Fondement et Management des Chaines logistiques

SARI TRIQUI LAMIA

GI611

Chapitre II

LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE DÉDIÉE AUX PROBLÈMES DE LOCALISATION ET ALLOCATION DANS LA GESTION DES CHAÎNES LOGISTIQUES

Présentation de la Problématique

- Les décisions concernant la localisation et allocation sont des éléments cruciaux de la planification stratégique d’un large éventail d'entreprises privées et publiques.

- Deux décisions { considérer simultanément:
- ***1. Localisation***

Où faut-il mettre les sites? (et éventuellement de quel nombre et de quelle taille)

- ***2. Allocation***

A partir de chaque site, quel sous-ensembles de demande devrait être servi? (“zones de commerce”, “zones de service”)

Présentation de la Problématique

- Fournir un service pour satisfaire une demande spatialement dispersée.
- La demande provient d'un grand nombre de sites très dispersés .
- Il est impossible d'offrir le service partout.
- Pour optimiser les coûts (économies d'échelle) et/ou la qualité de service, ce service doit être assuré par un certain nombre d'installations centralisés

Facteurs de Modélisation

- Différents facteurs définissent différents versions du problème de localisation-allocation:
- Clients
- Installations
- Espace de localisation
- Fonction de distance
- Décisions de localisation

Facteurs Clients

Les données du problème:

- Localisation
- Nombre
- Demande des clients

- Les caractéristiques de ces données:
  - Déterministe-

    Statique
  - Stochastique
  - Dynamique

Facteurs Installations

- Nombre et/ou capacité d’installation

  Prédéterminé-contrainte du problème

  Indéterminé– Résultat de la solution

- Systèmes hiérarchiques

  Il peut y avoir différents types d'installations qui offrent collectivement un service

  Exemples:

- Service de santé (Rahmanand Smith, 2000)
- Modèle de production-distribution (Gebennini et al., 2009) Facteurs -Installations

Facteurs –Espace de Localisation

C'est l'espace dans lequel les clients et les installations sont situées.

- **Modèles dans le plan**
- Problèmes continus de localisation/ Problèmes planaires => Programmation non linéaire

- **Modèles discrets**
- Problèmes de réseau (Network Problems) => programmation en nombre entier/ problèmes d'optimisation combinatoire

Facteurs –Fonction de distance

- C'est une mesure qui indique la distance ou le temps de trajet entre les clients et les installations.

- Mesures dans un plan
  -Distance Rectangulaire
  –Rectilinéaire
  -Distance Euclidienne
  -Distance Max
- Pour les problèmes de réseau, les distances sont mesurés sur le réseau lui-même.. Les modèles de réseau peuvent mieux convenir aux problèmes du monde réel.

Facteurs
Décisions de Localisation

- Nous pouvons classer les différentes décisions résultant différentes fonctions objectives dans le secteur public et privé tels que:
- <u>*Contrainte de qualité de service*</u>
  - Maximisation du profit
  - Minimisation des couts
- <u>*Contrainte de coût*</u>
- Amélioration de la qualité de service
- Maximisation de la couverture de demande
- <u>*Contrainte de qualité de service et/ou Contrainte de coût*</u>

Les Modèles de Localisation-Allocation

Les modèles selon les objectifs

Entrée Libre

- Simple Plant Location Problem
- Capacitated Facility Location Problem
- Set covering Problems

Pull

- Capture problem
- p-median problem
- Multi-source Weber problem
- Set covering problems
- Partitioning Problem
- p-center problem

Push

- Maxisum Location Problem
- Empty Covering Problem
- Minimal Covering Problem
- P-dispersion problem

Balance

- Similitude des distances, des coûts ou des qualités de service

Les modèles les plus connus dans la littérature

Modèles d’Entrée Libre

- Le nombre d'installations n'est pas connu { à l’avance mais déterminé de façon endogène par les éléments de l'objectif du modèle
- =>Plant Location Problem
- Minimiser la somme des coûts associés { l’ouverture des installations et aux coûts de distribution
- => Location Set Covering
- Trouver le nombre minimal d’installation couvrant toute la demande

Modèles Pull

- **<u>Installations désirables:</u>**

Plus les installations sont proches des clients,
la valeur de la fonction objective est meilleure

- *<u>Fonction du profit général avec paramètres constants</u>*
- I. Revenue
- ii. Coût de localisation / nombre d'installation fixe
- iii. Coût variable de production
- iv. Coût de transport

Modèles Push

- Installations indésirables: les clients désirent "pousser" les installations le plus loin possible.
- Limiter les distances pour éviter que les installations soient situées vers l’infini

Modèles de Balance

- Localiser les installations de telle façon que les distances entre les clients et les installations soient aussi équivalents

Localisations désirables: borne supérieur

Localisation indésirables: borne inférieur

Le problème P-median

- Dans le problème de p-médiane nous sommes intéressés à trouver l'emplacement des installations de p pour servir nœuds de demande afin que le coût de transport est réduit au minimum.
- Le coût du transport est donnée par le produit de la demande au niveau du noeud de demande et de la distance entre le noeud de demande et de l'installation qui dessert le noeud de demande.
- Il n'y a pas de contraintes de capacité dans les installations.

Le problème P-median

- Comme il n'y a pas de contraintes de capacité dans les installations, il est optimal pour satisfaire la demande à un noeud à partir d'une seule installation.
- Les coûts fixes sont supposés être égaux.
- Le nombre de solutions possibles est:

$$\frac{n!}{p!(n-p)!}$$

Le problème P-median

Entrée:

h_i = demande au noeud i

d_{ij} = distance entre noeud i et le site j

p = number d'usine

α = coût de transport unitaire par distance par unité de mesure

Variables de decision:

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{si l'usine est localisée au site } j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la demande au site i est servie par l'usine j} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Le problème P-median

$$
\begin{aligned}
&\min && \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} && \\
&\text{subject to} && \sum_j Y_{ij} = 1 && \text{for all } i \\
& && \sum_j X_j = p && \\
& && Y_{ij} \le X_j && \text{for all } i, j \\
& && Y_{ij} \in \{0,1\} && \text{for all } i, j \\
& && X_j \in \{0,1\} && \text{for all } j
\end{aligned}
$$

Autre cas du problème P-median

Entrée:

h_i = demande au noeud i

d_{ij} = distance entre noeud i et le site j

p = number d'usine

α = coût de transport unitaire par distance par unité de mesure

Variables de decision:

$$Y_{jj} = \begin{cases} 1 & \text{si j est localisé comme un point median} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la demande au site i est servie par l'usine j} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Autre cas du problème P-median

$$\begin{array}{lll}
\text{min} & \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} & \\
\text{subject to} & \sum_j Y_{ij} = 1 & \text{for all } i \\
& \sum_j Y_{jj} = p & \\
& Y_{ij} \le Y_{jj} & \text{for all } i, j \\
& Y_{ij} \in \{0,1\} & \text{for all } i, j
\end{array}$$

Fixed Charge Facility Location Problem

- Toutes les données sont connues de manière déterministe
- Trouver les meilleures localisations des sites (usines/centres de distribution) et les modes de transport à utiliser pour servir les différentes zones de demande minimisant les coûts fixes de localisation et de transport sous la
- Sous contrainte que toutes les demandes soient satisfaites

Fixed Charge Facility Location Problem

uncapacitated fixed charge facility location problem

$$\min \quad \sum_j F_j X_j + a \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij}$$

$$\text{subject to} \quad \sum_j Y_{ij} = 1 \qquad \text{for all } i$$

$$\sum_j X_j = p$$

$$Y_{ij} \le X_j \qquad \text{for all } i, j$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \qquad \text{for all } i, j$$

$$X_j \in \{0,1\} \qquad \text{for all } j$$

$tq:$

F_j : coût fixe de localisation de l'usine j

a : coût de transport unitaire par unité

distance et par unité de mesure (kg, m3...etc

Fixed Charge Facility Location Problem

uncapacitated fixed charge facility location problem

Les contraintes de (UCFLP) sont identiques aux contraintes du problème du *P*-median et α un coefficient lié au coût de transport total (ie. pondération pour mesurer l'impact du coût de transport par rapport au coû total du réseau incluant lors des choix des localisations et affectation)

Fixed Charge Facility Location Problem

capacitated plant location problem (CPLP)

$$\min \quad \sum_j F_j X_j + a \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij}$$

subject to

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \qquad \text{for all } i$$

$$\sum_i h_i Y_{ij} \leq CAP_j \, X_j \qquad \text{for all } j$$

$$Y_{ij} \leq X_j \qquad \text{for all } i, j$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \qquad \text{for all } i, j$$

$$X_j \in \{0,1\} \qquad \text{for all } j$$

Si chaque client i n'est servi que par une seule usine J avec considération de la capacité de l'usine j

Fixed Charge Facility Location Problem

capacitated plant location problem (CPLP)

- Pour les classes de problèmes (CPLP), une hypothèse restrictive impose que les usines et les centres de distribution ont des capacités limitées

- *CAPj* désigne la capacité maximale l'usine *j*

Fixed Charge Hierarchical Facility Location Problem problème à trois niveau

2. Présentation du problème

- **Contexte**

Nous considérons une chaîne logistique simple à trois échelons (usines, entrepôts, et clients) telle que présentée sur la figure suivante :

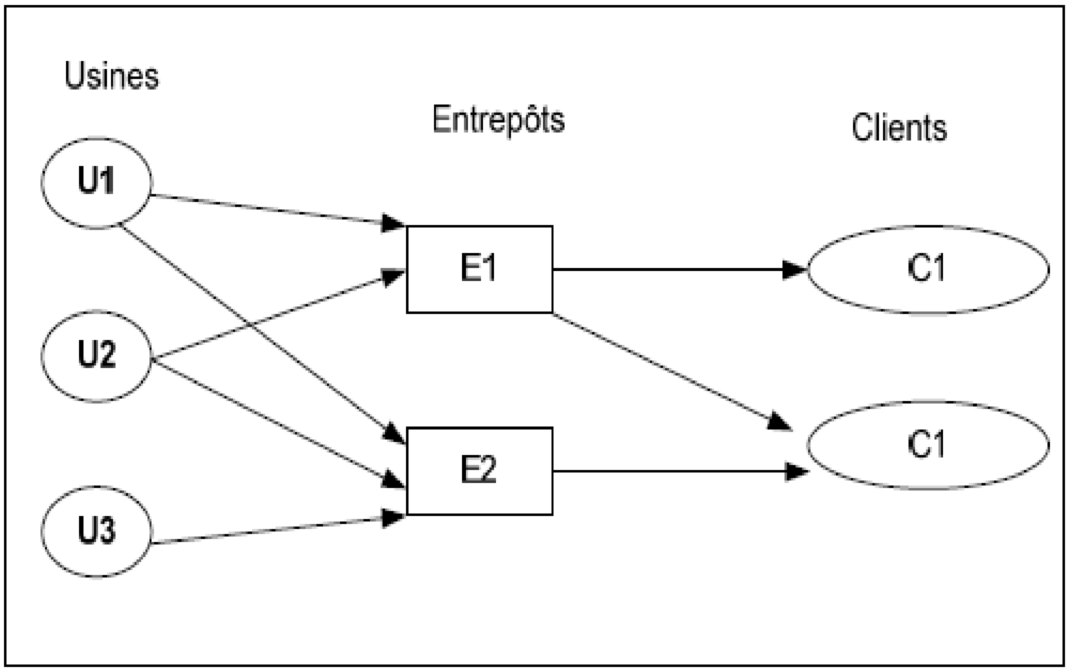

Figure 1: chaîne logistique

Fixed Charge Hierarchical Facility Location Problem problème à trois niveau

Entrée

Usine i

$CAP1_i$ = capacité d'usine i

$F1_j$= coût fixe d'ouvertutre d'usine I

d_{jk} = distance entre usine I *et* DC j

DC J

CAP_j = capacité du centre de distribution j

$F2_j$= coût fixe de centre de distribution j

d_{jk} = distance entre DC j et le client k

client k

h_k = demande du client k

Fixed Charge Hierarchical Facility Location Problem problème à trois niveau

Variables de décisions

Usine i

X_i = 1 si l'usine est localisée

X_i = 0 si non

$VOL1_{ij}$= quantité allouée de l'usine *i* vers le DC *j*

DC J

Y_j = 1 si le DC est localisé

Y_j = 0 si non

$VOL2_{jk}$= quantité allouée du DC *j* vers le client *k*

Fixed Charge Hierarchical Facility Location Problem problème à trois niveau

Variables de decisions

Usine i

X_i = 1 si l'usine est localisée

X_i = 0 si non

$VOL1_{ij}$= quantité allouée de l'usine *i* vers le DC *j*

DC J

Y_j = 1 si le DC est localisé

Y_j = 0 si non

$VOL2_{jk}$= quantité allouée du DC *j* vers le client *k*

Fixed Charge Hierarchical Facility Location Problem problème à trois niveau

$$Z = \min \sum_i F1_i X_i + \sum_j F2_j Y_j +$$

$$a \sum_i \sum_j d_{ij} VOl1_{ij} + a \sum_j \sum_k d_{jk} VOl2_{jk}$$

$$ST \quad \sum_j VOL2_{jk} \geq h_k \qquad \forall k \quad (1)$$

$$\sum_k VOL2_{jk} \leq CAP2_j Y_j \qquad \forall J \quad (2)$$

$$\sum_i VOL1_{ij} \leq CAP2_j Y_j \qquad \forall J \quad (3)$$

$$\sum_j VOL1_{ij} \leq CAP1_i X_i \qquad \forall I \quad (4)$$

$$X_i \in \{0,1\} \quad \forall i, Y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \qquad (5)$$

$$VOL1_{ij} \geq 0 \; et \; VOL2_{jk} \geq 0 \qquad \forall i, \forall j \qquad (6)$$