

Modélisation pour la localisation de plateformes logistiques pour le transport de marchandises en ville

Journée Mobilité, Transport et Logistique 2011

O. Guyon, N. Absi, D. Feillet et T. Garaix

École des Mines de Saint-Étienne - CMP Georges Charpak

Lyon, le 29 juin 2011



Plan

- 1 Projet PLUME
- 2 Extrait référentiel messagerie sur Marseille
- 3 Approche de modélisation
- 4 Captures d'écran de l'outil d'aide à la décision

Plan

1 Projet PLUME

Cadre

Cadre

- durée : 18 mois
- financement : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (PREDIT 4, subvention 09 MT CV 39)
- partenaires complémentaires :
 - **École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne**
(*établissement d'enseignement et de recherche*)
 - **Jonction**
(*cabinet spécialisé en logistique et transport de marchandises*)
 - **SOGARIS**
(*opérateur gérant le cycle de vie de bâtiments logistiques*)
 - **Cluster Paca Logistique**
(*favorise l'excellence des entreprises logistiques en PACA*)

Contexte

Contexte

- Le projet PLUME s'interroge sur le retour des plate-formes logistiques urbaines vers les centre-villes
- Le projet s'appuie sur le cas de la ville de Marseille, avec la plate-forme SOGARIS d'Arenc



Positionnement des plateformes logistiques à usage urbain

Du passé...

Plate-formes ont quitté agglomérations pour diverses contraintes

- urbanistiques (impossibilité réglementaire de s'installer)
- politiques (rejets d'outils jugés créateurs de nuisance)
- économiques (coût du foncier prohibitif)

...vers le futur ?

↪ Ce positionnement éloigné dérange pour plusieurs raisons

- allongement des distances parcourues
- accroissement des Gaz à Effet de Serre
- congestion accrue de la voirie
- difficulté d'adaptation aux nouveaux modes de consommation

Positionnement

Positionnement

- connaissant un ensemble de sites dans et en dehors de la ville, et une distribution de l'activité dans les différentes zones de demande constituant la ville
 - combien de plateformes logistiques doivent être créées, où doivent-elles être localisées et quelle doit être leur taille ?
 - quelle flotte de véhicules doit être affectée à chaque plateforme ?
 - comment répartir les véhicules dans les différentes zones de demande ?
- pour que la distribution de marchandises soit réalisée optimalement au regard d'un certain nombre de critères incluant des facteurs économiques, environnementaux et sociétaux.

Objectifs

Objectifs

- Enquêtes terrains sur la ville de Marseille
- Modélisation mathématique
- Outil d'aide à la décision (logiciel)

Plan

2 Extrait référentiel messagerie sur Marseille

Cadre général

La messagerie

Transport de petits envois, d'un volume oscillant généralement entre 0.10 et 0.20 m^3 pour un poids moyen variant la plupart du temps entre 30 et 70 kg.

Les messagers

≈ 30 messagers dans les Bouches-du-Rhône
↪ 12 principaux: 80% du marché

Immobilier

Immobilier

- Bouches-du-Rhône : $\approx 95000 \text{ m}^2$ (quais + bureaux)
- 2 zones majeures (en dehors de la ville)
- Marseille : 40 à 50% de l'activité de chaque entreprise
↪ surface d'exploitation propre à Marseille : $\approx 45000 \text{ m}^2$

Tournées pour desservir Marseille

Tournées (1/2)

- 320 en livraison et 215 en ramasse (couplage $\approx 20\%$)
- longueur : entre 50 et 180km
- 35 clients par tournée
- poids moyen d'une livraison: 100kg
- organisation : ≈ 1 tournée / arrondissement

Tournées pour desservir Marseille

Tournées (2/2)

- véhicules :
 - capacité: 40% <3.5t, 40% 7 - 13t, 20% \geq 13t
 - véhicules thermiques
- sous-traitance importante : 2/3 des véhicules en circulation
- volume : livraison 1120 T / jour, ramasse 770 T / jour
- positions : livraison 12 500, ramasse 7 000

Jugements

De plus en plus de difficultés pour caler les tournées

professionnels (de + en + tard) \neq particuliers (de + en + tôt)

e-commerce

de + en + de livraisons : nécessité de se rapprocher du client

↔ évolution vers plusieurs dessertes/j

↔ une base à Marseille est alors une quasi obligation

Plan

3 Approche de modélisation

Trois points-clés

- critères à optimiser ?
 - économique
 - environnemental
 - sociétal
- beaucoup d'acteurs (modèle évolutif)
 - collectivités locales
 - messagers
 - clients / riverains
- comment évaluer les coûts de distribution ?

Critères à optimiser

9 critères retenus

- critères économiques
 - coût investissement plateforme (fixe + variable/quai)
 - coût fonctionnement plateforme (fonction du nombre de quais)
 - coût investissement flotte de véhicules
 - coût fonctionnement véhicules
- critères environnementaux
 - pollution véhicules
 - pollution plateformes
 - congestion
- critères sociétaux
 - acceptabilité plateformes
 - acceptabilité véhicules

Finesse de la modélisation de la distribution

- Nécessité de bien prendre en compte les coûts d'approche
 - impact du positionnement de la plateforme
- Nécessité de bien en prendre en compte les types de véhicules
 - coûts km, autonomie
 - implique de prendre en compte la durée des tournées
- Proposition
 - une tournée = une approche + le service de zones voisines + un retour
 - coûts fixes pour le service des zones (intra-zones)
 - pas de coûts comptés entre les zones

Extrait du modèle mathématique: contraintes (1/2)

$$w_l \leq q_l \cdot u_l \quad \forall l \in L \quad (1)$$

$$\sum_{l \in L} \sum_{v \in V} \sum_{\substack{t \in T \\ d \in t}} x_{lvt} = 1 \quad \forall d \in D_1 \quad (2)$$

$$\sum_{l \in L} \sum_{v \in V} z_{lvd} = \gamma_d \quad \forall d \in D_2 \quad (3)$$

$$\sum_{v \in V} \left(\sum_{t \in T} \gamma_t \cdot x_{lvt} + \sum_{d \in D_2} z_{lvd} \right) \leq \theta_l \cdot \omega_l \quad \forall l \in L \quad (4)$$

$$\sum_{l \in L} x_{lvt} = 0 \quad \forall v \in V \forall t \in \{t' \in T \mid \beta_v \geq \sum_{d \in t'} \gamma_d\} \quad (5)$$

$$z_{lvd} \leq y_{lvd} \cdot \beta_v \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall d \in D_2 \quad (6)$$

$$x_{lvt} = 0 \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall t \in \{t' \in T \mid \delta_{lt'} \leq \alpha_v^{dist}\} \quad (7)$$

$$2 \cdot M_{vd} \cdot y_{lvd} + \frac{z_{lvd}}{\gamma_d} \cdot \delta_d \leq y_{lvd} \cdot \alpha_v^{dist} \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall d \in D_2 \quad (8)$$

Extrait du modèle mathématique: contraintes (2/2)

$$x_{lvt} = 0 \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall t \in \{t' \in T \mid \tau_{lvt'} \leq \min(\alpha_v^{time}, T_{max})\}$$

(9)

$$2 \cdot \tau_{lvd} \cdot y_{lvd} + \frac{z_{lvd}}{\gamma_d} \cdot S_{vd} \leq y_{lvd} \cdot \min(\alpha_v^{time}, T_{max}) \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall d \in D_2$$

(10)

$$\sum_{l \in L} \sum_{\substack{t \in T \\ d \in t}} x_{lvt} = 0 \quad \forall v \in V \forall d \in \{D_1 \cup \bar{J}_v\}$$

(11)

$$\sum_{l \in L} (y_{lvd} + z_{lvd}) = 0 \quad \forall v \in V \forall d \in \{D_2 \cup \bar{J}_v\}$$

(12)

$$u_l \in \{0, 1\} \quad \forall l \in L$$

(13)

$$w_l \in \mathbb{N} \quad \forall l \in L$$

(14)

$$x_{lvt} \in \{0, 1\} \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall t \in T$$

(15)

$$y_{lvd} \in \mathbb{N} \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall d \in D_2$$

(16)

$$z_{lvd} \in \mathbb{N} \quad \forall l \in L \forall v \in V \forall d \in D_2$$

(17)

Plan

4 Captures d'écran de l'outil d'aide à la décision

Capture d'écran: module d'optimisation

Select Items

solution name
Marseille

Platform

name	available	fixed
pennes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cuques	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
arenc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aubagne	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
caillols	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vehicle

name	available
P elec	<input checked="" type="checkbox"/>
P ther	<input checked="" type="checkbox"/>
M ther	<input checked="" type="checkbox"/>
M elec	<input checked="" type="checkbox"/>
G ther	<input checked="" type="checkbox"/>

Objective function

economic weight

0 50 100

environmental weight

0 50 100

social weight

0 50 100

Evaluate

Build new solution

Close

Capture d'écran: solution

