

Les réseaux de distribution

- 1 -

Contenu



- Choix opérationnels et structurels
- Distribution logistique de base
 - Transport d'approche et livraison terminale
- Structure verticale des réseaux
- Arbitrage Stocks Vs Transports
- Localisation des entrepôts
 - Méthode du barycentre
- Cross-docking
- Centralisation Vs Décentralisation
- Tendances et nouvelles prestations logistiques

- 2 -

Distribution physique

- **Objectif : Mise à disposition des produits fabriqués avec des contraintes de niveau de service, de coût et de délai**
 - Opérations : Traitement des commandes, manutention, conditionnement, entreposage, gestion des stocks, transport
- **Niveau opérationnel**
 - Gestion des stocks, définition des tournées, définition des règles de gestion de l'entrepôt
- **Niveau structurel : définition du réseau de distribution**
 - Nombre de niveaux (entrepôt central, dépôt, plate-forme),
 - Nombre d'établissements à chaque niveau
 - Localisation et capacité des établissements

3 - 3 -

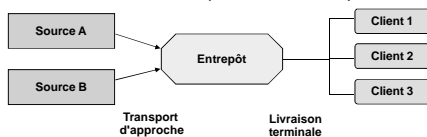
Système Logistique

- **Logistique amont**
 - Management des matières : planification et contrôle des flux des matières qui appartient au logistique amont
 - Approvisionnement, entreposage, planification de production, transport amont, réception, contrôle de la qualité des matières, gestion des stocks.
- **Logistique aval (ou distribution physique)**
 - Service des clients et chaîne de la distribution
 - Il partage la plupart des activités ou processus du logistique amont ci-dessus
- **Rétro logistique**
 - Retour des produits et emballages, recyclage des déchets

- 4 -

La distribution

- Comporte deux étapes principales
- **Le transport d'approche**
 - Les sources sont souvent monoproduit
 - Transport en grande quantité de produits homogènes
- **La livraison terminale**
 - Les demandes concernent des produits variés
 - Livraison chez le client (tournées de livraison)



- 5 -

Les coûts en jeu

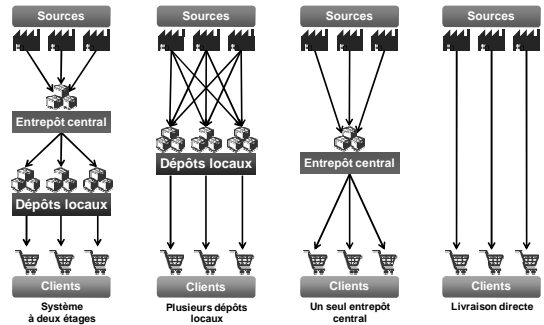
- **L'entreposage**
 - Entrepôt et des moyens de stockage
 - Personnel d'encadrement
 - Coûts de fonctionnement (chauffage, assurance, énergie, ...)
 - Impôts et taxes
 - » Exemple : 6€ par palette entrée et par mois
- **Le contrôle réception**
- **Les manutentions (entrées et sorties de l'entrepôt)**
 - Personnel de manutention
 - Moyens de manutention (chariots élévateurs)
 - » Exemple : 3€ par palette entrée et sortie
- **La préparation des commandes**
- **Les transports**
 - Les coûts dépendent du/des moyen(s) de transport (ruptures de charge)
 - Utilisation de moyens propres ou partagés
 - Taux de remplissage des moyens de transport
 - Distance
- **Traitement des informations**

- 6 -

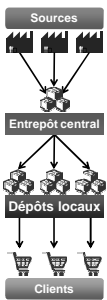
Réseaux de distribution
Facteurs pour la conception d'un réseau de distribution

- La disponibilité des produits imposée par les clients (délai entre la commande et la livraison)
- Les flux physiques à traiter
 - Quantités moyennes
 - Variété
 - Variabilité / saisonnalité de la demande
- Les caractéristiques physiques et chimiques des produits
- Le coût global de la distribution

Réseaux de distribution
La structure verticale du réseau

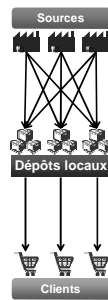


Réseaux de distribution
Système à deux étages



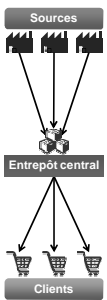
- **Avantages :**
 - Transport d'approche simple
 - Livraison terminale simple
 - Proximité des clients
 - Délais courts
- **Inconvénients :**
 - Stocks élevés
 - Opérations de manutention élevées

Réseaux de distribution
Système avec plusieurs dépôts locaux



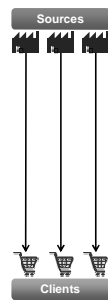
- **Avantages :**
 - Proximité des clients
 - Livraison terminale simple
 - Délais courts
- **Inconvénients :**
 - Stocks élevés
 - Transport d'approche complexe
 - Beaucoup de manutention

Réseaux de distribution
Système avec un seul entrepôt central



- **Avantages :**
 - Transport d'approche simple
 - Moins de stocks
 - Centralisation des opérations
 - Mutualisation de ressources
- **Inconvénients :**
 - Délais longs
 - Livraison terminale complexe
 - Loin des clients

Réseaux de distribution
Système avec livraison directe



- **Avantages :**
 - Flux des informations rapides
 - Moins de stocks
- **Inconvénients :**
 - Délais longs
 - Livraison terminale complexe
 - Loin des clients

Réseaux de distribution

Arbitrage

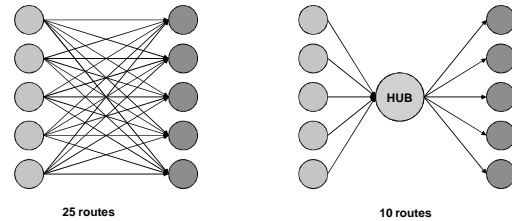
- Soit disposer localement du stock de tous les produits susceptibles d'être demandés
 - stocks élevés
- Soit livraison dans un délai compatible avec les besoins du client
 - multiplication des transports
- Solutions intermédiaires :
 - conserver localement les articles les plus vendus (classe A)
 - conserver en central les articles les moins vendus (classes B et C)

- 13 -

Réseaux de distribution

La notion de hub

Exemple sur 5 fournisseurs et 5 clients



Mais
- Opérations de déchargement et de chargement supplémentaires
- Manutention et tri des marchandises

- 14 -

Réseaux de distribution

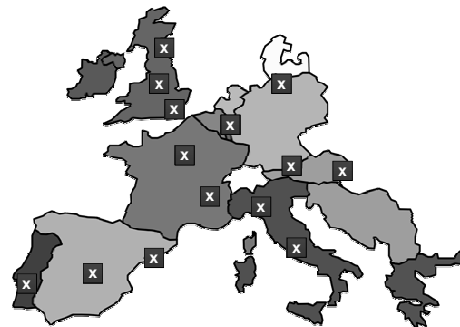
Réapprovisionnement des entrepôts

- Réapprovisionnement à point de commande
 - Grande quantité d'un même article
 - Economies sur le picking
- Réapprovisionnement périodique
 - On réapprovisionne ce qui a été effectivement vendu
 - Picking dispersé
- Définir des stocks de sécurité

- 15 -

Réseaux de distribution

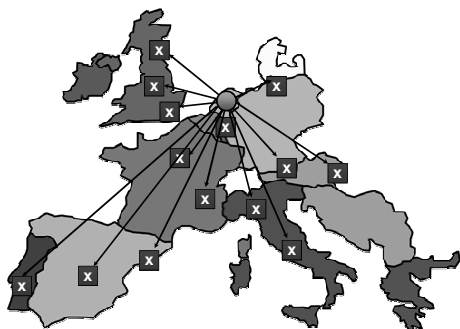
Distribution à partir de dépôts locaux



- 16 -

Réseaux de distribution

Un stock central



- 17 -

Réseaux de distribution

Localisation d'un entrepôt unique



- 18 -

Réseaux de distribution

Localisation d'un entrepôt unique

Objectif : identifier la localisation qui minimise les coûts de distribution dans une zone géographique.

- Pour chaque unité transportée, le coût de transport CT_{ij} de l'entrepôt vers un client est défini par une partie fixe A et des frais kilométriques B dépendant de la distance D
- On cherche à Minimiser le cout total pour une quantité Q_i permettant de satisfaire la demande de chaque point dépôt i

$$CT_{ij} = A_{fix} + B_{km} * D$$

$$\text{Min } CT_{Q_i} = Q_i * (A_{fix} + B_{km} * D_i)$$

$$\text{Min } CT_{Q_j} = \sum_{i=1}^{NB} Q_i * D_i$$

Méthode du barycentre

- Distances calculées à vol d'oiseau
- coordonnées du barycentre :

$$X_b = \frac{\sum Q_i * x_i}{\sum Q_i} \quad \text{et} \quad Y_b = \frac{\sum Q_i * y_i}{\sum Q_i}$$

- 19 -

Réseaux de distribution

Exemple : méthode du barycentre

Ville	Demande	Coord. Xi	Coord. Yi	Di*Xi	Di*Yi
Bordeaux	8.0	3.5	4.0	28.0	32.0
Lyon	11.0	9.0	5.5	99.0	60.5
Paris	18.0	7.0	9.5	126.0	171.0
Montpellier	6.0	8.0	2.0	48.0	12.0
Total	43.0			301.0	275.5

- 20 -

Réseaux de distribution

Exemple : méthode du barycentre

Ville	Demande	Coord. Xi	Coord. Yi	Di*Xi	Di*Yi
Bordeaux	8.0	3.5	4.0	28.0	32.0
Lyon	11.0	9.0	5.5	99.0	60.5
Paris	18.0	7.0	9.5	126.0	171.0
Montpellier	6.0	8.0	2.0	48.0	12.0
Total	43.0			301.0	275.5

$$X_b = \frac{\sum Q_i * x_i}{\sum Q_i} = \frac{301.0}{43.0} = 7.0$$

$$Y_b = \frac{\sum Q_i * y_i}{\sum Q_i} = \frac{275.5}{43.0} = 6.4$$

- 21 -

Réseaux de distribution

Deux stocks centraux

- 22 -

Réseaux de distribution

Localisation de plusieurs entrepôts

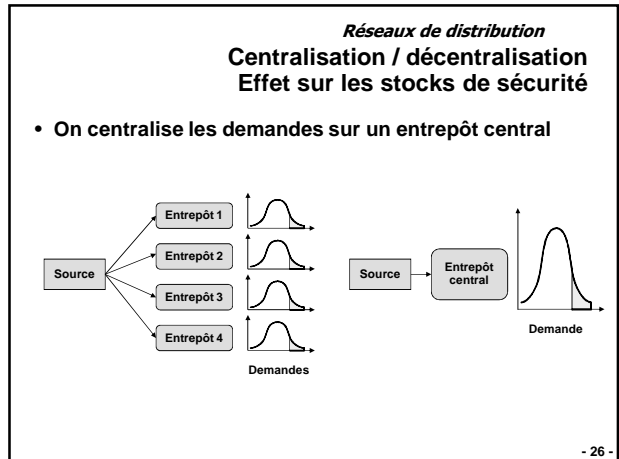
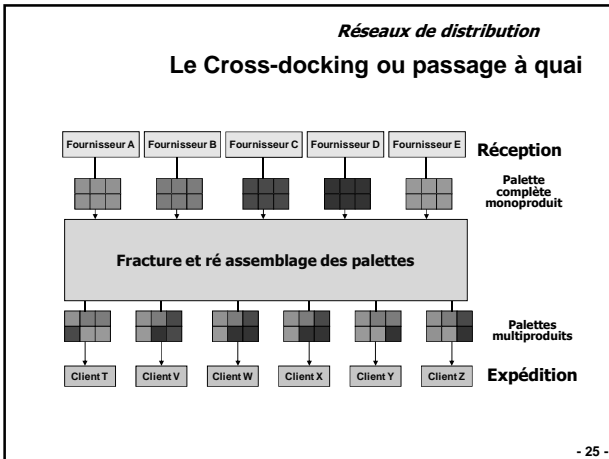
- Problème complexe
- Modélisation à l'aide de la programmation mathématique (nombres entiers , quadratique, etc.)
- Heuristiques disponibles
- Logiciels d'optimisation
 - Heures de livraison
 - Capacité des véhicules
 - Réseau routier (cartographie)
 - Vitesses
 - Enlèvements et livraisons

- 23 -

Réseaux de distribution

Combien de dépôts ?

- 24 -



Réseaux de distribution
Centralisation / décentralisation
Effet sur les stocks de sécurité

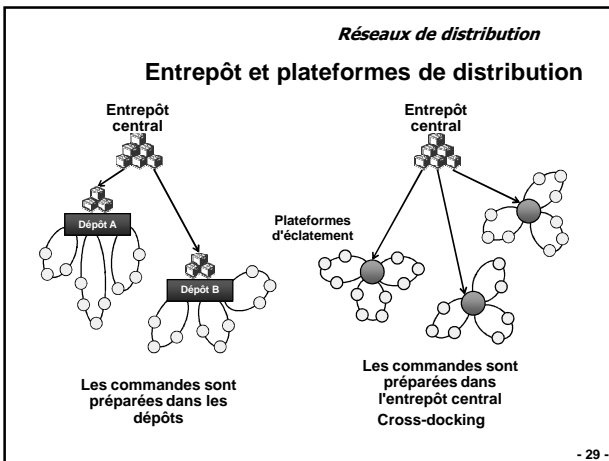
- Si les demandes aux entrepôts sont indépendantes
 - La moyenne de la demande centralisée est égale à la somme des moyennes des demandes des entrepôts
 - La variance de la demande centralisée est égale à la somme des variances des demandes des entrepôts
 - L'écart-type de la demande centralisée est égal à la racine carrée de la somme des carrés des écarts-types des demandes des entrepôts
$$\sigma_c = \sqrt{\sum \sigma_{D_i}^2} \rightarrow \sigma_c = \sigma_D * \sqrt{n} \rightarrow SS_c = \frac{SS_D}{\sqrt{n}}$$
 - Pour un même niveau de service, le stock de sécurité de l'entrepôt central sera plus faible que la somme des stocks de sécurité des entrepôts répartis
- Si les demandes ne sont pas indépendantes
 - Il faut tenir compte de la covariance :
 - $Var(D^c) = \sum \sigma_i^2 + 2 \sum \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$
 - où ρ_{ij} est le coefficient de corrélation et σ_i est l'écart type de la demande par période pour l'entrepôt i

- 27 -

Réseaux de distribution
Centralisation / décentralisation
Effet sur les stocks de sécurité

- Quatre entrepôts
 - Pour chacun, la demande pendant l'intervalle de protection a pour moyenne 100 et pour écart-type 20
 - Pour un niveau de service de 95% (probabilité de rupture de 5%), chaque entrepôt doit maintenir un stock de sécurité de $20 \times 1,645 = 33$
 - Stock de sécurité total : $33 \times 4 = 132$
- Centralisation
 - Demande centralisée : moyenne $100 \times 4 = 400$
 - Écart-type : $\text{racine}(20^2 \times 4) = \text{racine}(1600) = 40$
 - Stock de sécurité : $40 \times 1,645 = 66$

- 28 -



Réseaux de distribution
L'affectation usines-dépôts

- Le problème de l'affectation
 - plusieurs usines peuvent livrer un même dépôt
 - plusieurs dépôts peuvent livrer un même client
 - coûts de livraison différents pour chaque couple
 - contraintes :
 - capacités de production de chaque usine
 - demandes de chaque client
- Les méthodes de résolution
 - programmation linéaire
 - méthode du *stepping stone*

- 30 -

Réseaux de distribution

Exemple

Trois usines (X, Y, Z) et quatre dépôts (A, B, C, D)

Matrice des coûts de transport

	A	B	C	D	Quantités
X	3,0	1,5	2,5	2,0	300 000
Y	1,0	0,5	2,0	1,5	300 000
Z	2,0	2,2	1,5	3,0	400 000
Quantités	100 000	500 000	100 000	300 000	1 000 000

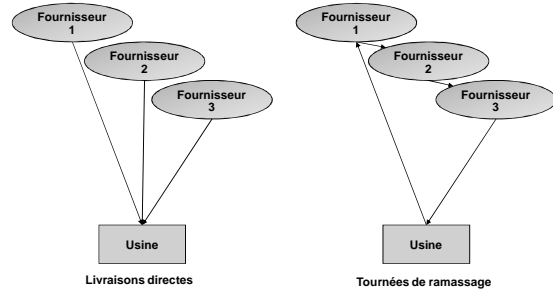
Matrice d'affectation optimale

	A	B	C	D	Quantités
X				300 000	300 000
Y		300 000			300 000
Z	100 000	200 000	100 000		400 000
Quantités	100 000	500 000	100 000	300 000	1 000 000

Coût : 1 540 000

Réseaux de distribution

Logistique amont : les réseaux d'approvisionnement



Réseaux de distribution

Les réseaux d'approvisionnement

