

Entreposage

Abdellah El Fallahi

Contenu du cours

- Notions générales d'entreposage
 - Définition d'un entrepôt
 - entrepôt vs plate-forme
 - Type d'entrepôts
- Management de l'entrepôt
 - Processus d'entreposage
 - Réception
 - Manutention
 - Indicateurs des performances des processus d'entreposage
- Problème de localisation des entrepôts
- Dimensionnement d'un entrepôt

Objectifs généraux

- Connaître le rôle d'entrepotage et son impact sur la chaîne logistique
- Savoir résoudre le problème de la localisation des entrepôts
- Résoudre les problèmes de dimensionnement des entrepôts
- Déterminer les processus d'entrepotage (modélisation et simulation)
- Optimiser les ressources d'un entrepôt
- Gestion du positionnement des stocks
- Être capable de suivre et piloter des opérations d'entrepotage : mise en place des indicateurs et d'un tableau de bord



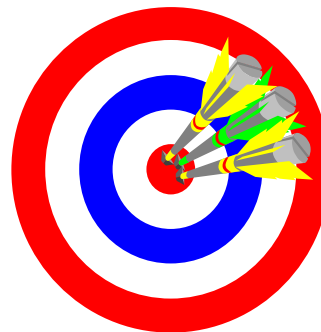
14/04/2022

Entrepotage

94

Objectifs généraux

- Utilisation adéquate de l'espace de stockage
- Efficience des opérations de manutention de la marchandise
- Contrôle efficient des marchandises
- Réductions des coûts d'entrepotage



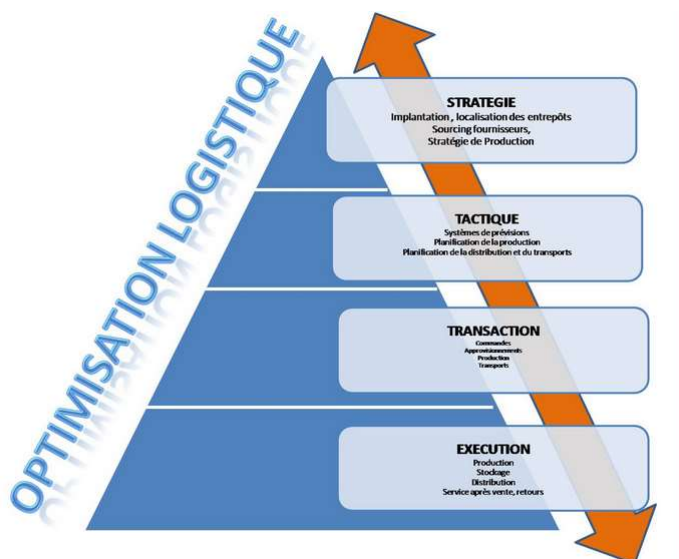
14/04/2022

Entrepotage

95

Motivation

- Un entrepôt bien implanté, c'est le nerf de la guerre en matière de performance logistique. Mais par quoi commencer? Et comment s'y prendre?
- Un seul objectif : livrer aux clients, en temps et en heure, des produits de qualité au meilleur prix.
- Dimensionnement statique
 - les longueurs des espaces de stockage
 - leur hauteur, leur largeur...
 - Pour fixer ces métriques
 - Segmentation des produits par famille
 - Typologie des produits: lourds, légers,
 - Facile à stocker ou non
- Dimensionnement dynamique
 - Données volumétriques: minimisation les opération d'envoi ou de réception.
 - Taux de rotation d'un produit



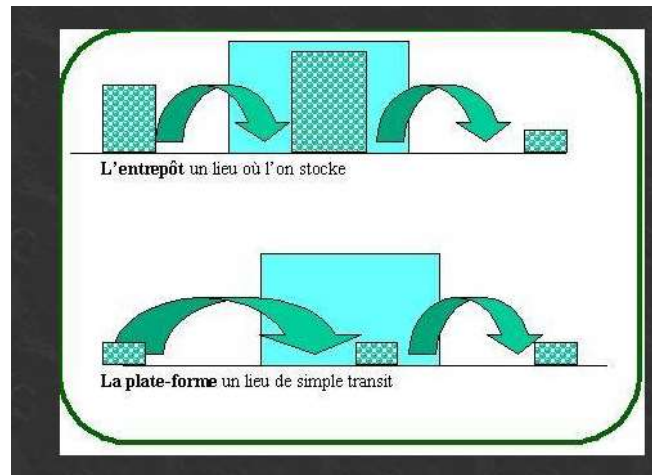
Objectifs pédagogiques spécifiques

- **Introduction à la gestion des entrepôts**
- **Méthodes de localisation**
- **Calcul des surfaces**
- **Calculs des effectifs**
- **Système de gestion des entrepôts (WMS)**
- **Optimisation du transport et Transbordement**

Introduction à la gestion des entrepôts

- Types de plateformes logistiques
- Différentes zones de l'entrepôt
- Éléments de l'entrepôt
- Engins de manutention

Entrepôts VS plate-forme



14/04/2022

Entreposage

100

Méthodes de localisation:

- Méthodes de notation des facteurs de décision
- Méthode du barycentre
- Méthode de centration

Calcul des surfaces :

- Calcul de la largeur des allées de service
- Calcul de la surface de stockage
- Calcul de la largeur des allées de circulation
- Calcul de la surface total de l'entrepôt

Calculs des effectifs :

- Calcul de la capacité de travail
- Calcul de la charge de travail en utilisant les standards de manutention de base
- Calcul de l'effectif nécessaire

Système de gestion des entrepôts (WMS) :

- Définition du WMS
- Fonctionnalités d'un WMS
- Justifier l'adoption d'un WMS
- Comparer et choisir parmi les WMS

Optimisation du transport et Transbordement:

- Modèle de transport
- Modèle de transbordement

Localisation des entrepôts

14/04/2022

Entreposage

106

Techniques d'optimisation de la localisation entrepôts

- Le problème de localisation consiste à :
 - Trouver le nombre d'entrepôts
 - La localisation de chaque entrepôt
 - Le type de moyen de manutention
 - La capacité de chaque entrepôt
- Il faut prendre en considération les paramètres suivants :
 - Le nombre de centre de distribution
 - Le mode d'alimentation des entrepôts
 - Les coûts unitaire de transport pour servir les clients
 - Les itinéraires d'acheminement
 - La quantité totale de la marchandises
 - Le nombre de voyage par unité de temps

14/04/2022

Entreposage

107

Paramètres et variables de décision du modèle

I - ensemble des fournisseurs, avec l'indice i
 J - ensemble des entrepôts potentiels, avec l'indice j
 K - ensemble des clients, avec l'indice k
 p_i - offre du fournisseur i
 d_k - demande du client k
 cs_{ij} - coût de transport d'une unité du produit du fournisseur i à l'entrepôt j
 cc_{jk} - coût de transport d'une unité du produit de l'entrepôt j au client k
 F_j - coût fixe pour créer l'entrepôt j
 x_{ij} - variable représentant le flux du fournisseur i à l'entrepôt j
 y_{jk} - variable représentant le flux de l'entrepôt j au client k
 z_j - variable binaire indiquant la création ou non de l'entrepôt j , $z_j = 1$ si l'entrepôt j est créé et $z_j = 0$ sinon
 s_j - capacité de l'entrepôt j

14/04/2022

Entreposage

108

Le modèle

Minimiser $\sum_{j \in J} F_j Z_j + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} cs_{ij} x_{ij} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} cc_{jk} y_{jk}$

Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = \sum_{k \in K} y_{jk}, \quad j \in J$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq p_i, \quad i \in I$$

$$\sum_{j \in J} y_{jk} = d_k, \quad k \in K$$

$$\sum_{k \in K} y_{jk} \leq s_j, \quad j \in J$$

$$x_{ij} \leq p_i Z_j, \quad i \in I, j \in J$$

$$y_{jk} \leq d_k Z_j, \quad i \in I, j \in J$$

$$x_{ij} \geq 0, y_{jk} \geq 0, Z_j \in \{0,1\}, \quad i \in I, j \in J, k \in K$$

14/04/2022

Entreposage

109

Étude de cas: entrepôt unique

- Méthode du Barycentre:
 - La méthode à pour objectif la détermination du centre de gravité d'un ensemble de clients:
 - On a besoin de la distance entre les clients et l'entrepôt
 - Le poids de chaque clients (Q_i)
- La localisation sera donnée par

$$X_C = \frac{\sum_i Q_i * x_i}{\sum_i Q_i}$$

$$Y_C = \frac{\sum_i Q_i * y_i}{\sum_i Q_i}$$

14/04/2022

Entreposage

110

Méthode du barycentre: version 2

- Méthode du barycentre version 2
- On va prendre en considération la quantité livrée à chaque client et la distance à l'entrepôt
- Les coordonnées de l'entrepôt sont données par:

$$X_C = \frac{\sum_i \frac{Q_i * x_i}{d_i}}{\sum_i \frac{Q_i}{d_i}}$$

$$Y_C = \frac{\sum_i \frac{Q_i * y_i}{d_i}}{\sum_i \frac{Q_i}{d_i}}$$

14/04/2022

Entreposage

111

Méthode du barycentre version 2

- Algorithme
 - Étape 1: Choisir une localisation du départ (aléatoire)
 - Étape 2: Calculer les distances de chaque point au dépôt
 - Étape 3: déterminer une nouvelle localisation à l'aide des formules précédentes
 - Étape 4: retourner à l'étape 2 si la condition d'arrêt n'est pas vérifiée

14/04/2022

Entreposage

112

Localisation d'une installation 1/3

- Scores charge-distance (load-distance scores) Données
 - m sites possibles pour une nouvelle installation,
 - n entités (clients, fournisseurs, etc.) à desservir,
 - mesure simple de « charge » L_j pour chaque entité j . A définir :
 - tonnage entrant ou sortant,
 - nombre de déplacements/semaine,
 - patients venant consulter, etc.
 - distances d_{ij} entre tout site i et toute entité j .
- Objectif: choisir un site i^* minimisant un score estimant le travail de déplacement des charges.

Localisation d'une installation 2/3

- Méthode 1:

- calcul pour tout site i d'un score charge-distance $ld(i)$,
- puis choix du site de score minimal.

$$ld(i) = \sum_{j=1,n} L_j \cdot d_{ij}$$

- Exemple : Localisation d'un dispensaire dans une ville.
- entités : quartiers.
- charges: nombre d'habitants (patients potentiels).
- distances : du centre des secteurs aux sites possibles.

Localisation d'une installation 3/3

- Méthode 2: le Barycentre

Pour la localisation *continue* (= non discrète).

- on connaît les coordonnées x_j et y_j de l'entité j .
- on cherche les coordonnées (x^*, y^*) de l'installation.
- choix évident : *centre de gravité des charges*

$$x^* = \frac{\sum_{j=1,n} L_j \cdot x_j}{\sum_{j=1,n} L_j}, \quad y^* = \frac{\sum_{j=1,n} L_j \cdot y_j}{\sum_{j=1,n} L_j}$$

Le lieu obtenu doit souvent être ajusté. La localisation planaire de plusieurs installations est plus difficile (PNL).

Exemple

- Une ville des USA souhaite installer un nouveau dispensaire pour desservir 7 quartiers dont les informations sont présentées par le tableau suivant: avec des coordonnées en km et le nombre d'habitants en mil habitants.
- Le quadrillage des rues des villes US impose l'utilisation de la distance "Manhattan"

Quartier	Coordonnées (x,y)	Population
A	(2,5,4,5)	2
B	(2,5,2,5)	5
C	(5,5,4,5)	10
D	(5,2)	7
E	(8,5)	10
F	(7,2)	20
G	(9,2,5)	14

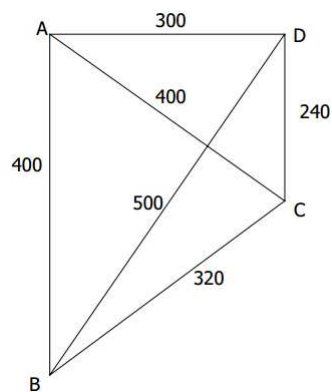
- Deux terrains sont disponibles au centre des quartiers C et F. Déterminer le meilleur site en utilisant des scores charge × distance en 10^3 habitants × km et la norme L1. Comparer ensuite avec une localisation "continue" basée sur le centre de gravité (faire dès le début une représentation graphique).

Solution

Quartier j	Coordonnées (x_j, y_j)	Population L_j	Site en C = (5,5,4,5)		Site en F = (7,2)		$L_j \cdot x_j$	$L_j \cdot y_j$
			Distance d_{ij}	Score $l_i \cdot d_{ij}$	Distance d_{ij}	Score $l_i \cdot d_{ij}$		
A	(2,5,4,5)	2	3	6	7	14	5	9
B	(2,5,2,5)	5	5	25	5	25	12,5	12,5
C	(5,5,4,5)	10	0	0	4	40	55	45
D	(5,2)	7	3	21	2	14	35	14
E	(8,5)	10	3	30	4	40	80	50
F	(7,2)	20	4	80	0	0	140	40
G	(9,2,5)	14	5,5	77	2,5	35	126	35
		68		239		168	453,5	205,5

Méthode de centration

- Entrepôt localisé sur un des points de livraison
localisation qui minimise la distance



$$\begin{aligned} A &= 400 + 400 + 300 = 1\,100 \text{ km} \\ B &= 400 + 500 + 320 = 1\,220 \text{ km} \\ C &= 400 + 240 + 320 = 960 \text{ km} \\ D &= 240 + 300 + 500 = 1\,040 \text{ km} \end{aligned}$$

14/04/2022

Entreposage

118

Analyse et commentaire

- Les méthodes précédentes prennent en considération peu d'information.
- Il faut les affiner en tenant compte de :
 - Le prix du terrain
 - La fiscalité
 - Le marché du travail
 - Structure d'accueils
 - ...

14/04/2022

Entreposage

119

Réseaux à entrepôts multiples

- Le problème est trop complexe:
- Exemple pour 10 entrepôts sur 20 sites on aura 200 000 solutions
- Critères à optimiser
 - Le coût de transport entre les clients et les dépôts
 - Le coût de transport entre les usines et les entrepôts
 - Frais financier en stock (valeur immobilisée)
 - Le coût d'entreposage
 - Le coût global

14/04/2022

Entreposage

120

Algorithme de résolution

- Algorithme:
 - étape 1: Choisir j ville candidate parmi les n possibilités
 - Étape 2: initialisé j à n
 - Étape 3: tant que non fin faire
 - {
 - Un dépôt est fermé parmi les j villes choisis
 - Chacun des dépôts est fermé à son tour et le coût engendré est calculé
 - La ville choisie sera celle dont la fermeture permettra d'obtenir l'économie la plus importante par rapport à la solution précédente
 - l'entrepôt sera définitivement fermé
 - On obtient un réseau de j-1 dépôts
 - }
 - Étape 4: fin

14/04/2022

Entreposage

121

Dimensionnement d'un entrepôt

14/04/2022

Entreposage

122

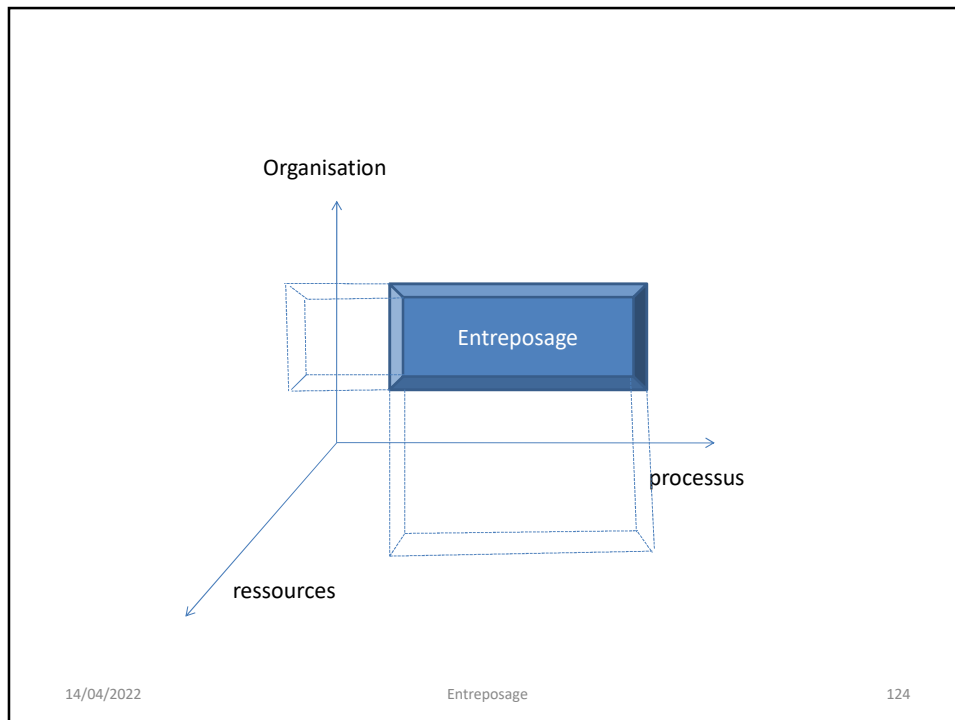
Caractérisation des entrepôts

- Terminologie
 - Produit= tout type de marchandise
 - Unités sont les article (items)
 - Commande ou ordre=Combinaison de plusieurs articles demandé par un client
 - Un entrepôt peut être vue sous trois angles
 - Le processus
 - Les ressources
 - L'organisation
 - Entreposage est une combinaison de fonctions sur la marchandise entre sa date d'arrivée et la date de son utilisation ou sortie de l'entrepôt

14/04/2022

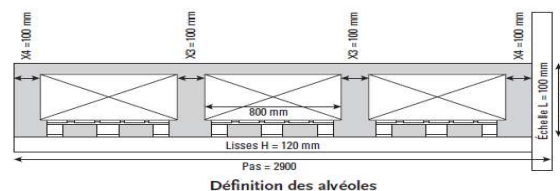
Entreposage

123



Terminologie

- Pelletiers: Le Support d'entreposage est sous forme de rayonnage, composé de plusieurs alvéole
- Alvéole: Un alvéole est souvent d'une longueur de 2,9 m et porte 3 palettes Europe



14/04/2022

Entreposage

125

Terminologie

- Palette:



- 800 mm de largeur
- 1200 mm de longueur

14/04/2022

Entreposage

126

Type de palette CP

Les palettes CP sont utilisées dans le domaine de l'industrie chimique. Elles sont réparties en 9 catégories (CP1 à CP9) avec des dimensions standards bien précises.

- CP 1 : 1000 x 1200 mm
- CP 2 : 800 x 1200 mm
- CP 3 : 1140 x 1140 mm
- CP 4 : 1100 x 1300 mm
- CP 5 : 760 x 1140 mm
- CP 6 : 1200 x 1000 mm
- CP 7 : 1300 x 1100 mm
- CP 8 : 1140 x 1140 mm
- CP 9 : 1140 x 1140 mm



14/04/2022

Entreposage

127

Palette VMF

Verrerie mécanique de France

Palette VMF

C'est une palette consignée à 4 entrées et semelles encadrées.

- Longueur : 1200 mm (+ ou - 3 mm)
- Largeur : 1000 mm (+ ou - 3 mm)
- Hauteur : 154 mm (+ 6 mm - 0 mm)

Ce type de palette est conçue pour une charge utile de 1000 kg.



14/04/2022

Entreposage

128

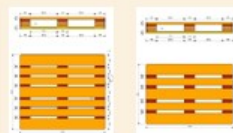
Palette EUR

La palette EUR possède 1 dimension standard de 800 mm x 1200 mm. Un modèle 1000 mm x 1200 mm existe également mais il est plus rarement employé.

La palette EUR est présente dans toute l'Union Européenne et a été mise en place par l'Union des Chemins de Fer (UIC) dans les années 50. C'est une palette interchangeable qui est principalement utilisée dans le transport des denrées alimentaires.

Il existe 7 points pour reconnaître une palette EUR. Tous figurent sur chacune d'elle :

- Le sigle d'un chemin de fer européen
- Le sigle de l'European Pallet Association (EPAL)
- Le sigle du pool européen de palettes
- Le clouage normalisé
- Les semelles chanfreinées
- L'agrafe de certification portant le sigle de qualité EPAL
- La pointe témoin de réparation avec le sigle EPAL



14/04/2022

Entreposage

129

Palette Spécifique

Palettes spécifiques

La conception d'une palette est un service sur mesure. Résultat d'un dialogue approfondi avec nos clients utilisateurs, les commerciaux ont pour rôle de répondre le plus précisément possible aux attentes et contraintes du client.

Les caractéristiques retenues et analysées pour concevoir une palette sont :

- Les dimensions
- Le poids
- Le gerbage
- Le mode de manutention (transpalette ou chariot élévateur)
- Le conditionnement
- Les claire-voies
- Le nombre d'entrées

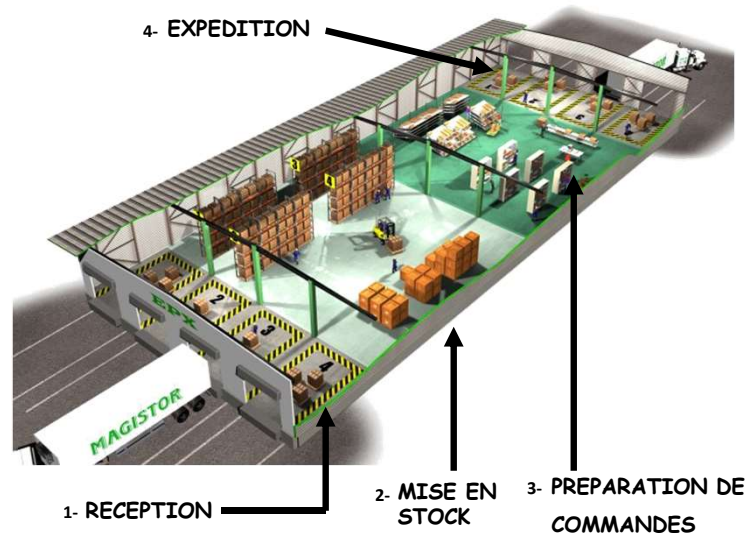


Ces caractéristiques sont essentielles pour informer nos commerciaux de vos contraintes. L'utilisation du descriptif mis à votre disposition ci-dessus vous permettra de réaliser des commentaires précis concernant le produit attendu

Dimensionnement

- Calcul des surfaces dédiées
- Les équipements
 - Statistiques
 - Mobiles
- Calcul du besoin humain
- Calcul des temps opératoires
 - Chargement / déchargement
 - Stockage
 - prélèvement

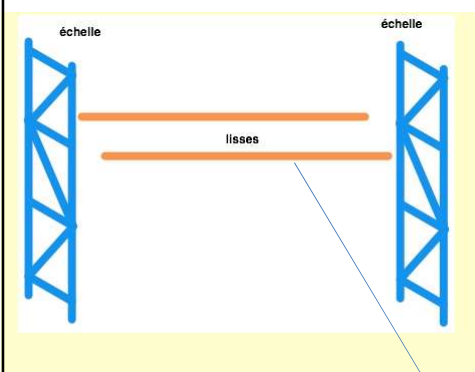
Les surfaces d'un entrepôt



14.04.22

132

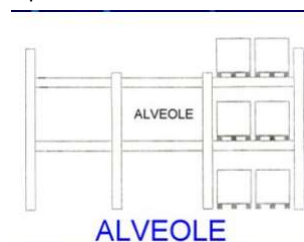
Les racks et alvéole



Travée: partie d'un palettier compris entre deux échelles

Lisse: élément horizontal d'un palettier qui sert à supporter les charges

Alvéole emplacement dans un palettier de stockage pour une ou plusieurs palettes

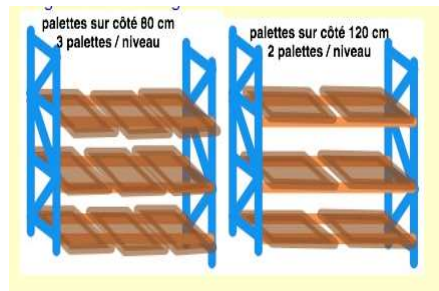


14/04/2022

Entreposage

133

Les racks



Largeur de 2.7 m
3 palettes de 80 cm avec 7.5
cm entre palette

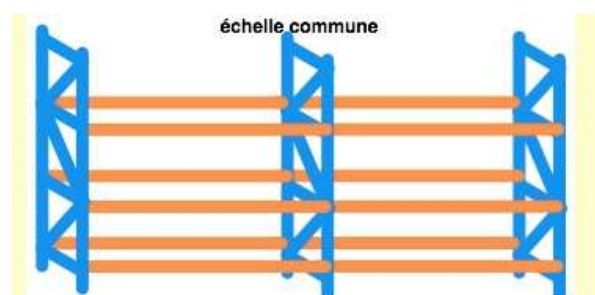
Largeur de 2.7 m
2 palettes de 120 cm avec un
espacement de 10 cm entre
palettes

14/04/2022

Entreposage

134

Les racks avec une échelle commune



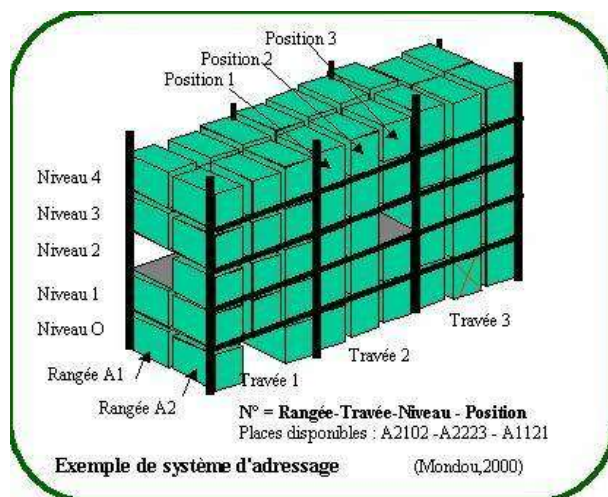
Structure de stockage composée de plusieurs échelles et lisses
délimitant les zones de stockage

14/04/2022

Entreposage

135

Les travées: adressage



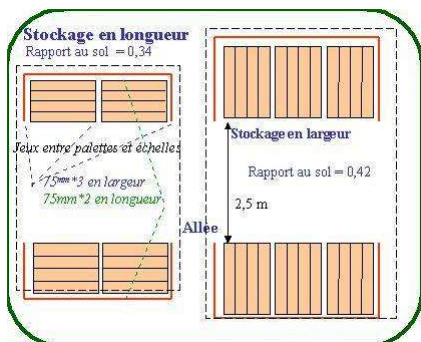
14/04/2022

Entreposage

136

Disposition des palettes et occupation de l'espace

Chariot à mât rétractables



En cas de palettes superposées

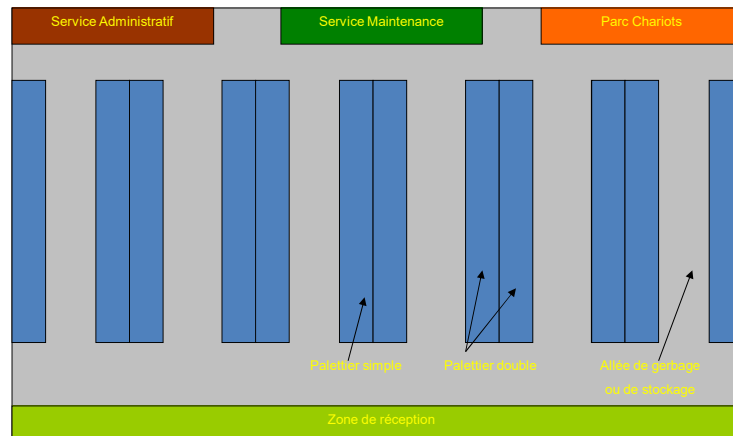
Nbre de palettes superposées	Stockage en longueur	Stockage en largeur
2	0,69	0,84
3	1,03	1,27
4	1,38	1,69
5	1,72	2,11

14/04/2022

Entreposage

137

Les différentes surfaces de l'entrepôt

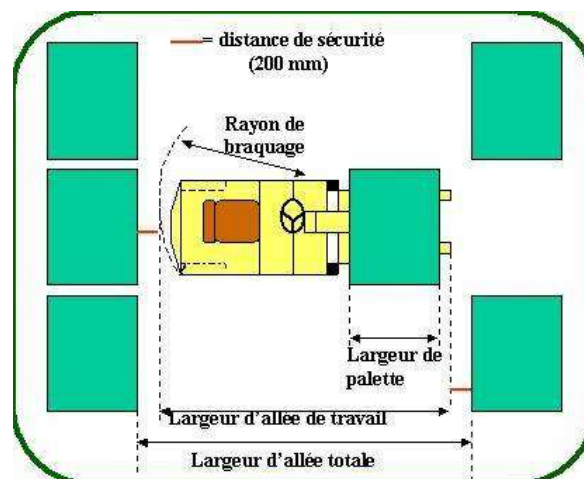


14/04/2022

Entreposage

138

Les allées de circulation

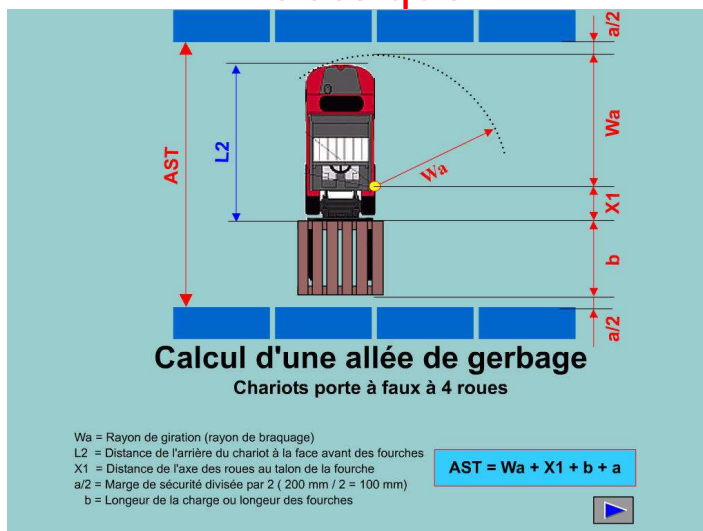


14/04/2022

Entreposage

139

Dimensionner une allée de circulation classique

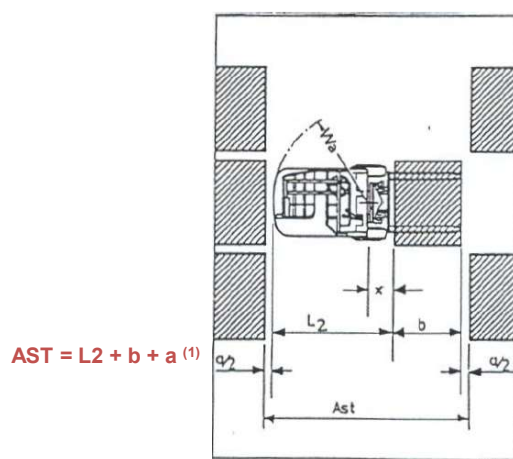


14/04/2022

Entreposage

140

Chariot à Trois Roues



(1) : si la dimension latérale de la palette (b) est inférieure à la longueur des fourches de l'engin, on retiendra cette dernière longueur pour appliquer la formule de l'AST.

14/04/2022

Entreposage

141

Exercice

- Une société dispose de trois zones de stockage
 - La zone de masse: 400 palettes gerbées sur deux hauteurs
 - La zone de « picking »
 - 3 palettes par alvéole
 - 3 niveaux de stockage
 - 6 travées
 - 4 patelles
 - La zone de stockage statiques constituée de : 5 rangées de palettiers doubles
 - 4 niveaux de stockage
 - 9 travées par rangée
 - 3 palettes par lisse
- Lorsque la capacité totale de stockage dans l'entrepôt est insuffisante, on soustrait le stockage de palettes complètes à hauteur de 600 palettes par semaine
- 20 palettes sont actuellement stockées chez le sous-traitant

14/04/2022

Entreposage

142

Exercice

Mouvements de palettes prévus

Semaine	Entrées Palettes	Sorties Palettes
14e	1 200	680
15e	1 000	1 600
16e	1 100	1 240
17e	1 000	850
18e	1 300	1 100

14/04/2022

Entreposage

143

Quais de chargement/déchargement

Quais de chargement

- La conception des quais d'arrivée devra intégrer, dès le début de l'étude, le trafic des expéditions.
- Les valeurs suivantes sont généralement retenues :
 - largeur d'une voie de circulation autorisant le croisement des véhicules : 6 à 7 mètres
 - rayon d'une courbe de circulation : 22 mètres à l'axe
 - espace libre devant le quai pour les manoeuvres : 30 à 35 mètres.
- Pour un camion de 18 m, cela fait donc idéalement une zone de manoeuvre de 38 m.

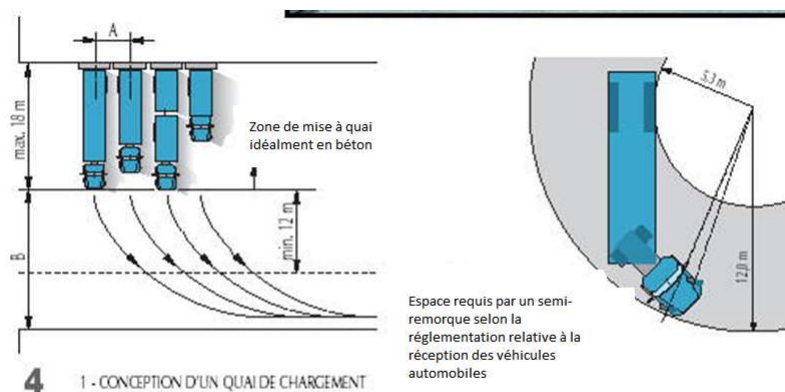
14/04/2022

Entreposage

144

Quais de déchargement/déchargement

La zone de parking et de manoeuvre devant les quais devrait avoir théoriquement 2 fois la longueur du plus grand camion + 2 mètres.



1.

5

Le nombre de quais

- Le nombre de quais de chargement/déchargement dépend de:
 - Le volume des produits transitant par l'entrepôt
 - De la capacité de chargement et de déchargement
 - Et du volume /unité de manutention dans les camions

$$N = \frac{D \cdot H}{C \cdot S}$$

D : volume moyen à charger ou décharger par jour

H : le temps requis pour décharger ou charger un camion

S : le temps disponible pour le chargement et le déchargement par jour

c : capacité d'un camion

N : le nombre de quais requis

14/04/2022

Entreposage

146

Exercice

- Un entrepôt reçoit et expédie environ 500 palettes par jour
- Il gère le flux d'entrée/sortie d'environ
 - 17 camions en livraison ce qui est équivalent à 200 palettes par jour
 - 12 camions en expédition soit 300 palettes par jour
- L'accueil d'un camion et sa prise en compte prend environ 3mn15s
- Le chargement d'une palette prend 1mn50s
- Le déchargement d'une palette prend 2mn5s
- La libération du quais prend 1mn50s
- Le temps d'ouverture de l'entrepôt est de 8h/jour. La réception se fait le matin et les expéditions le début de l'après midi
- Calculer le nombre de quais à prévoir dans le cas où les quais sont banalisés et dans le cas où les quais sont dédiés

14/04/2022

Entreposage

147

Solution

- ❖ Nombre moyen de palettes/véhicule à l'arrivée est $200/17=12$
- ❖ Calcule de temps complet d'occupation d quais pour une livraison:

Opération	Temps
Accueil du véhicule	00:03:15
Déchargement de 12 palettes	00:25:00
libération du quai	00:01:20
Temps d'une livraison	00:29:35
Temps total livraison	08:22:55

- ❖ Quais banalisés :
 - $18,50h/8=2,31$ quais
 - soit 3quais
- ❖ Quais dédiés:
 - Livraisons : $8,5h/4=2,1$ quais
 - Expéditions : $10,12h/4=2,53$ quais
 - Soit 6quais

- ❖ Temps moyen de palettes/camion égale à : $300/12=25$

Opération	Temps
Accueil du véhicule	00:03:15
Chargement de 25 palettes	00:45:50
libération du quai	00:01:20
Temps d'une expédition	00:50:25
Temps total expédition	10:05:00

14/04/2022

Entreposage

148

Aménagement des entrepôts

- Méthodes de planification des aménagements fonctionnels des entrepôts
 - Méthodes quantitatives
 - Intensité de circulation: minimisation des coûts de déplacement entre les zones
 - Méthodes qualitative
 - Systematic lay-out planning: méthode basée sur le critère de proximité

14/04/2022

Entreposage

149

Méthode de l'intensité de circulation

- Objectif: minimiser le coût total de déplacement dans l'entrepôt

$$Total_cost = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

n : nombre de zones

X_{ij} : le nombre de déplacements entre la zone i et j

C_{ij} : le coût de déplacement entre la zone i et j

14/04/2022

Entreposage

150

Exemple

- On doit planifier l'aménagement d'un entrepôt qui contient six secteurs:

- Entreposage en réserve
- Préparations des commandes à la caisse
- Préparation des commandes à l'unité
- Réception;
- Expédition
- Contrôle de la qualité

Le nombre de déplacements entre les différents secteurs

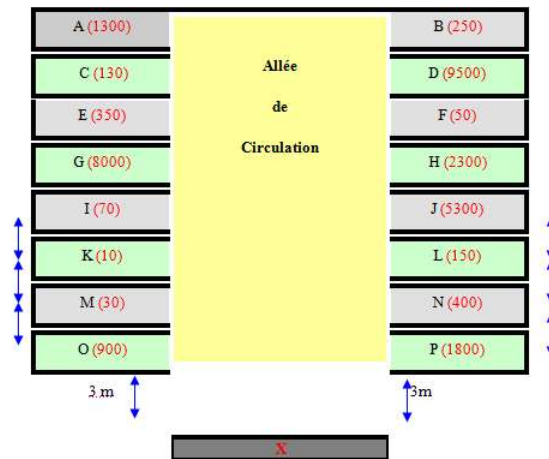
	2	3	4	5	6
Entreposage en réserve (1)	1000	100	2500	1000	100
Prép. Commandes à la caisse (2)		3000	150	1800	0
Prép. commandes à l'unités (3)			20	3500	0
Réception (4)				50	250
Expédition (5)					0
Contrôle de la qualité (6)					

14/04/2022

Entreposage

151

Exercice



14/04/2022

Entreposage

152

Exercice

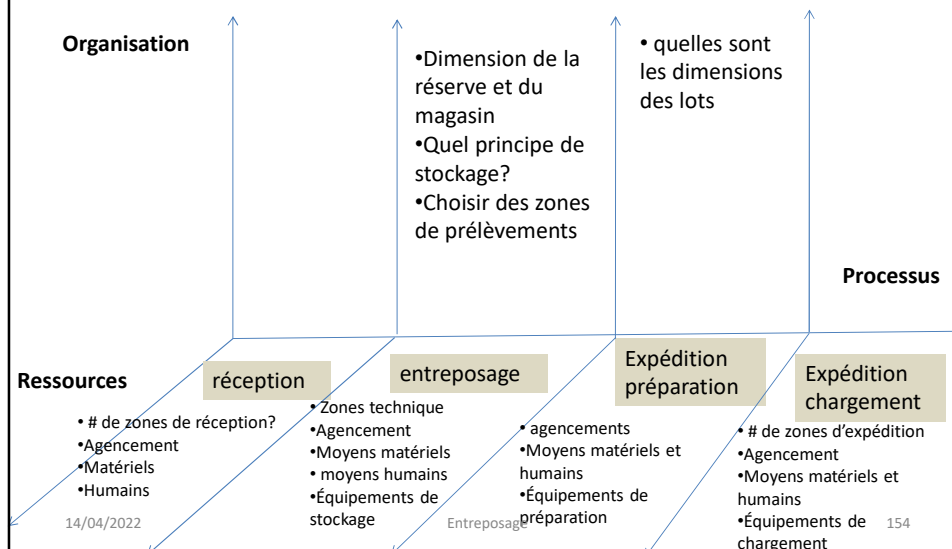
- X étant le comptoir des ventes. La distance entre X et P = 3 mètres. La distance entre X et O = 3 mètres. La distance entre P et N = 3 mètres. La distance entre O et M = 3 mètres. La distance entre deux références voisines est de 3 mètres. (Exemple : entre comptoir et A = 24 mètres, entre comptoir et H = 15 mètres.). Il faut 5 secondes pour manipuler 10 colis (1 voyage). La vitesse de manutention pour transporter les colis de leur emplacement jusqu'au comptoir est de 4 km/h. La durée de travail journalière est de 8 heures. Les fréquences de sortie sont données par jour. Chaque semaine contient 5 jours et le mois quatre semaine.
- **Questions :**
- Combien de personnes doivent travailler dans cet entrepôt ?
- Faites une analyse critique de l'actuelle configuration de la zone de stockage
- En optimisant, combien faut-il de personnes dans cet entrepôt ?

14/04/2022

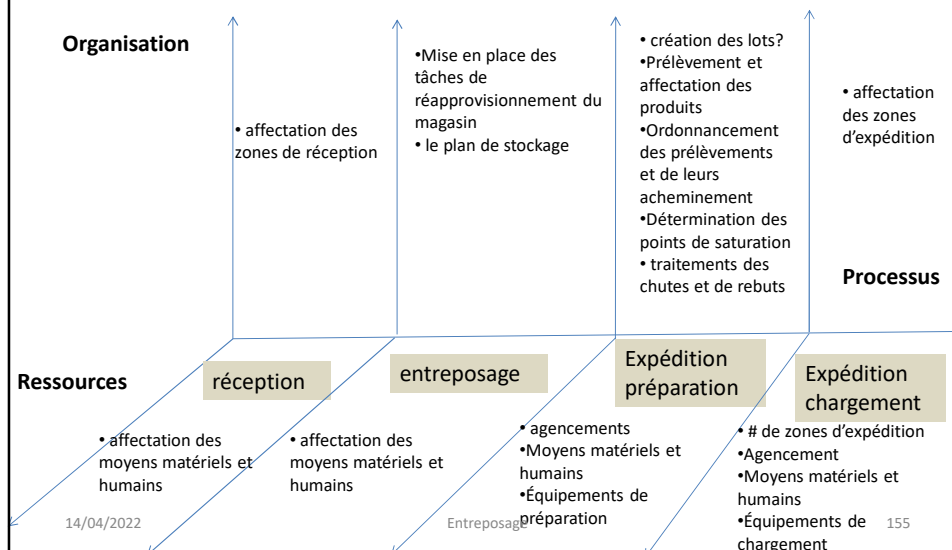
Entreposage

153

Problèmes classique de conception et de gestion des entrepôts: niveau tactique (2 ans)



Problèmes classique de conception et de gestion des entrepôts: niveau opérationnel (1 ans)



Indicateurs de performances

- Ces indicateurs correspondent à l'évaluation des performances en:
 - Productivité
 - Qualité
 - Sécurité
 - Taux de remplissage
 - Le degré d'automatisation
 - Le taux de rotation des stocks
 - Les coûts de stockage

14/04/2022

Entreposage

156

La phase de réception

- C'est la première phase du flux du produit dans l'entrepôt
 - Le déchargement du moyen de transport, en utilisant les moyens de manutention adéquats
 - Contrôle de la quantité et de la qualité des produits
 - Lancement des procédures de réclamation ou de blocage en cas de non conformité

14/04/2022

Entreposage

157

La phase de stockage

- Entreposage des articles dans des emplacements dédiés
- Zone de stockage
 - La réserve où les produits sont stockés de manière économique
 - La magasin où ils sont stockés pour être prélevés simplement par un opérateur
 - Stockage en petite quantité
 - Accès facile

14/04/2022

Entreposage

158

La phase de transfert

- Transfert du réserve au magasin = remplissage
- Le prélèvement (orderpiker): récupération des articles du stock manuellement, ou automatique
- Transport au processus de sortie

14/04/2022

Entreposage

159

La phase d'enregistrement et protection

- But
 - Facilite la gestion des stocks
 - Actualisation des SI
 - Protection par emballage des produits
 - Optimisation de la gestion du système de stockage

14/04/2022

Entreposage

160

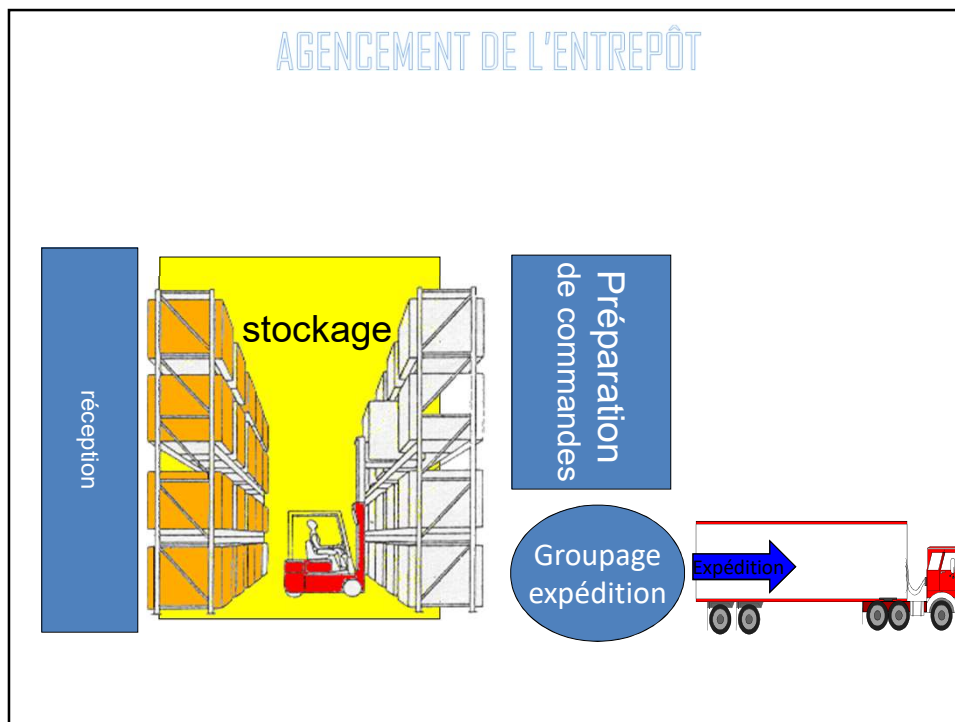
Phase d'expédition

- La préparation des produits en fonction des commandes clients ou des besoins internes
- Le contrôle de sortie et l'emballage pour les besoins commerciaux: protection et sécurité
- La manutention et le chargement des moyens de transport
 - Enlèvement des produits dans les zones de préparation de commandes
- Une étude a montré que la phase de préparation pour l'expédition représente 60% des coûts de gestion d'un entrepôt

14/04/2022

Entreposage

161



Les ressources d'entreposage

- Le personnel:
- Roux « *une organisation parfaite soit-elle ne vaut que par la qualité des hommes qui la servent* »
- Les activités du personnel peut être résumées en:
 - Postes opérationnels
 - Fonctions annexes
 - Administratifs et encadrement
- Le travail du personnel est régi par des normes ou loi:
 - Limite journalière aux chargements
 - Limite journalière aux manutentions
 - Distances parcourues
 - ...

Les ressources d'entrepôt

- Humaine
 - Magasiniers
 - Sécurité
 - Contrôleurs
 - ...
- Le bâtiment:
 - Le terrain
 - La position géographique
 - Les accès
 - ...
- Les équipements
 - Équipements fixes
 - Équipements mobiles

14/04/2022

Entreposage

164

Équipements fixes

- Les palettiers sont des rayonnages à palettes
 - Échelles verticales reliées par des lisses horizontales
 - Pour ce type des équipements ils existent plusieurs normes et règles qui assurent la sécurité des magasiniers



14/04/2022

Entreposage

165

Équipements fixes

- Les **cantilevers**: ils sont utilisés pour le stockage lourd
- Les **casiers** sont dédiés aux produits de petite ou moyenne taille
- **Stockages dynamique** consiste à faire introduire les articles à une extrémité des **alvéoles** et de les récupérer par l'autre extrémité, en suivant la règle FIFO



14/04/2022

Entreposage

166

Équipements mobiles

- Armoire rotatives
 - Bonne gestion de l'espace de stockage
 - Capacité importante pour les objets de petite dimension
- Les carrousels verticaux et horizontaux



14/04/2022

Entreposage

167

Organisation des entrepôt

- Utilisation ou pas d'une zone de réserve séparée
 - Information liées au processus d'approvisionnement
 - Modes de récupération des articles
 - Au schéma de décomposition de l'espace
 - ...

14/04/2022

Entreposage

168

Organisation des entrepôt

- Affectation des articles aux places
- Les différentes politiques
 - Aléatoire: l'opérateur qui choisit
 - Une politique basée sur les classes ABC zoning
 - Selon la rotation des produits
 - La dimension
 - Type de produit(fragile, explosif, ...)

14/04/2022

Entreposage

169

La phase de réception

14/04/2022

Entreposage

170

La réception

La réception d'un produit passe par:

- L'identification
- Le contrôle
 - Documentaire
 - De Qualité à travers:
 - Les techniques de prélèvements
 - L'analyse des causes des rebuts
 - La gestion des rebuts
- Le choix d'une politique d'inventaire
- Le calcul de valeur en stock

14/04/2022

Entreposage

171

La réception

- Identification
 - But: caractérisation et reconnaissance des articles
 - Caractérisation des articles permet la détermination des:
 - Moyens de conditionnement
 - Lieux de stockage
 - Le personnel concerné
 - L'identification peut être réalisée à l'aide des systèmes automatisés
 - Numéro de bordereau de livraison
 - Numéro de la commande fournisseur
 - Les références des articles livrés
 - Numéro de la palette
 - Les coordonnées du destinataire et de l'expéditeur
 - Nom et quantité du produit
 -

14/04/2022

Entreposage

172

Systèmes d'identification

- Le but est d'identifier et de situer tout produit dans l'entrepôt en accolant à chaque produit un code que ce soit numérique ou alphanumérique:
- Exemple de code
 - Décomposition du numéro en plusieurs parties
 - M212O12T20129
 - M: fabriqué au Maroc, 212(code de l'entreprise), O(ordinateur), 2 (dimension niveau 2), T (Tanger), 2012(année de fabrication), 9 (numéro de lot)

14/04/2022

Entreposage

173

Systèmes d'identification

- RFID (Radio Frequency IDentification)
 - Puces composées:
 - Microprocesseur
 - Mémoire
 - Émetteurs-récepteurs
 - Écriture et effacement des étiquettes par des systèmes spécifiques
- Systèmes de codes à barres
 - Pour chaque code on distingue 4 éléments
 - Le caractère d'indentification
 - Le numéro d'identification du fabricant
 - Le numéro de code d'article
 - Le numéro de contrôle

14/04/2022

Entreposage

174

Systèmes d'identification

- Codes à barre
- Code UV (unité de vente)
 - Code EAN (Europe Article Number , 13 chiffre)
- Codes PCB (Par ComBien)
 - Exemple: palette de 48 cartons de 20 boites chacune contient 50 crayons
- Codes SPCB (Sous Par Combien)
- Codes des colis et palettes
 - Réservé aux unité d'expédition
 - Utilise le protocole EAN UCC 128 (European Article Number Uniform Code Concil)
 - 128: il est apte à transcrire les 128 caractères du code ASCII

14/04/2022

Entreposage

175

Le contrôle

- C'est une étape fondamentale car elle permet de comparer les produits reçus et les produits commandés: en terme de références, de caractéristiques, de quantité et de qualité.
- Généralement les éléments à vérifier sont:
 - La présence de tout les éléments du produit
 - Les dommages causés par le transport
 - Les dimensions de la marchandise
 - Les matériaux
 - Le fonctionnement
 - La performance
 - Conformité entre les produit livrés et ceux demandés

14/04/2022

Entreposage

176

Le contrôle

- Le contrôle est la mise en place d'une politique de vérification permettant d'accepter ou refuser un lot de produits
- Acceptation par échantillonnage
- La politique la plus sûre est de vérifier les produits à 100%
- Une deuxième politique est basée sur l'échantillonnage
- Acceptation du lot sans inspection

14/04/2022

Entreposage

177

Le contrôle

- La politique la plus sûre est de vérifier les produits à 100%
 - composant extrêmement critique (sécurité)
 - coût très élevé
- acceptation par échantillonnage
 - contrôle destructif (flash)
 - coût d'inspection 100% très élevé
 - inspection 100% impossible
 - erreurs d'inspection élevées
 - le passé du fournisseur est bon
- acceptation des lots sans inspection
 - fournisseur sérieux

14/04/2022

Entreposage

178

Contrôle par échantillonnage

- Un plan d'échantillonnage consiste à définir une règle de décision aboutissant au rejet ou à l'acceptation du lot.
Il est défini par
 - type du contrôle (comptage ou mesurage)
 - procédure de prélèvement (plan simple, double, multiple, progressif)
 - effectif de (des) l'échantillon
 - relation entre résultats et décision
- Eléments intervenant dans le choix du plan
 - nature du caractère contrôlé (qualitatif, quantitatif)
 - importance des risques admis
 - effectif des lots (une décision erronée est plus grave pour des lots importants que pour des petits)
 - information que l'on a sur la qualité habituelle
 - coût du contrôle : coût direct qui dépend de la taille d'échantillon, et coût indirect lié à la présence d'individus non conformes dans les lots acceptés;
 - etc...

14/04/2022

Entreposage

179

Types de contrôle

- Dans tous les cas, il s'agit de contrôler la proportion d'individus non conformes. On distingue deux types de contrôle:
 - Contrôle par comptage ou par attributs: à la suite du contrôle d'un ou plusieurs caractères, qualitatifs ou quantitatifs, les individus sont classés "conformes" ou "non conformes". Le contrôle concerne la proportion de non conformes ou le nombre moyen de non conformités par unité.
 - Contrôle par mesurage: le caractère observé est une grandeur mesurable pour laquelle existent une ou deux limites de tolérance, les individus hors tolérance étant considérés comme non-conformes.

14/04/2022

Entreposage

180

Contrôle par échantillonnage

- Les étapes fondamentales
 - Identification des lots à contrôler
 - Élaboration du protocole ou politique de prélèvement
 - But: assurer les conditions optimales de prise de décision
 - La prise de décision et la finalisation de la démarche (acceptation ou refus des produits)

14/04/2022

Entreposage

181

Contrôle par échantillonnage

- Ce type de contrôle est pratiqué:
 - Lors d'une livraison de la part d'un fournisseur
 - Avant l'entrée des produits au magasin
 - Avant de livrer des produits à un clients
 - Entre deux opérations de traitement, remballage, stockage, production
- Objectifs:
 - Prise de décision rationnelle
 - Classification des fournisseurs en fonction de la qualité de leurs services

14/04/2022

Entreposage

182

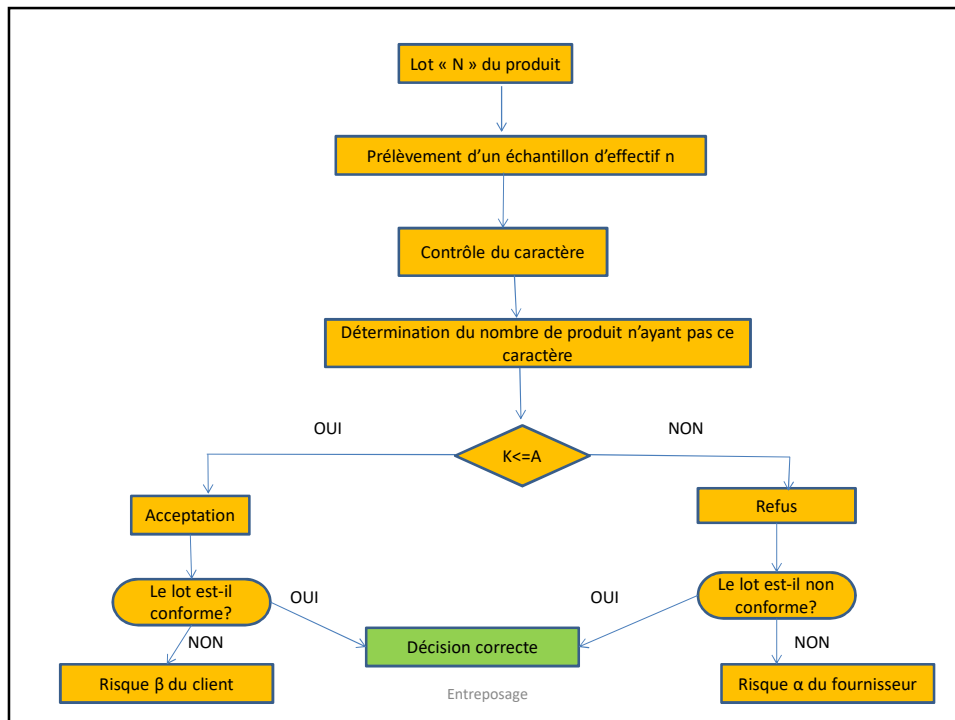
Contrôle par échantillonnage

- Protocole de prélèvement:
 - Le nombre de prélèvement à réaliser: K
 - La quantité de pièces à prélever à chaque fois, taille de prélèvement n_i avec $i = 1 \dots K$
 - Le schéma de décision pour chaque prélèvement donner le couple (A_i, R_i) tel que A_i : limite d'acceptation et R_i limite de refus
 - La démarche de prélèvement:
 - Mode opérationnel
 - Fréquences des prélèvements
 - Les règles de travail

14/04/2022

Entreposage

183



Les plans de contrôle

- **Le plan simple**
- Le plan double
- Le plan multiple
- **Le plan progressif**

La question capitale est de savoir quelles sont les valeurs appropriées à chaque paramètre d'un contrôle.

- Il faut établir un protocole d'accueil d'information et en extraire les plus influentes.
- C'est un accord d'échange appelé partenarial (AP)

Accord partenarial (AP)

- C'est 4-uplets (NQA, NQL, α, β)
- **NQA**: le niveau de qualité acceptable, il représente le pourcentage toléré de pièces défectueuses (niveau de qualité acceptable par le fournisseur)
- **NQL**: le niveau de qualité limite, représente le pourcentage limite toléré de pièces défectueuses (le pourcentage toléré par le client)
- α : le risque de producteur c'est la probabilité de rejeter un lot de qualité acceptable
- β : le risque consommateur, c'est la probabilité d'accepter un lot de qualité inacceptable

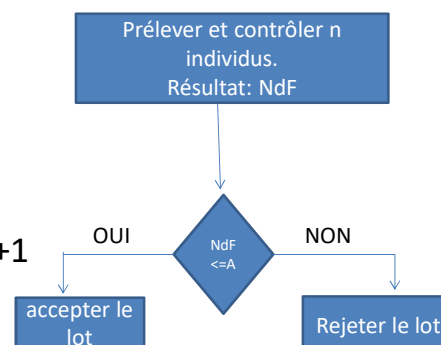
14/04/2022

Entreposage

186

Le plan simple

- Un seul prélèvement, $k = 1$
- n : la taille de l'échantillon
- Un couple de décision (A, R)
- avec comme hypothèse $R = A+1$

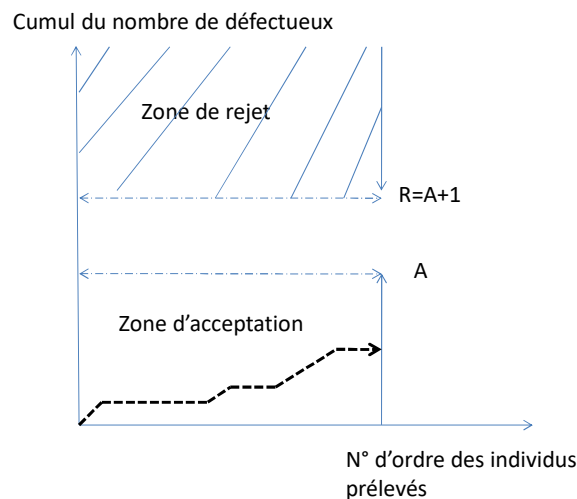


14/04/2022

Entreposage

187

Cheminement aléatoire du contrôle



14/04/2022

Entreposage

188

Le contrôle simple

- En partant d'un raisonnement probabiliste on peut établir que la variable NdF suit une loi normale:

$$\%NdF \rightarrow N(NQA, \sigma_{NQA} = \sqrt{\frac{NQA(1-NQA)}{n}})$$

- Dans des cas trop rares cette variable se trouve centrée non pas sur NQA mais sur NQL

$$\%NdF \rightarrow N(NQL, \sigma_{NQL} = \sqrt{\frac{NQL(1-NQL)}{n}})$$

14/04/2022

Entreposage

189

Les paramètres d'un contrôle simple

$$L = NQA + |U_{1-\alpha}| * \sqrt{\frac{NQA(1-NQA)}{n}}$$

$$L = NQL - |U_{\beta}| * \sqrt{\frac{NQL(1-NQL)}{n}}$$

$$n = \left(\frac{|U_{1-\alpha}| * \sqrt{NQA(1-NQA)} + |U_{\beta}| * \sqrt{NQL(1-NQL)}}{NQL - NQA} \right)^2$$

$$A = \text{ent}[n * L]$$

$$R = A + 1$$

14/04/2022

Entreposage

190

Contrôle simple

- Exemple
- Un essai correspond à un contrôle de réception dont les caractéristiques sont:
 - N = 80
 - A = 5, R=6
 - V(1,80,5,6)
 - Sachant que NQA = 2,5%, NQL = 12%, α=3% et β=7%.
 - Calculer la probabilité $P_a = P(NdF < A)$
 - On considère un deuxième plan de contrôle V1(1,200,20,21), V2(1,50,10,11)
 - Calculer la probabilité d'acceptation P_a pour les trois plan de contrôle pour NQA = 2.5, 5.5, 8.5, 12.5

14/04/2022

Entreposage

191

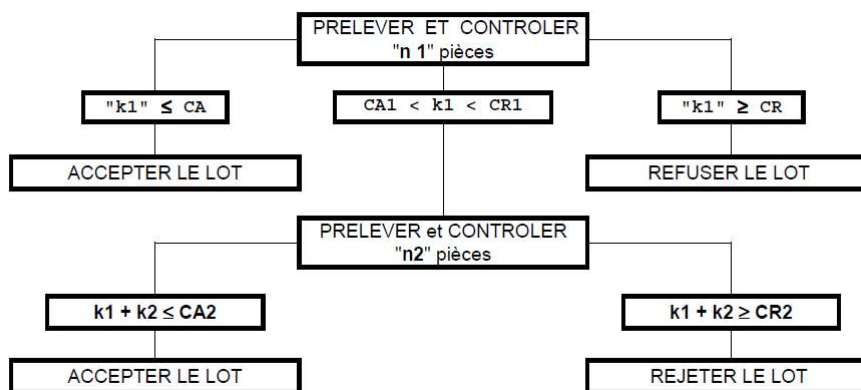
Contrôle simple

NQA	V(1,80,5,6)	V1(1,200,20,21)	V2(1,50,10,11)
2,5%	0,98	1	1
5,5%	0,62	1	1
8,5%	0,24	0,78	1
12,5%	0,05	0,14	0,95
16,5%	0,01	0,01	0,75

La détection est plus visible avec le plan V car le risque fournisseur α passe de 2% pour un lot respectant l'AP (NQA=2,5%) à un $\alpha = 38\%$ si la qualité reçue double à NQA = 5,5%

Contrôle double

SCHEMA D'UN PLAN D'ECHANTILLONNAGE DOUBLE



Contrôle progressif

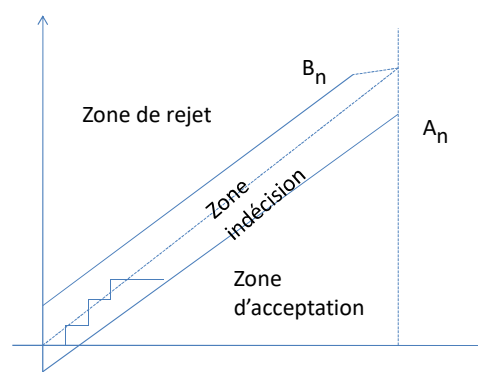
- Ce contrôle part de l'hypothèse que plusieurs prélèvements sont nécessaires avec la contrainte de traiter une pièce à la fois.
1. Si on a h prélèvements $n_1 = n_2 = \dots = n_h = 1$
 2. Calculer le nombre de défauts, défectueux cumulés, NdF_c . Pour chaque n on prend une décision connaissant:
 - Le niveau de rejet B_n : $NdF_c \geq B_n$
 - Le niveau d'acceptation A_n : $NdF_c \leq A_n$
 - La plage d'incertitude A_n, B_n : $A_n \leq NdF_c \leq B_n$

14/04/2022

Entreposage

194

Contrôle progressif



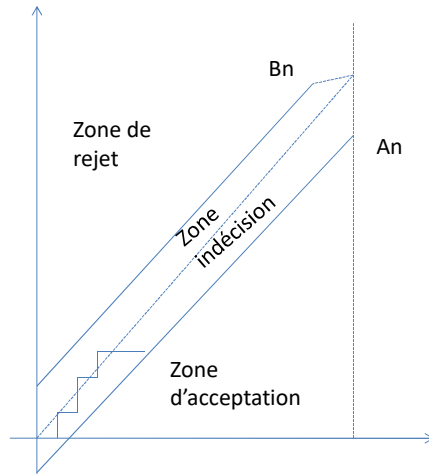
14/04/2022

Entreposage

195

Contrôle progressif

- Si on obtient un $NdF_c \geq B_n$ on rejette le lot
- Si on obtient un nombre NdF_c inférieur à A_n on accepte le lot
- Sinon on continue le prélèvement jusqu'à une certaine limite N_k , dans ce cas c'est la première bissectrice qui permettra de trancher:
 - Au dessus on rejette
 - Au dessous on accepte



14/04/2022

Entreposage

196

Contrôle progressif

- Principe mathématique
- Ce système est équivalent à un teste d'hypothèse de deux hypothèses H_0 suppose que la proportion de pièces défectueuses, p , du lot étudié est inférieure à p_0 . L'autre hypothèse H_1 , considère que cette proportion est supérieure à une valeur p_1 .
 - $H_0: p \leq p_0$
 - $H_1: p > p_1$
 - Avec $p = \%NdF$
 - $P_0 = NQA$
 - $P_1 = NQL$

14/04/2022

Entreposage

197

Les limites d'un contrôle progressif

$$A_n = -g_0 + n * k$$

$$g_0 = \frac{\ln\left(\frac{1-\alpha}{\beta}\right)}{\ln\left(\frac{p_1}{p_0}\right) + \ln\left(\frac{1-p_0}{1-p_1}\right)}$$

$$k = \frac{\ln\left(\frac{1-p_0}{1-p_1}\right)}{\ln\left(\frac{p_1}{p_0}\right) + \ln\left(\frac{1-p_0}{1-p_1}\right)}$$

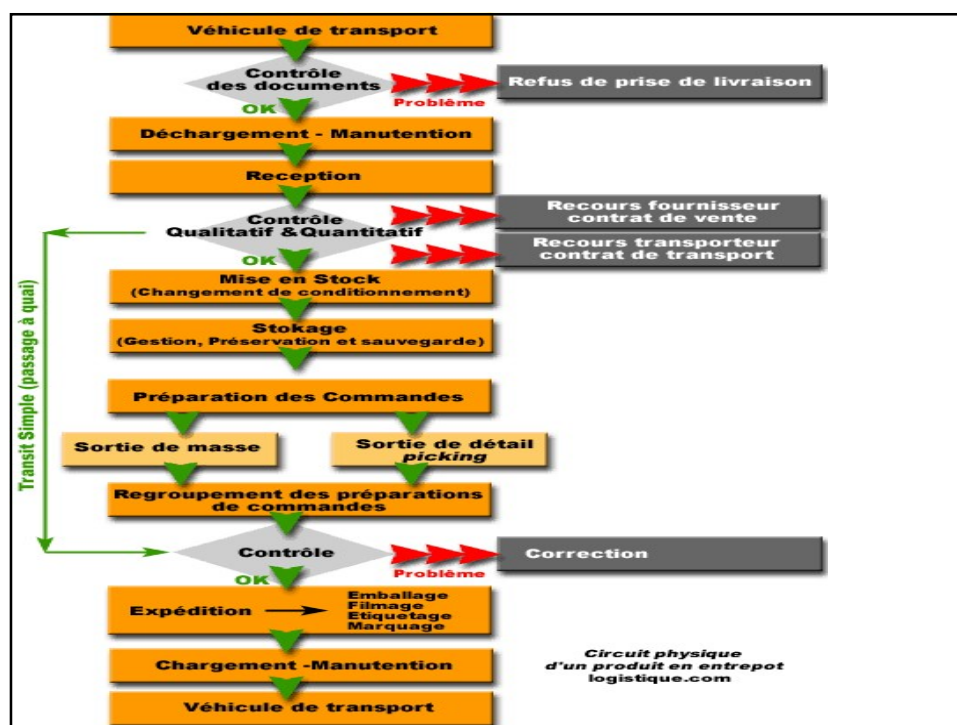
$$B_n = g_1 + n * k$$

$$g_1 = \frac{\ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{\ln\left(\frac{p_1}{p_0}\right) + \ln\left(\frac{1-p_1}{1-p_0}\right)}$$

14/04/2022

Entreposage

198



Exercice 2: contrôle et réception

- Un fabricant de produits métalliques a commandé des tiges d'un diamètre de 30mm avec une imprécision (tolérance) de $\pm 0.5\text{mm}$. Il applique un protocole de contrôle de qualité d'entrée, à la réception des produits avec prélèvement et une décision de refus dans le cas où 2 produits défectueux sont détectés. Une vingtaine d'échantillon de 20 tiges chacun a été prélevée et mesurée, dont voici les résultats :

14/04/2022

Entreposage

200

Exercice 2: contrôle et réception

1	29.55	11	29.37
2	30.22	12	30.37
3	30.55	13	30.18
4	30.05	14	29.58
5	30.45	15	30.28
6	30.00	16	29.95
7	29.67	17	30.00
8	29.92	18	30.00
9	30.08	19	29.88
10	29.62	20	29.56

Questions:

- Quel lot doit-il être accepté ?
- En remettant en cause la décision, à savoir 2 pièces défectueuses au maximum, et en admettant que le lot reçu contient en moyenne 2.5% de pièces défectueuses, le lot doit-il être accepté en prenant ou pas en compte un risque de 5% de refuser des lots bons (d'abord établir la nouvelle décision) ?

14/04/2022

Entreposage

201