Calcul Distribué et Asynchronisme

Logistique Massifiée Parallèle

Etudié par :
Mohamed Esseghir Lalami

Thème proposé et encadré par :
Didier El baz CNRS
Moussa Elkihel MC

PLAN DE TRAVAIL :

- ✓Présentation du Projet OATRML (ANR-PVD)
- ✓Problème du sac à dos multiple (MKP)
- ✓ Heuristiques et méthodes exactes

✓Présentation du Projet OATRML (ANR-PVD)

✓ Problème du sac à dos multiple (MKP)

✓ Heuristiques et méthodes exactes

La logistique :

Est une activité de services qui a pour objet de satisfaire des demandes ou des commandes qui portent sur la gestion de ressources (transport, emballage, stockage ..), et des flux d'informations associés (notion de traçabilité).

Elle est en charge de la gestion des moyens qui permettent d'atteindre cet objectif (matériels, machines,...) et mobilise des ressources (humaines, financières,...) pour y parvenir.

Projet Optimisation Adaptative en Temps Réel de la Massification Logistique (OATRML)

→ Soumis en 2009 au projet ANR «Programme Ville Durable ».

Coordonné par le professeur Mhand Hifi, ce projet réuni 4 équipes:

- Equipe GOC (Graphe Optimisation et Contraintes) du laboratoire MIS Amiens (responsable Mhand HIFI)
- Laboratoire LITA Metz (responsable Imed KACEM)
- Equipe CDA du LAAS-CNRS (responsable Didier EL BAZ)
- L'entreprise JASSP (responsable Jérôme DESPATI)

Objectifs du projet :

- ✓ Proposer des outils et des environnements pour la mise en œuvre d'un système adaptatif en temps réel de la massification logistique.

- ✓ Apporter des solutions au domaine de l'optimisation du chargement, déchargement et remplissage en temps réel ainsi qu'à celui de l'optimisation et l'ordonnancement des tournées de véhicule en temps réel.

Il est décomposé en 4 sous-projets :

1- Sous Projet OptCharR

(Optimisation du Chargement/déchargement/remplissage en temps Réel) traite des problèmes de placement, de remplissage et de chargement

- en statique (les données sont connues à l’avance)
- en temps réel.

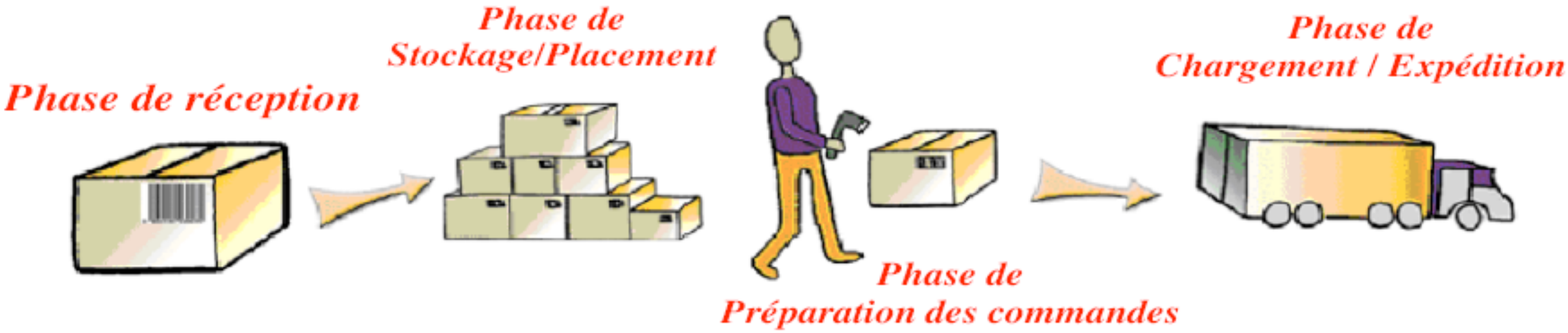


Figure 1. Gestion et suivi des produits (objets).

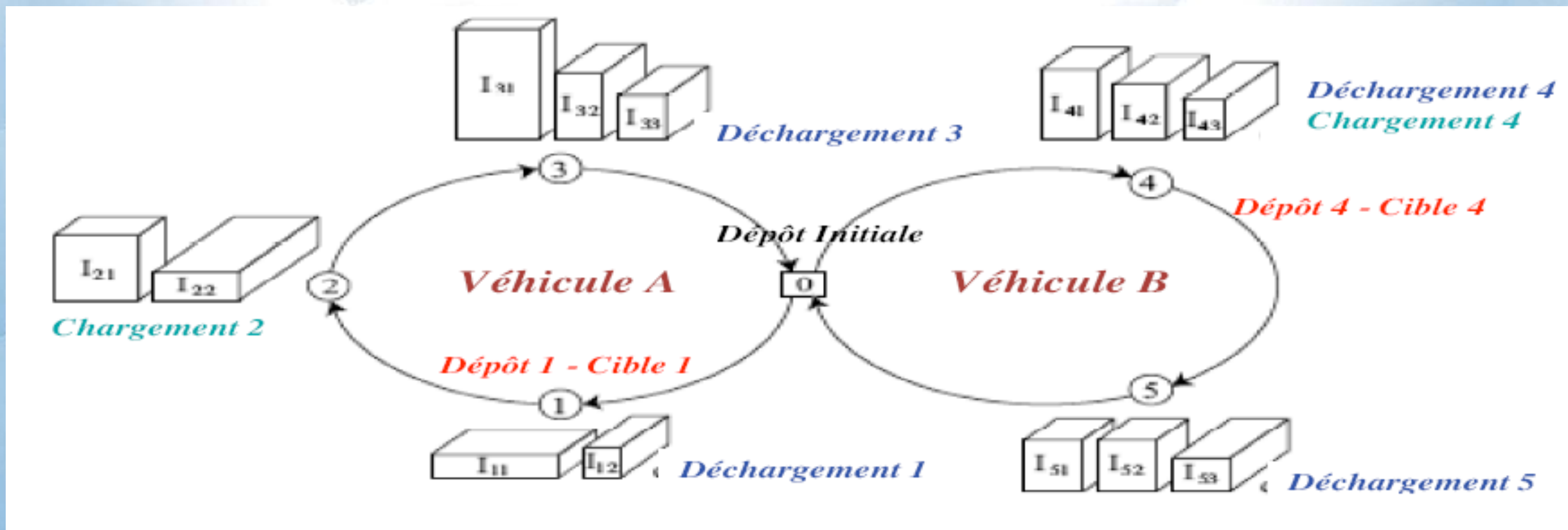
Il est décomposé en 4 sous-projets :

1- Sous Projet OptCharR

2- Sous Projet OptTourR

(Optimisation des problèmes d'ordonnancement des Tournées en temps Réel)

dont l'objectif est de porter les modèles existants sur les problèmes de tournées de véhicules (entre les différents points de chargement/ déchargement) vers des modèles adaptatifs en temps réel par application de modèles d'ordonnancement.



Il est décomposé en 4 sous-projets :

1- Sous Projet OptCharR

2- Sous Projet OptTourR

3- Sous projet OptCharTourR

(Optimisation de Chargement et de l'ordonnancement des Tournée en temps Réel) , propose une résolution coopérative entre les différents sous problèmes précédents.

Il est décomposé en 4 sous-projets :

1- Sous Projet OptCharR

2- Sous Projet OptTourR

3- Sous projet OptCharTourR

4- Sous projet OptPaR

(Optimisation Parallèle en temps Réel).

Sous projet OptPaR :

L'objectif principal est la conception d'algorithmes parallèles ou distribués pour l'optimisation en variables binaires ou mixtes.

- Optimisation parallèle en nous appuyant sur des modèles mathématiques existants pour le cas statique (où les demandes et commandes sont connues à l'avance).

- Faire évoluer notre modèle vers des modèles en temps réel.

Voici les points qui seront étudiés et traités :

- ✓ L’identification des tâches de calcul parallélisables.
- ✓ La granularité des tâches et l’équilibrage des tâches.
- ✓ Le recouvrement des communications par des calculs
- ✓ La synchronisation ou non des tâches de calcul.

Des algorithmes parallèles ou distribués d’optimisation seront proposés.

- ✓ L’Adéquation des algorithmes parallèles ou distribués proposés avec les différentes architectures parallèles disponibles dans le secteur industriel.

Nous effectuerons des tests numériques sur des architectures parallèles pour de nombreuses instances

Nous étudierons ainsi les performances des méthodes parallèles proposées.

✓Présentation du Projet OATRML (ANR-PVD)

✓ Problème du sac à dos multiple (MKP)

✓Heuristiques et méthodes exactes

Quelques définitions :

Le problème du sac à dos multiple (Multiple Knapsack Problem) fait partie des problèmes de chargement traités dans le domaine de la recherche opérationnelle.

Applications:

- Bin-packing : chargement de containers.
- Task assignement : problème d'assignement de tâches à plusieurs machines .

Considéré comme un problème NP difficile (résolution par des algorithmes Non-déterministes et en temps Polynomial).

Formulation mathématique

Soit $N=\{1,\ldots,n\}$ l'ensemble des articles à charger.

Chaque article $j \in N$ est caractérisé par son poids w_j et son profit p_j .

Soit m le nombre de sac.

Chaque sac $i \in \{1, \ldots, m\}$ est caractérisé par sa capacité c_i .

On note x_{ij} les variables binaires de décision.

$x_{ij} = 1$ si l'article j est chargé dans le sac i .

$x_{ij} = 0$ ailleurs

Quels sont les articles de N qui seront chargés des les m sacs tout en maximisant le profit total z .

Formulation mathématique

La fonction objectif : $z = Max \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} p_j x_{ij}$

Sous contraintes :

$$\sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij} \leq c_i \,, \qquad i \in \{1, \dots, m\} \qquad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \leq 1 \,, \qquad j \in N \qquad (2)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad i \in \{1, \dots, m\}, j \in N \qquad (3)$$

Relaxations

Relaxation Surrogate:

$$\sum_{i=1}^{m} \mu_i \sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij} \leq \sum_{i=1}^{m} \mu_i c_i \qquad (1)$$

$$\mu_i = k, i \in \{1, \dots, m\}$$

Relaxation Lagrangienne:

La contrainte (2) sera introduite dans la fonction objectif

$$z = Max \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} p_j x_{ij} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \left(\sum_{i=1}^{m} x_{ij} - 1 \right)$$

Relaxation Continue:

$$0 \leq x_{ij} \leq 1 \qquad (3)$$

- ✓Présentation du Projet OATRML (ANR-PVD)
- ✓ Problème du sac à dos multiple (MKP)
- ✓ Heuristiques et méthodes exactes

Algorithme Glouton (G-Greedy) :

Est une heuristique

Les articles ainsi que les sacs sont d'abord classés suivant l'ordre ci dessous :

$$\frac{p_1}{w_1} \geq \frac{p_2}{w_2} \geq \cdots \geq \frac{p_n}{w_n} \qquad \text{et} \qquad c_1 \leq c_2 \leq \cdots \leq c_m$$

On calcule S_i la variable de rupture :

$$s_i := min\left\{k \middle| \sum_{j=1}^{k} w_j > \sum_{l=1}^{i} c_l\right\}$$

Le sac *i* est rempli par les articles d'indice

$s_{i-1}+1, s_{i-1}+2, \ldots, s_i -1$

Algorithme MTHM:

Est une heuristique qui se déroule en 4 étapes

Etape 1 : recherche d'une solution initiale à l'aide de l'algorithme Glouton avec y_j indice du sac dans lequel est chargé l'article j

Etape 2 : Réarrangement des articles sélectionnés :

Initialiser i à 1

Pour $j=n$ à 1

Si l'article j a été sélectionné il est chargé dans le 1er sac l de $\{i,\dots,m\} \cup \{1,\dots,i-1\}$ qui peut le contenir et faire $i=l+1$

Etape 3 : 1ere Amélioration :

A pour but de remplir au maximum les sac tout en augmentant le profit

Pour j=1 à n

Pour $k=j+1$ à n (l'article k n'est pas dans le même sac que j)
h et l sont respectivement arg (max et min)$\{w_j , w_k \}$

Si $d=| w_h - w_l | \leq \acute{c}_{yl}$ et t :=argmax$\{p_u : y_u = 0$ et $w_u \leq \acute{c}_{yh} + d\}$

Alors $y_t := y_h$; $y_h := y_l$; $y_l := y_t$

Etape 4 : 2ème Amélioration :

A pour but d'essayer de remplacer les articles ou associations d'articles sélectionnés par les articles non sélectionnés (Glouton).

Si le profit est plus grand, ces articles seront inclus dans la solution et les précédents seront exclus

Algorithme à base de Branch & Bound:

Est un algorithme exact

Se base sur la relaxation Lagrangienne avec $\lambda = 0$
La contrainte (2) ne sera pas prise en compte

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \leq 1 , \qquad j \in N$$

Résoudre *m* sac à dos

a- Si aucun article n'est chargé dans plus d'un sac, on est à la solution optimale

b- Sinon , on applique l'algorithme B&B

Algorithme à base de Branch & Bound:

b- Sinon , on applique l'algorithme B&B

- la séparation se fait pour l'article j le plus de fois chargé ($m_j \leq m$) , ainsi nous aurons m nœuds et pour chaque nœud l'article j sera chargé dans un seul sac.

- le parcours des nœuds ce fait suivant le sens décroissant des bornes supérieures calculées pour chaque nœud.

Heuristique à base de Programmation Dynamique:

Se base sur la relaxation Surrogate

$$\sum_{i=1}^{m} \mu_i \sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij} \leq \sum_{i=1}^{m} \mu_i c_i \quad \mu_i = k, i \in \{1, \dots, m\} \qquad (1)$$

Heuristique à base de Programmation Dynamique:

Se base sur la relaxation Surrogate

$$\sum_{j=1}^{n} w_j y_j \leq c \qquad y_j = \sum_{i=1}^{m} x_{ij} \qquad c = \sum_{i=1}^{m} c_i \qquad (1)$$

Résoudre le problème à l'aide de la Programmation Dynamique (Borne supérieure) et un ensemble d'articles Ñ (solution initiale).

a- Heuristique Gloutonne sur Ñ, si tout les articles sont sélectionnés → Solution optimale.

b- Réarrangement

- Redistribution cyclique des articles Ñ pour remplir au maximum les *m* sacs.
- Introduire les articles de N-Ñ.

Perspectives à court terme:

- Algorithme pour le MKP :

Nous nous intéresserons à la conception d'une méthode exacte pour résoudre ce type de problème.

- Nous nous intéresserons à d'autres problèmes de chargement de véhicule tels que : Multiple Choice Knapsack MCKP, Disjunctively Constrained Knapsack DCKP...

JE VOUS REMERCIE