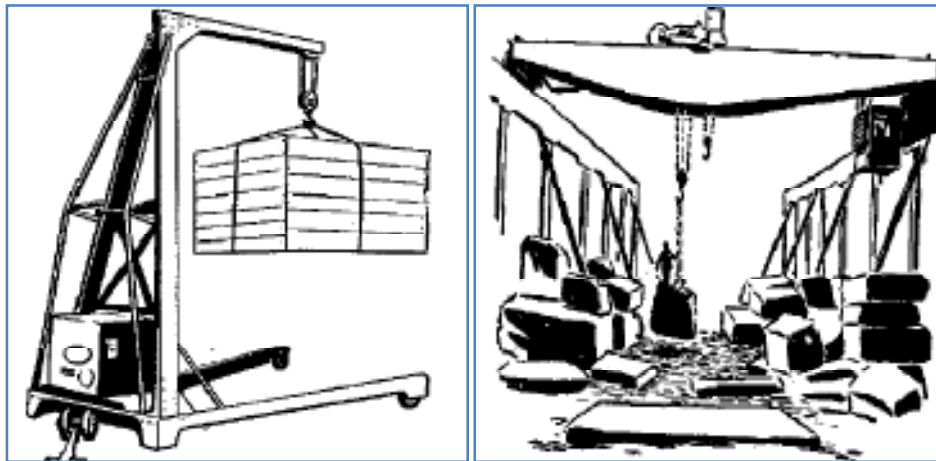
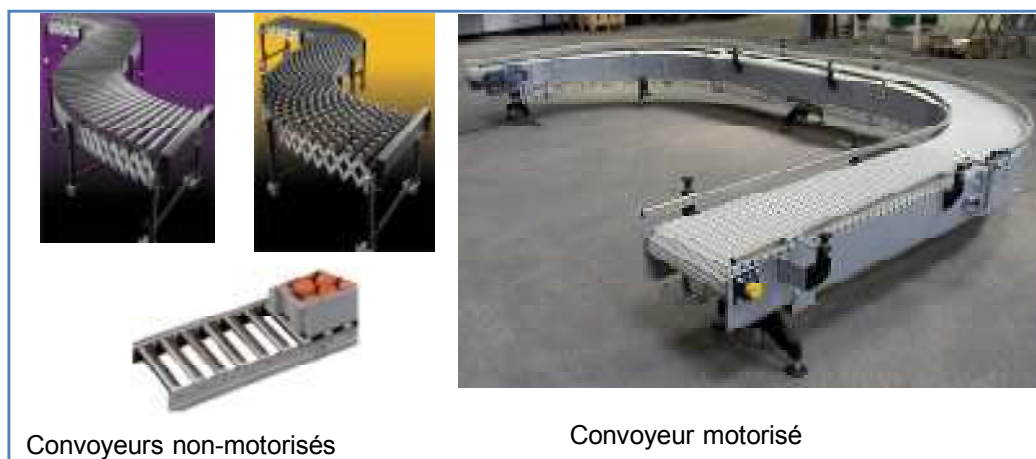


Figure 18. (à gauche) grue portable (à droite) Grue pont

II.5 Convoyeurs

Les convoyeurs sont utilisés lorsque des quantités importantes de produits doivent être transportées entre les localisations à travers une trajectoire fixe. Les convoyeurs peuvent être motorisés ou non-motorisés. (Figure 19)

- *Convoyeurs motorisés : les produits sont propulsés à travers la trajectoire par un mécanisme combiné avec des chaînes, des courroies, des rouleaux...etc.*
- *Convoyeurs non-motorisés, les produits sont propulsés manuellement ou par la gravité d'une position plus élevée à une position moins élevée.*



Convoyeurs non-motorisés

Convoyeur motorisé

Figure 19. Exemples de convoyeurs

II.5.1 Quelques types de convoyeurs

a. *Convoyeurs à chute*

Glissoir généralement métallique, qui guide la matière lors de sa descente d'un niveau plus haut à un niveau plus bas. La forme de la chute peut être linéaire ou bien spirale pour gagner de l'espace (Figure 20)



Figure 20. Convoyeur à chute

b. *Convoyeurs à rouleaux et à galets*

Les produits transportés glissent sur des rouleaux ou sur des galets. La surface inférieure qui glisse sur le convoyeur doit être plate et suffisamment grande pour être posée sur plusieurs rouleaux ou galets.

c. *Convoyeurs à courroie*

Une courroie est utilisée pour transporter les produits. Une moitié pour livrer les produits, l'autre moitié est le retour de la courroie (boucle fermée).

La Figure 22 et la Figure 21 donnent des exemples de ces convoyeurs.

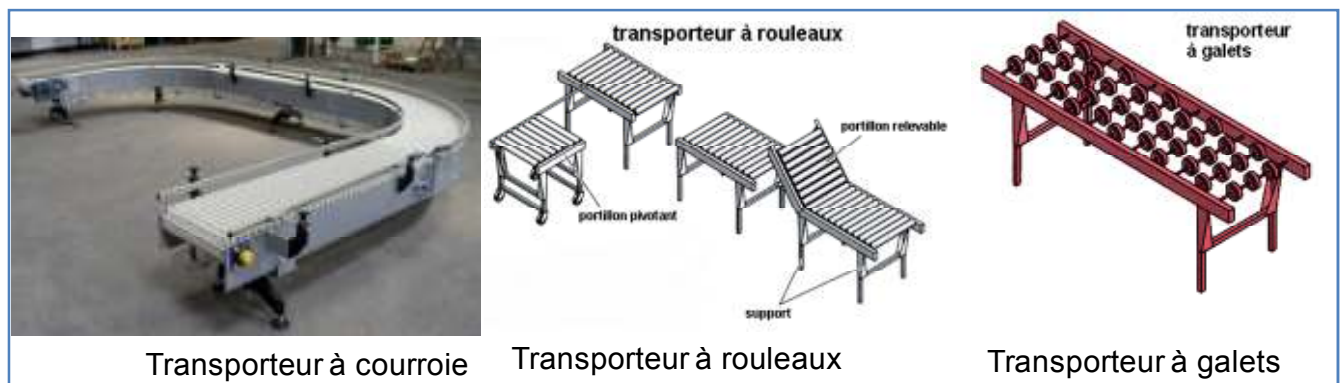


Figure 21. Exemples de transporteurs

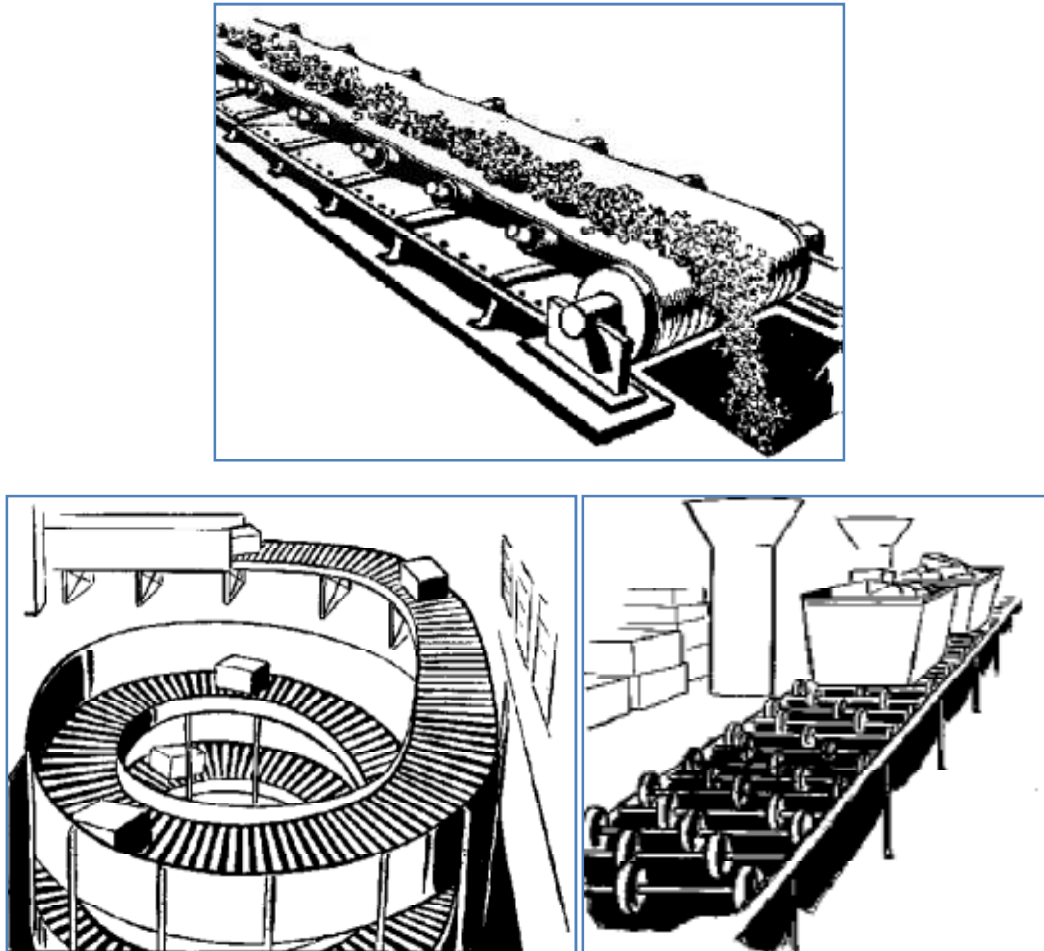


Figure 22. (en haut) convoyeurs à courroies (à gauche) Convoyeurs à rouleaux spiral et convoyeurs à galets (à droite)

II.5.2 Fonctionnement et caractéristiques des convoyeurs

L'une des manières de classer les systèmes de convoyeurs motorisés est de les diviser en : Convoyeurs à sens unique et Convoyeurs en boucle continue. (Figure 23)

- *Convoyeur à sens unique : Utilisé pour transporter des charges d'un point d'origine (chargement) à une destination (déchargement).*
- *Convoyeur en boucle continue : Les charges sont transportées dans les deux sens entre les stations de chargement et de déchargement.*

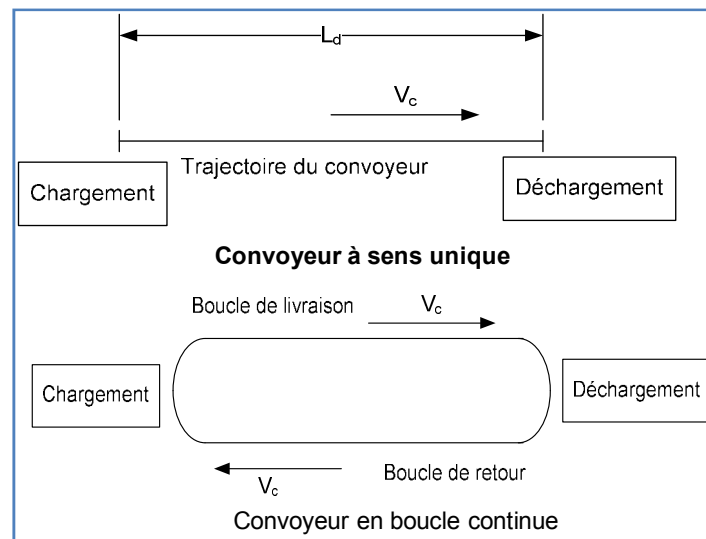


Figure 23. Convoyeur à sens unique et convoyeur à boucle continue

II.6 Bibliographie

Mikell P. Groover, *"Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing"*, 2^{ème} édition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey 2001