

Gestion des plateformes logistiques

Pr. S. EL HADRI

2023/2024

Approche de la localisation et dimensionnement des entrepôts/platformes



Critères de localisation des entrepôts

- Proximité de la résidence des salariés actuels
- Desserte par les transports en commun
- Proximité des voies rapides (autoroutes) et autres liaisons (fluviales, ferroviaire, aérienne)
- Prix du terrain et des loyers
- Taxes locales
- Proximité des services utiles
- Aspect extérieur
- Qualité de l'entretien
- Surface
- Éclairage
- Résistance des sols au poinçonnement
- La protection et la sécurité du bâtiment

APPROCHES DE LOCALISATION D'UN ENTREPOT (plateforme)

LA METHODE OBJECTIVE OU SUBJECTIVE



Le choix de localisation de l'entrepôt est basé sur la prise en compte des questions liées aux pratiques sectorielles.

En raison du poids du marché puisqu'il abrite 8,8% de la population marocaine

C'est la zone la plus desservie à travers son port et son aéroport international.

Elle représente le maillage spatial typique au Maroc, 'est-à-dire le point de départ des marchandises en direction des autres régions.

La distribution
des produits
alimentaires au
Maroc



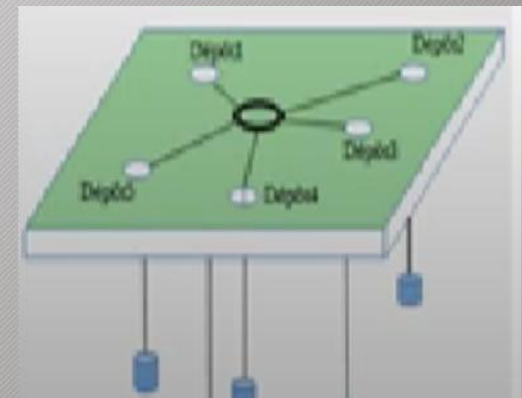
APPROCHES DE LOCALISATION D'UN ENTREPOT (plateforme)

- La méthode est utilisée pour déterminer l'emplacement d'une usine, d'un entrepôt unique qui permettra de minimiser le coût de distribution vers les différentes destinations.
- Cette méthode consiste à formaliser l'origine et les destinations des flux globaux de l'entreprise dans une même unité en terme de poids et de distance puis à relier deux à deux des destinations entre elles et ainsi de suite.
- Entre les poids moyens définis jusqu'à les relier entre eux. Le point d'équilibre désigne l'endroit où l'on va situer l'entrepasage. Ce point est représenté par des coordonnées longitudinales et sur le plan latéral.
- E : longitude (x), latitude (y) E(x,y) avec

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i X_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

et

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i Y_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$



-
- Diagram illustrating a 4-zone warehouse layout. The zones are represented by colored boxes: Zone 4 (orange), Zone 3 (green), Zone 2 (pink), and Zone 1 (blue). Below the zones, the functional areas are shown: CONTRÔLES (light blue), EXPÉDITION (pink), and BUREAU (teal). A large orange question mark is positioned between the zones and the functional areas, indicating a question or a choice regarding the layout or flow.



Les étapes de la méthodes barycentrique

Etape 1: construire un repère orthonormé.

Etape 2: déterminer les coordonnées des points connus

Etape 3: corriger le trafic, si l'implantation est différée

Etape 4: construire un tableau afin de pondérer les coordonnées par la valeur du trafic

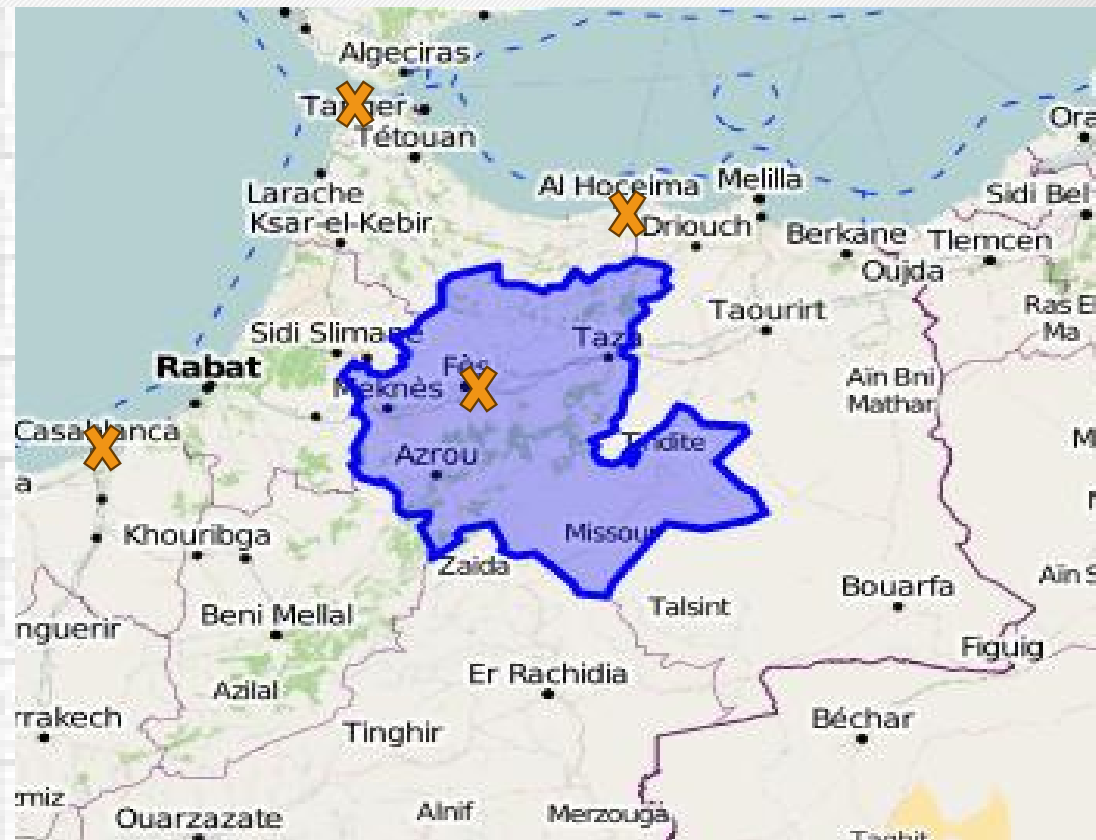
Etape 5: calculer les coordonnées du Barycentre afin de déterminer le point d'implantation optimal

Etape 6: localiser le barycentre

Etape 7: corriger éventuellement la localisation

Etape 1: construire un repère orthonormé.

- Construire un repère orthonormé en bordure des points à desservir
- Tracé et identifier les axes:
- L'axe des abscisses (X) sous le point le plus au sud .
- L'axe des ordonnées (Y) à gauche du point le plus à l'ouest .



Etape 2:déterminer les coordonnées des points connus

- Relever des coordonnées des points à desservir en mesurant la distance entre l'axe du repère et le point considéré .

Étape 3: correction du trafic

- Si l'implantation est différée il convient de corriger le trafic afin de tenir compte de son évolution.
- exemple d'une implantation prévue dans 3 ans .

Tonnage / jours	Évolution annuelle	Trafic N+1	Trafic N+2	Trafic N+3
7	+ 4 %	7,28	7,57	7,87
10	+ 2 %	10,20	10,40	10,61
15	- 3 %	14,55	14,11	13,69

Etape 4: Construction du tableau

Trafic corrigé n_i	Absciss e (x_i)	Ordonné e (y_i)	Trafic X abscisse ($x_i n_i$)	Trafic X ordonnée ($y_i n_i$)
7,87	2,5	5,5	16,67	43,28
10,61	9,5	6	100,79	63,66
13,69	6	0,5	82,14	6,84
32,17			202,60	

Etape 5: calcul des coordonnées du barycentre

$$\mathbf{X} = \frac{\sum_n^n Q_i X_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad \text{et} \quad y = \frac{\sum_n^n Q_i Y_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

Déterminer les coordonnées du barycentre en appliquant la formule suivante :

$$\text{Abscisse } x \text{ du point} = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} = \frac{202,60}{32,17} = 6,297$$

$$\text{Ordonnée } y \text{ du point} = \frac{\sum y_i n_i}{\sum n_i} = \frac{113,78}{32,17} = 3,536$$

APPROCHES DE LOCALISATION D'UN ENTREPOT (plateforme)

- L'entreprise Alpha installée en Espagne voudrait implanter une représentation au Maroc spécialisée dans la production et la distribution des pâtes alimentaires. Le chef de ce projet vous retient comme stagiaire et conditionne votre recrutement sur la qualité de la prestation que vous allez fournir dans le processus d'installation de l'entrepôt central. Il vous confie à cet effet des données suivantes:

Dimensionnement des entrepôts/plateformes



L'implantation des surfaces de l'entrepôt

- Elle s'analyse dans le cadre des points suivants :
 - - La forme générale du bâtiment.
 - - Le dimensionnement des alvéoles de stockage.
 - - Le calcul des emplacements et des allées de circulation.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

→ La forme générale du bâtiment.

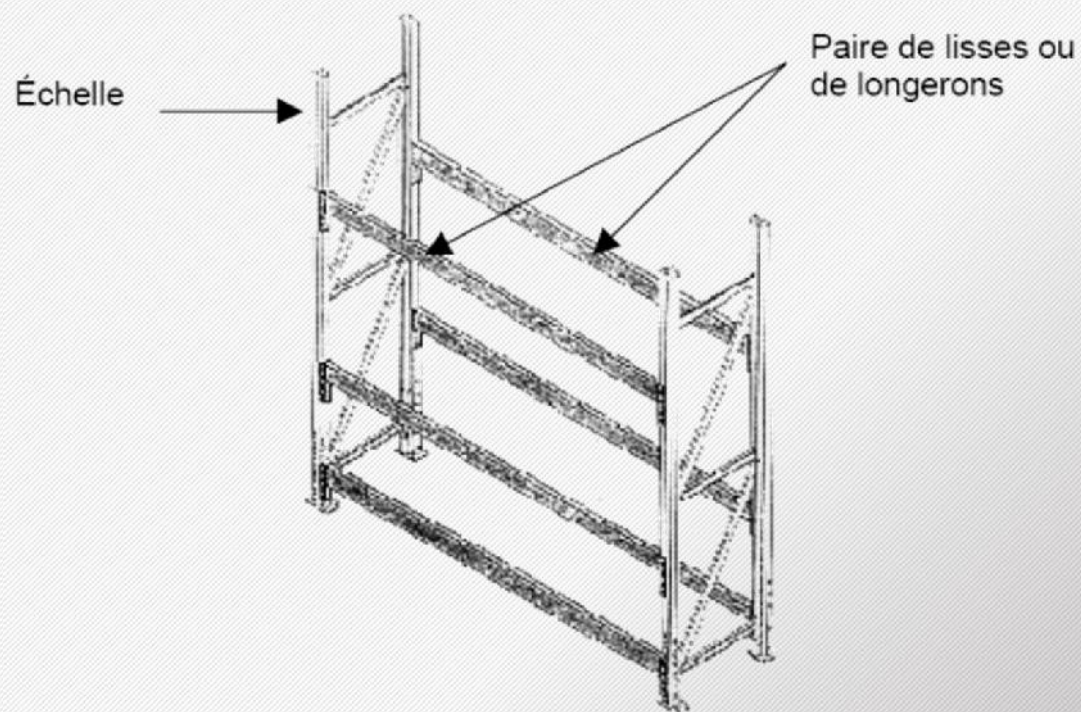
- Les entrepôts en 'I' où les flux traversent le bâtiment,
- Les entrepôts en 'U', où les flux sont gérés par le même côté du bâtiment
- Les entrepôts en 'L', où les flux traversent le bâtiment en faisant un coude dans le circuit.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

→ Les critères de dimensionnement des alvéoles de stockage

- **Les dimensions des produits à stocker** : les alvéoles doivent être suffisamment grandes pour accueillir les produits à stocker,
- **La capacité de charge requise** : les alvéoles doivent être capables de supporter le poids des produits stockés.
- **Les équipements de manutention utilisés** : les dimensions des alvéoles doivent être compatibles avec les équipements de manutention utilisés.
- **Les normes en vigueur** : les dimensions des alvéoles doivent respecter les normes en vigueur.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt



L'implantation des surfaces de l'entrepôt

→ exemples de dimensionnement des alvéoles de stockage

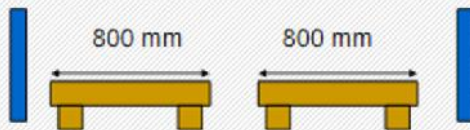
- Pour des produits de taille standard : 1200 x 800 x 145 mm (dimensions d'une palette EPAL)
- Pour des produits de grande taille : 2000 x 1200 x 200 mm
- Pour des produits fragiles : 800 x 600 x 100 mm

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

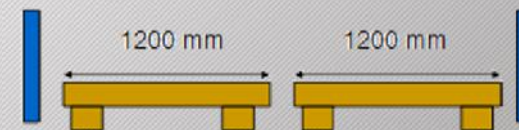
→ Types de stockage

Le type de stockage dépend de la disposition des palettes dans le palettier :

• **Stockage longitudinal** : la longueur de la palette est mise dans le sens de la profondeur du palettier et donc la largeur palette est en façade,



• **Stockage transversal** : la largeur de la palette est mise dans le sens de la profondeur du palettier et donc la longueur palette est en façade.

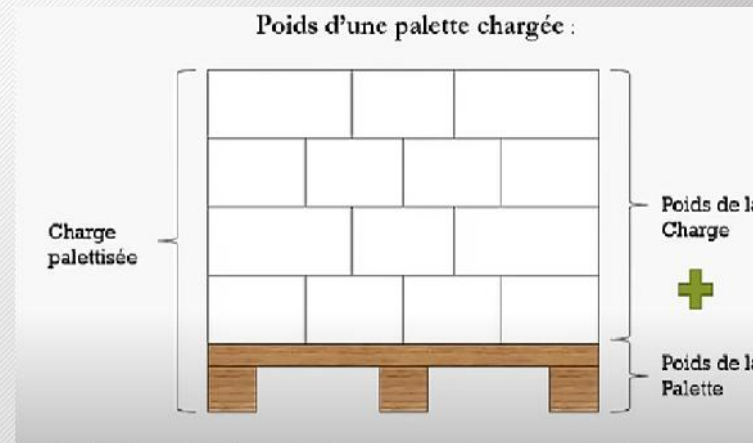
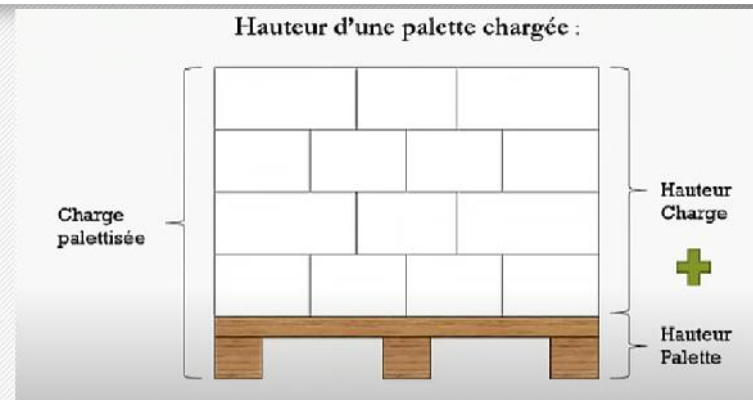


L'implantation des surfaces de l'entrepôt

Les étapes du calcul d'un palettier

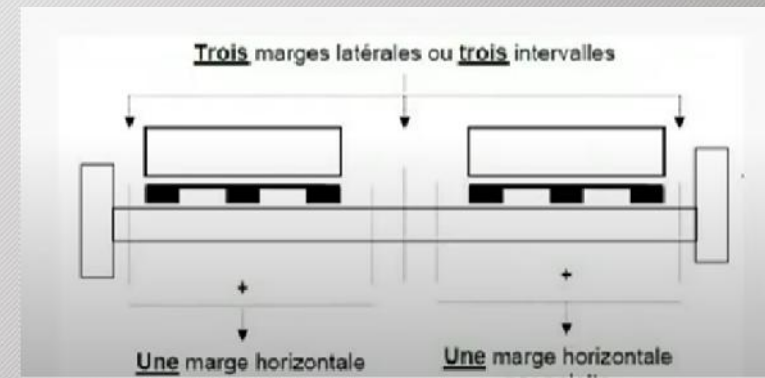
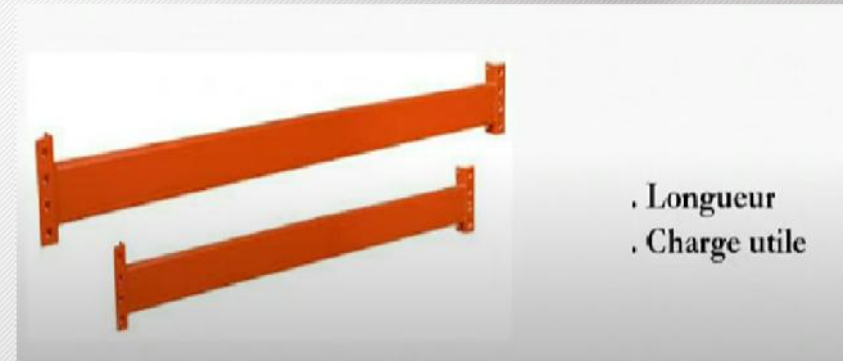
a. Recherche des caractéristiques d'une palette

- Poids d'une palette chargée = Poids d'une palette vide + poids de la charge (marchandises).
- Hauteur d'une palette chargée = Hauteur d'une palette vide + hauteur de la charge.



b. Recherche des caractéristiques et choix d'une lisse (ou longeron)

- Longueur de lisse = Nombre de palettes par alvéole x (façade palette + marge horizontale par palette)
- Ou
- Nombre de palettes par alvéole x (façade palette + intervalle) + un intervalle
- Charge utile par alvéole = Poids d'une palette chargée x nombre de palettes par alvéole



L'implantation des surfaces de l'entrepôt

c. Recherche de la hauteur des différents niveaux

- **Hauteur du niveau 1** (au sol, sans lisse) = Hauteur palette chargée + marge de sécurité (souvent 100 mm)
- **Hauteur d'un niveau supérieur** (niveau 2, 3 ...) = Hauteur palette chargée + marge de sécurité + hauteur d'une lisse



L'implantation des surfaces de l'entrepôt

d. Recherche du nombre de niveaux

- $1 + (\text{hauteur disponible} - \text{hauteur niveau 1}) / \text{hauteur niveau supérieur}$
- On arrondit à l'unité inférieure.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

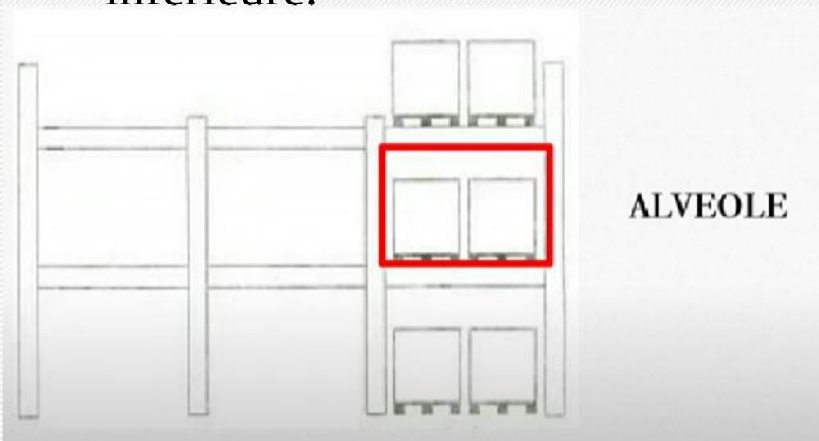
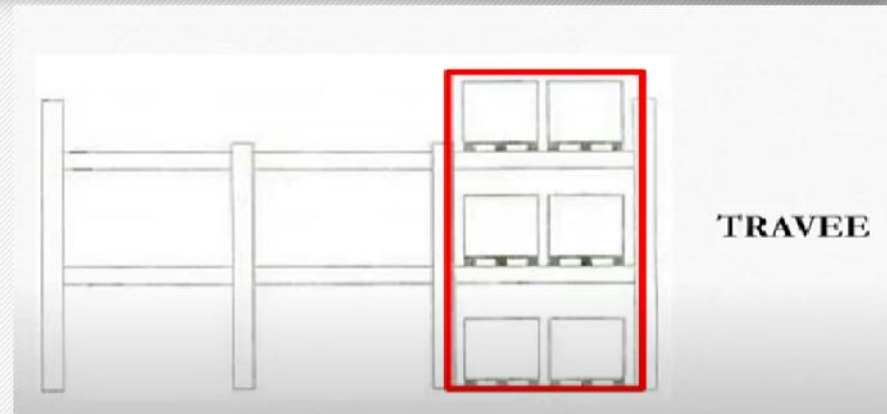
e. Recherche des caractéristiques des échelles

- **Hauteur d'échelle d'extrémité** =
Somme des hauteurs de tous les niveaux
– hauteur du dernier niveau + hauteur
d'une lisse + 1 m
- **Hauteur d'échelle intermédiaire** =
Somme des hauteurs de tous les niveaux -
hauteur du dernier niveau + hauteur d'une
lisse
- **Charge utile par travée** = Charge utile
par alvéole x (nombre de niveaux - 1)
- **Profondeur d'échelle** = Profondeur
palette - 200 mm



L'implantation des surfaces de l'entrepôt

- f. Recherche du nombre de travée
- (longueur disponible – épaisseur d'une échelle) / (longueur d'une lisse + épaisseur d'une échelle)
- On arrondit à l'unité inférieure.



L'implantation des surfaces de l'entrepôt

La palettisation

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

→ La palettisation

- La palettisation est un mot bien connu. C'est une méthode d'organisation, d'expédition ou de magasinage qui consiste à placer la marchandise sur une palette afin de leur assurer une protection optimale.

→ Charge palettisée

- Ensemble de la palettée, de la palette ou d'un Autre support et des moyens éventuels de cohésion de l'ensemble groupés de façon à constituer une unité de manutention de transport ou de stockage.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

→ Le coefficient d'occupation de surface

$$\text{Coef} = \text{Se} \cdot \text{N} / \text{Scu}$$

Se= la surface d'un coli,

N= le nombre de colis

Scu= la surface de la charge palettisée

On peut considérer comme:

- **Très bon**: un coefficient supérieur ou égal à **0.93**;
- **Bon** :un coefficient compris entre **0.88 et 0.93**;
- **Moyen** : un coefficient compris entre **0.83 et 0.88**;
- **Mauvais** :un coefficient inférieur à **0.83**.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

→ Recherche d'un plan de palettisation

Pour effectuer une palettisation manuelle efficace, plusieurs méthodes sont possibles

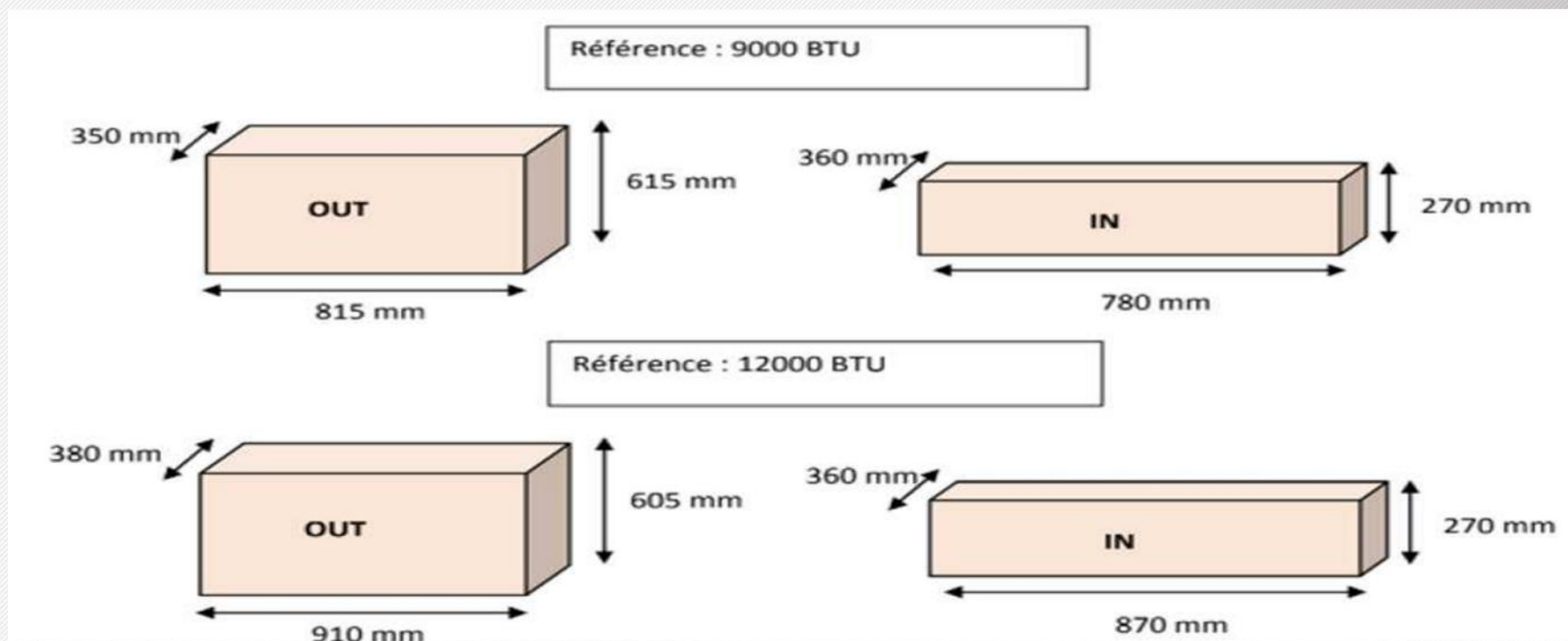
- a. **Palettisation des charges hétérogènes** : il n'existe pas de méthode, le manutentionnaire doit placer les colis lourds des sous et les colis légers dessus en évitant les débords.
- b. **Palettisation des charges homogènes**, il existe plusieurs méthodes : la méthode matricielle, la méthode comparative, la méthode graphique Fenwick, la méthode des plans types, la méthode arithmétique, Logiciel informatique.

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

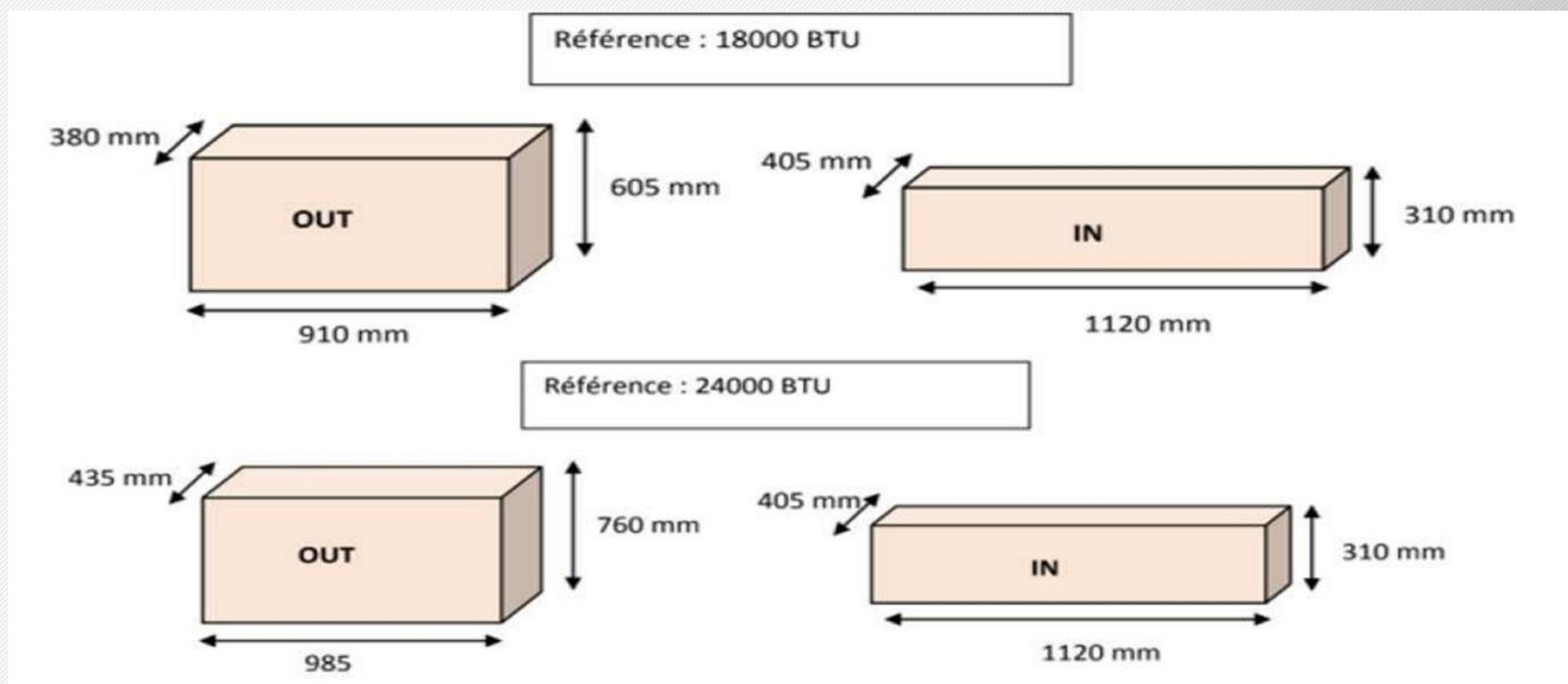
Différents donnés utilisés	
Les formats des palettes utilisés sont décrits d'après leurs dimensions (largeur x Longueur x hauteur exprimée en mm) :	• Type A : 800 x 1 200 x 144 • Type B : 1 000 x 1 200 x 144 • Type C : 1 200 x 1 200 x 144
La hauteur d'un niveau sur les racks standard « hauteur d'un alvéole »	• 1,90 m
Les dimensions d'une Remorque Renault	• Longueur : 13,32 m • Largeur : 2,48 m • Hauteur : 2,70

L'implantation des surfaces de l'entrepôt

Les dimensions des articles



L'implantation des surfaces de l'entrepôt



Plan de palettisation



1.La méthode comparative

- Pour calculer le nombre théorique de colis par couche en divisant la surface de la palette par celle du colis.
- **Soient a et b ($a > b$)** les dimensions de base des colis, P et p ($P > p$) les dimensions de base de la palette.
- Sachant que la surface de la palette est : **$S = Pp$;**
- Et que la surface d'un colis est : **$s = ab$;**
- On obtient la quantité maximale n de colis qui puisse être disposée sur une couche par : $n = S/s$.

Une fois le plan trouvé il ne restera plus qu'à déterminer le nombre de couche. Soient :

- **Nombre de couche** : $N = \text{hauteur autorisé « H »} / \text{hauteur coli « h »}$;
- **Hauteur autorisé « H »** = $1900 - 144 = 1765 \text{ mm}$.

Application

La détermination du plan de palettisation pour la référence 9000 BTU en utilisant la méthode comparative, est comme suit :

Référence 9000 BTU		
	<i>Coli IN</i>	<i>Coli OUT</i>
P	1200	1200
P	800	800
S= P x p	960000	960000
A	780	815
B	360	350
S= a x b	280800	285250
n = S/s	3	3
H	1756	1756
H	270	615
N	6	2
Nombre de colis / palette	18	6
Coefficient d'occupation de surface	0.87 « moyen »	0.89 « bon »

La méthode comparative

Exercice

- Dimensions des colis à palettiser : $L = 390 \text{ mm}$, $l = 260 \text{ mm}$, $h = 250 \text{ mm}$
- poids d'un colis : $19,5 \text{ kg}$
- dimension des palettes : $800 \times 1\,200 \text{ mm}$
- charge maximale : $1\,000 \text{ kg}$
- hauteur maximale : $1,70 \text{ m}$.

Problèmes rencontrés

Les calculs du nombre théorique de colis par palette montrent leurs limites car:

- Après simulation et essaie de disposition réelle de colis, il s'est avéré que l'application de la méthode n'est valable réellement que pour les palettes de dimension 800 x 1200 mm;
- La disposition des colis sur la palette n'est pas donnée;
- Le risque de perte d'espace de rangement sur les palettes.
- La perte du temps et d'effort par rapport à sa nature manuelle.

Pour ces limites, on propose l'utilisation d'une autre méthode de palettisation qui est la méthode graphique.

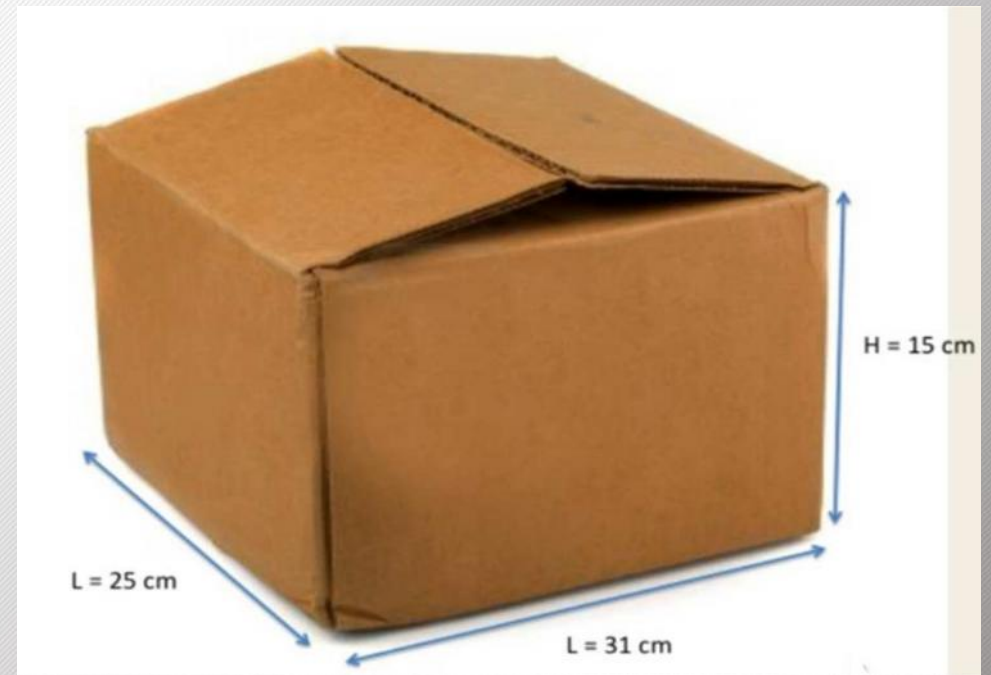
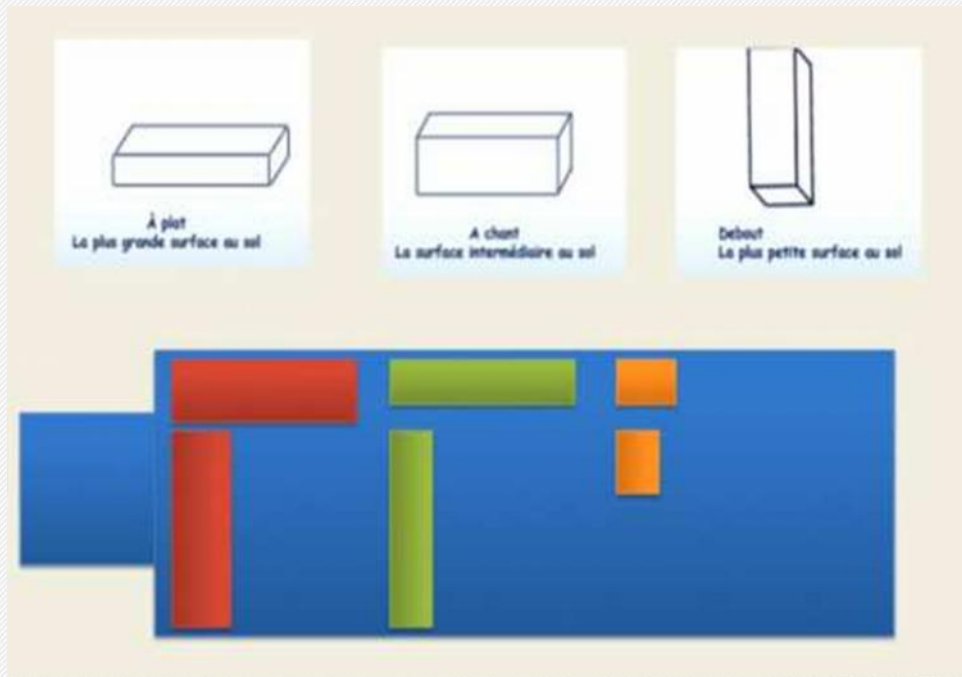
2.Méthode matricielle

- Pour calculer le nombre théorique de colis par palette, il existe six positions différentes pour positionner les colis. La question est de savoir comment les positionner sur la palette pour en charger le maximum possible et optimiser le taux de chargement.
- Soient l , p et h les dimensions de base des colis ; L , P et H les dimensions de base de la palette.

Dimension de coli	Dimension de la palette		
		Longueur« L »	Profondeur« P »
			Hauteur disponible « H »
	longueur « l »	L/l	P/l
	profondeur « p »	L/p	P/p
	hauteur « h »	L/h	P/h

Matrice à 3 dimensions

2.Méthode matricielle



		Dimensions de la palette		
		L = 120	l = 80	h = 100
Dimension des cartons	L = 31	$120/31 = 3$	$80/31 = 2$	$100/31 = 3$
	l = 25	$120/25 = 4$	$80/25 = 3$	$100/25 = 4$
	h = 15	$120/15 = 8$	$80/15 = 5$	$100/15 = 6$

		Dimensions de la palette		
		l = 120	l = 80	h = 100
Dimension des cartons	l = 31	$120/31 = 3$		
	l = 25		$80/25 = 3$	
	h = 15			$100/15 = 6$

1ère combinaison : $3 \times 3 \times 6 = 54$ cartons par palette

		Dimensions de la palette		
		L = 120	l = 80	h = 100
Dimension des cartons	L = 31	$120/31 = 3$		
	l = 25			$100/25 = 4$
	h = 15		$80/15 = 5$	

1ère combinaison : $3 \times 3 \times 6 = 54$ cartons par palette

2ème combinaison : $3 \times 5 \times 4 = 60$ cartons par palette

		Dimensions de la palette		
		l = 120	i = 80	h = 100
Dimension des cartons	l = 31		80/31 = 2	
	i = 25	120/25 = 4		
	h = 15			100/15 = 6

3ème combinaison : 4 x 2 x 6 = 48 cartons par palette

		Dimensions de la palette		
		L = 120	l = 80	h = 100
Dimension des cartons	L = 31			$100/31 = 3$
	l = 25	$120/25 = 4$		
	h = 15		$80/15 = 5$	

3ème combinaison : $4 \times 2 \times 6 = 48$ cartons par palette

4ème combinaison : $4 \times 5 \times 3 = 60$ cartons par palette

		Dimensions de la palette		
		l = 120	i = 80	h = 100
Dimension des cartons	l = 31			$100/31 = 3$
	i = 25		$80/25 = 3$	
	h = 15	$120/15 = 8$		

5ème combinaison : $8 \times 3 \times 3 = 72$ cartons par palette

		Dimensions de la palette		
		L = 120	l = 80	h = 100
Dimension des cartons	L = 31		$80/31 = 2$	
	l = 25			$100/25 = 4$
	h = 15	$120/15 = 8$		

5ème combinaison : $8 \times 3 \times 3 = 72$ cartons par palette

6ème combinaison : $8 \times 2 \times 4 = 64$ cartons par palette



Les différentes combinaisons

$3 \times 3 \times 6 = 54$ cartons par palette

$3 \times 5 \times 4 = 60$ cartons par palette

$4 \times 2 \times 6 = 48$ cartons par palette

$4 \times 5 \times 3 = 60$ cartons par palette

$8 \times 3 \times 3 = 72$ cartons par palette

$8 \times 2 \times 4 = 64$ cartons par palette

$8 \times 3 \times 3 = 72$ cartons par palette

		Dimensions de la palette		
		L = 120	l = 80	h = 100
Dimension des cartons	L = 31	$120/31 = 3$	$80/31 = 2$	$100/31 = 3$
	l = 25	$120/25 = 4$	$80/25 = 3$	$100/25 = 4$
	h = 15	$120/15 = 8$	$80/15 = 5$	$100/15 = 6$

Exercice

- Vous souhaitez stocker 240 cartons identiques de chaussettes, de dimension 50 cm * 30cm*40cm et poids brut 12 kg
- Les cartons sont chargés sur des palettes de 100 cm *120 cm *15 cm .
- La hauteur maximum est de 136 cm
- Poids de la palette vide 12 kg
- Masse chargeable 400 kg .
- **TAF**
- Calculer le nombre de cartons à charger sur chaque palette
- déterminer le nombre de palettes .

Exercice

- La société Alpha utilise pour le stockage d'une palette 80 * 120 d'une hauteur de 150 mm et d'un poids de 25 kg. Entre autres produits, elle commercialise des chemises conditionnées par 30 dans des caisses de 40 * 30 * 20 cm pesant 10 kg .
- Pour des raisons techniques :
- la charge d'une palette ne devra pas excéder 155 cm de haut, ainsi qu'un poids de 550 kg .
- Le plan de palettisation ne pourra compter qu'un débord maximum de 30 mm .
- **Déterminer la quantité optimale à mettre sur une palette**

Exercice

- La centrale d'achat des magasins bêta souhaite importer un conteneur 20 pieds de shampoing de Californie pour une opération promotionnelle dans ses supermarchés . Les shampoings sont emballés en carton de 12 bouteilles de 75 cl mesurant chacun 33 (hauteur de la bouteille)*38*23 cm Épisode 10 , 5 kg les cartons sont palettisés bouteilles couchées, sur des palettes standard de 100*120 cm , mesurant 15 cm de hauteur et pesant 12 kg à vide .
- Vous demandez à votre fournisseur que les palettes chargées ne dépassent pas 1,1m de hauteur ils peuvent toutefois être gerbées.
- **TAF**
- Calculer le nombre de cartons à charger sur chaque palette calcule le nombre de palettes à emporter dans le conteneur mesurant environ 6*2,43*2,38 m