

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE Des Mathématiques et de
Informatique
DEPARTEMENT D'informatique

N° :



DOMAINE Mathématiques et Informatique
FILIERE : Informatique
OPTION : Informatique Décisionnelle et
Optimisation

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : Bouyebba Mohammed Et-Tahire

THEME

**Ordonnancement des Commandes Client,
Simulation par PSO**

Soutenu devant le jury composé de :

AKHROUF Samir	UMB M'sila	Président
MOUHOUB Nassereddine	UMB M'sila	Examineur
HEMMAK Allaoua	UMB M'sila	Rapporteur

Année universitaire : 2019 /2020

REMERCIEMENTS

Tout d'abord El-hamdoulillah, c'est Lui qui m'a donné la force et la patience pour réaliser ce mémoire.

Nous remercions en particulier Mr. Hemmak Allaoua, pour l'honneur qu'il m'a fait de bien vouloir m'encadrer, et pour les conseils donnés lors de la réalisation de ce travail.

J'adresse mes remerciements aux membres de jury pour avoir accepté de me prêter de leur attention et évaluer ce travail.

Je réserve le dernier remerciement très chaleureux à mes parents et à toute ma famille pour leur présence constante à mes côtés et leur soutien.

Je tiens à remercier tous les enseignants et mes amis qui ont ma donnée des aides importantes

1. Introduction général	1
-------------------------------	---

Chapitre 1 : Les problèmes d'optimisation combinatoire

1. Introduction	4
2. Définition	4
3. Complexité	5
3.1 Les classes P et NP	5
3.1.1 La classe P	5
3.1.2 La classe NP-complet	5
3.1.3 La classe NP-difficile	6
4. La typologie des problèmes d'ordonnancement	6
5. Les éléments des problèmes d'ordonnancement	8
5.1 Les tâches	8
5.2 Les opérations	9
5.3 Les ressources	9
5.4 Les contraintes	10
5.4.1 Inégalité des potentiels	10
5.4.2 Inégalité des disjonctions	12
5.4.3 Les contraintes cumulatives	12
5.5 Les objectifs ou les critères d'évaluation (La fonction économique).	12
6. Notations et classification des problèmes d'ordonnancement	12
6.1 Champ α : Organisation des ressources	13
6.2 Champ β : les types de contraintes et caractéristiques du système	13
6.3 Champ γ : fonction objectives	13
7. La représentation du résultat	13
7.1 Le diagramme de Gantt	13
7.2 Graphe Potentiel-Tâches	14

Chapitre 2 : La gestion des commande

1	Introduction.....	16
2	Qu'est-ce que la gestion des commandes ?	16
2.1	Passation de commande.....	16
2.2	Exécution de la commande.....	16
2.3	Gestion des stocks.....	16
3	Qu'est-ce qu'un système de gestion des commandes ?	17
4	Pourquoi la gestion des commandes des clients est importante.....	17
5	Principales caractéristiques d'une gestion des commandes efficace.....	18
6	Qu'est-ce que le traitement des commandes ?	19
6.1	Les étapes du traitement des commandes	19
6.2	Les Processus de préparation de commande.....	19
6.2.1	- Les méthodes de prélèvement.....	20
6.2.2	- Les modes de tri.....	20
6.3	Les modes de préparation de commande.....	21
6.3.1	- Le mode de préparation de détail « Pick then Pack ».	21
6.3.2	- Le mode de préparation de détail « Pick and Pack ».	21
6.3.3	- Le mode de préparation assistée « Pick to Light ».	21
6.3.4	- Le mode de préparation « Pick to belt ».	22
6.4.5	Les zones de préparation de commande	22
6.4.1	La zone de consolidation.....	22
6.4.2	Les zones d'emballage.....	22
6.4.3	Les zones de contrôle départ.....	23
	Les zones d'attente de départ.....	23
7	les facteurs d'optimisation de la préparation de commande.....	24
7.1	Le contrôle pondéral.....	24
8.	La meilleure solution.....	25
	Réduction de la longueur des trajets :	26
	Limitation des ruptures de charge :	26
	Limitation des risques d'avaries :	26
	Optimisation de l'accessibilité des articles.....	26
8.5	Utilisation des meubles de rangement adaptés aux caractéristiques des produits : ...	27
8.6	Les Ergonomie des postes de travail.....	27
9	Conclusion.....	27

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

1 Introduction.....	29
2 L'optimisation par essaim particulaire.....	29
2.1 Définition de la méthode.....	30
2.2 Formalisation.....	31
2.3 Algorithme.....	31
2.4 Configuration de la méthode.....	32
2.5 Le coefficient d'inertie.....	33
2.6 Le facteur de constriction.....	33
2.7 La notion du voisinage.....	34
2.8 Le critère d'arrêt.....	35
Proposition d'une approche de parallélisations de la méthode PSO.....	36
3.1 Paramétrage de la méthode.....	37
3.1.1 Création des voisinages.....	38
3.1.2 Le calcul parallèle.....	39
3.1.3 Le critère d'arrêt.....	39
3.1.4 Le critère d'arrêt.....	39
3.1.5 Les étapes de l'algorithme.....	40
4 Problématique	40
5 Conclusion	41
5 Conclusion général	43

Liste des Figures

Figure 1.1 : Les class P et NP tirée de

Figure 1.2 : la représentation des types d'ordonnement.

Figure 1.3 : la représentation de Caractéristiques d'une tâche i. [3]

Figure 1.4 : La Représentation typologie des problèmes d'ordonnement par les ressources tirée de [4].

Figure 1.5 : Représentation du schéma des contraintes

Figure 1.6 : Représentation du schéma des contraintes ressources

Figure 1.7 : Représentation du schéma des contraintes potentielles

Figure 1.8 : la représentation d'un exemple de diagramme de Gantt.

Figure 2.1 Gestion des stocks

Figure 2.2 : système de gestion des commandes

Figure 2.3 : Le mode de préparation assistée « Pick to Light »

Figure 2.4 : Le mode de préparation « Pick to belt »

Figure 3.1. *Déplacement d'une particule*

Figure 3.2. *Pseudo code de l'algorithme de base de la méthode PSO*

Figure 3.3. *Déplacement d'une particule*

Figure 3.4. *Différents types de topologies pour un essaim de particules*

Figure 3.5 *Représentation de l'approche implémentée*

List des abbreviations

PSO Particles Swarm Optimization

SimPSO la simulation base sur l'optimisation par essaim particulaire

Introduction générale

Cette thèse considère un problème stochastique de planification des commandes client sur des serveurs parallèles non identiques. Les commandes des clients arrivent à une station-service de façon dynamique et chaque commande se compose de types de produits T avec des charges de travail aléatoires indépendantes. La station-service a un total de serveurs M fonctionnant en parallèle et une file d'attente séparée est formée devant chaque serveur. Les vitesses de traitement sont prédéterminées et hétérogènes pour tous les types de produits et toutes les combinaisons de serveurs. La charge de travail de tout type de produit peut être distribuée arbitrairement et traitée indépendamment sur chaque serveur. Le traitement dans une file d'attente donnée est sur la base du premier entré premier sorti (FIFO) et la préemption de toute sorte est interdite. Si un serveur est occupé, les charges de travail assignées à ce serveur particulier attendront jusqu'à ce que son tour soit traité. Une commande client doit être livrée en un seul envoi une fois la charge de travail complète terminée. L'objectif est de déterminer la politique d'attribution de la charge de travail qui minimise le temps de cycle de commande attendu à long terme.

La production orientée commande décrite ci-dessus est assez commune dans l'industrie manufacturière. Les exemples comprennent la production de plaquettes composées de semi-conducteurs, la production de textiles et la fabrication de circuits imprimés. Dans ces applications, une commande client comprend généralement des produits de différents types et doit être traitée par un ensemble de serveurs avec des capacités différentes. Les produits sont ensuite joints pour former une commande complète et passer aux stations en aval. Un exemple typique de ce type est le processus de découpage des plaquettes composées de semi-conducteurs. Une commande entrante contient généralement des milliers de plaquettes qui appartiennent à plusieurs types différents. Pour traiter les plaquettes, les lingots de silicium sont découpés en dés sur des machines basées sur les spécifications de différentes plaquettes. Une fois terminées, les plaquettes sont réunies et envoyées à la station de conditionnement

L'objectif principal de cette thèse est de réduire le temps de cycle de production des commandes des clients. Il est bien reconnu dans la documentation que le temps de cycle long réduit l'exactitude des prévisions, augmente le retard dans l'expédition des commandes et finit par faire grimper le coût de la chaîne d'approvisionnement. En revanche, un cycle plus court pourrait non seulement accroître la satisfaction des clients, mais aussi grandement faciliter la tâche de planification opérationnelle et de contrôle de la production. Dans la pratique de

fabrication moderne, la réduction du temps de cycle dans le processus de traitement des commandes des clients est largement considérée comme l'élément clé pour assurer une chaîne d'approvisionnement réactive et rapide.

Un grand nombre de documents ont été publiés pour régler le problème de la planification des commandes des clients. Cependant, la majeure partie de la littérature existante repose sur l'hypothèse d'un environnement statique où les spécificités de tous les ordres entrants sont connues. Le cas du serveur parallèle identique a été bien exploré. Pour les cas de serveur non identiques, examinent le problème de la programmation de la commande client avec la propriété de type-fractionnement. Aucun résultat supplémentaire sur le cas de serveur non identique n'a été rapporté dans la littérature à la connaissance des auteurs.

Beaucoup moins de travaux sont trouvés pour résoudre les problèmes dynamiques de planification des commandes des clients. Le problème devrait être beaucoup plus difficile car ni les arrivées ni la charge de travail des commandes entrantes ne sont connues. Examinent un cas avec deux serveurs parallèles identiques et montrent que même l'évaluation des performances présente des défis importants. Pour les systèmes avec plus de deux serveurs, le problème devient encore plus difficile. Bien qu'il y ait eu une analyse de simulation sur l'évaluation du rendement, le problème n'est abordé que dans le cas où la politique d'affectation est pré-établie et seule une approximation de la limite supérieure de performance de la fonction objective est fournie par de multiples simulations

Par rapport aux études existantes dans la littérature, le problème examiné dans cette étude présente plusieurs caractéristiques intéressantes. Tout d'abord, contrairement aux problèmes des paramètres statiques, cette étude considère un problème dynamique où les ordres arrivent selon un processus stochastique. Deuxièmement, la charge de travail de chaque type de produit est aléatoire et inconnue jusqu'à ce qu'elle arrive. Troisièmement, les serveurs de la station ne sont pas identiques, de sorte que le service

Chapitre 1 : Les problèmes d'optimisation combinatoire

1. Introduction

L'optimisation combinatoire est un outil qui combine diverses techniques des mathématiques discrètes et de l'informatique afin de résoudre des problèmes de la vie réelle. C'est un domaine assez récent des mathématiques appliquées, qui plonge ses racines dans la combinatoire (principalement la théorie des graphes), la recherche opérationnelle et l'informatique théorique. Une des raisons de son développement est liée au nombre considérable de problèmes concrets qu'elle permet de formuler. En effet, l'optimisation combinatoire, couvre aussi bien des domaines de l'ingénieur que les domaines de la recherche, et englobe un large éventail de techniques et fait toujours l'objet de recherches intensives. D'une manière simple, résoudre un problème d'optimisation combinatoire consiste à trouver l'optimum d'une fonction, parmi un nombre fini de choix, souvent très grand ou même infini mais dénombrable. Il s'agit, en général, de maximiser (problème de maximisation) ou de minimiser (problème de minimisation) une fonction objective sous certaines contraintes. Le but est de trouver une solution optimale dans un temps d'exécution raisonnable.

2. Définition

Un problème d'optimisation combinatoire consiste à trouver la *meilleure* solution dans un ensemble discret dit ensemble des solutions réalisables. En général, cet ensemble est fini mais compte un très grand nombre d'éléments, et il est décrit de manière implicite, c'est-à-dire par une liste, relativement courte, de contraintes que doivent satisfaire les solutions réalisables.

3. Complexité

On A première vue, comment déterminer un algorithme efficace ? Pour un problème donné, chercher un algorithme efficace, veut dire trouver un algorithme où le temps nécessaire à son exécution ne soit pas trop important. Un problème est dit facile si on peut le résoudre facilement, c'est-à-dire s'il ne fait pas trop de temps pour arriver à la solution. Donc, s'il existe un algorithme efficace pour un problème donné, alors ce dernier est dit facile.

Un problème pour lequel on ne connaît pas d'algorithme efficace, est ce qu'il est facile ou difficile?

Chapitre 1 : Les problèmes d'optimisation combinatoire

De nombreux chercheurs se sont penchés sur ce genre de problèmes et ils ont développé une théorie appelée de la complexité. Nous n'allons pas détailler cette théorie, mais nous allons, quand même donner une idée globale du sujet en question. [1]

3.1 complexités d'un algorithme

L'objectif de la théorie de complexité est d'analyser les couts de résolutions surtout en termes de temps de calcul. Elle vise aussi à classer les problèmes en plusieurs niveaux de difficulté. Une étude a prouvé que les problèmes d'ordonnement sont des problèmes difficiles.

En général, la complexité algorithmique se mesure par rapport à deux paramètres :

- Le temps alloué pour l'exécution de l'algorithme : il est relatif au nombre d'instructions à exécuter ainsi qu'à la taille des données manipulées.
- Espace mémoire requis : associé à la taille d'instance d'un problème donné.

3.2 La complexité problématique

La complexité problématique est relative au problème à résoudre ainsi que la méthode de résolution adoptée pour élaborer la solution optimale par rapport au critère retenu.

- ✓ Un problème de décision comprend deux parties : une partie donnée du problème et un processus binaire ayant « oui » ou « non » comme réponse possible.
- ✓ Un problème de recherche est un problème constitué d'un ensemble de données dont chacun représente un ensemble de solutions. Donc, la résolution d'un problème de recherche consiste à trouver pour chaque ensemble de données D des solutions S associées. Un problème d'optimisation est un problème de recherche en associant à chaque solution une valeur qualitative. A chaque problème

3.3 Les class P et NP

3.3.1 La classe P

C'est la classe des problèmes pouvant être résolus en un temps polynomial. C'est la classe des problèmes dits facile. [1]

3.3.2 La classe NP-complet

C'est l'abréviation pour "nondeterministic polynomial time". Cette classe renferme tous les problèmes de décision dont on peut associer à chacun d'eux un ensemble de solutions potentielles (de cardinal au pire exponentiel) tel qu'on puisse vérifier en un temps polynomial si une solution potentielle satisfait la question posée. Le terme nondeterministe désigne un

pouvoir qu'on incorpore à un algorithme pour qu'il puisse deviner la bonne solution.

3.3.3 La classe NP-difficile

Contient les problèmes pas forcément de la classe NP telle que un problème d'optimisation est dit NP-Difficile, si le problème de décision associé est NP-complet.

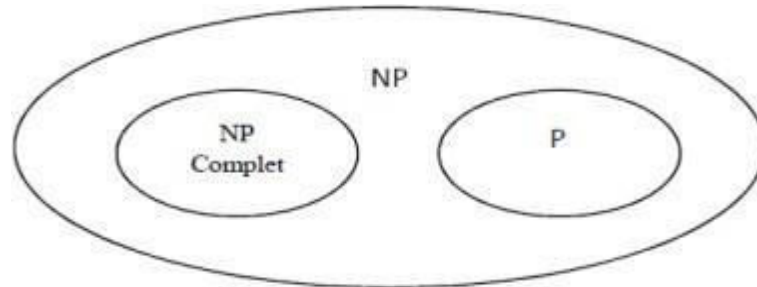


Figure 1.1 : Les class P et NP tirée de [1].

4. La typologie des problèmes d'ordonnement

Selon la nature des variables lise en jeux, la nature des contraintes.... plusieurs classifications des problèmes d'ordonnement sont proposées ou leurs complexité et de l'ordre de NP difficile une typologie des problèmes peut être dressée dans l'architecture suivante :

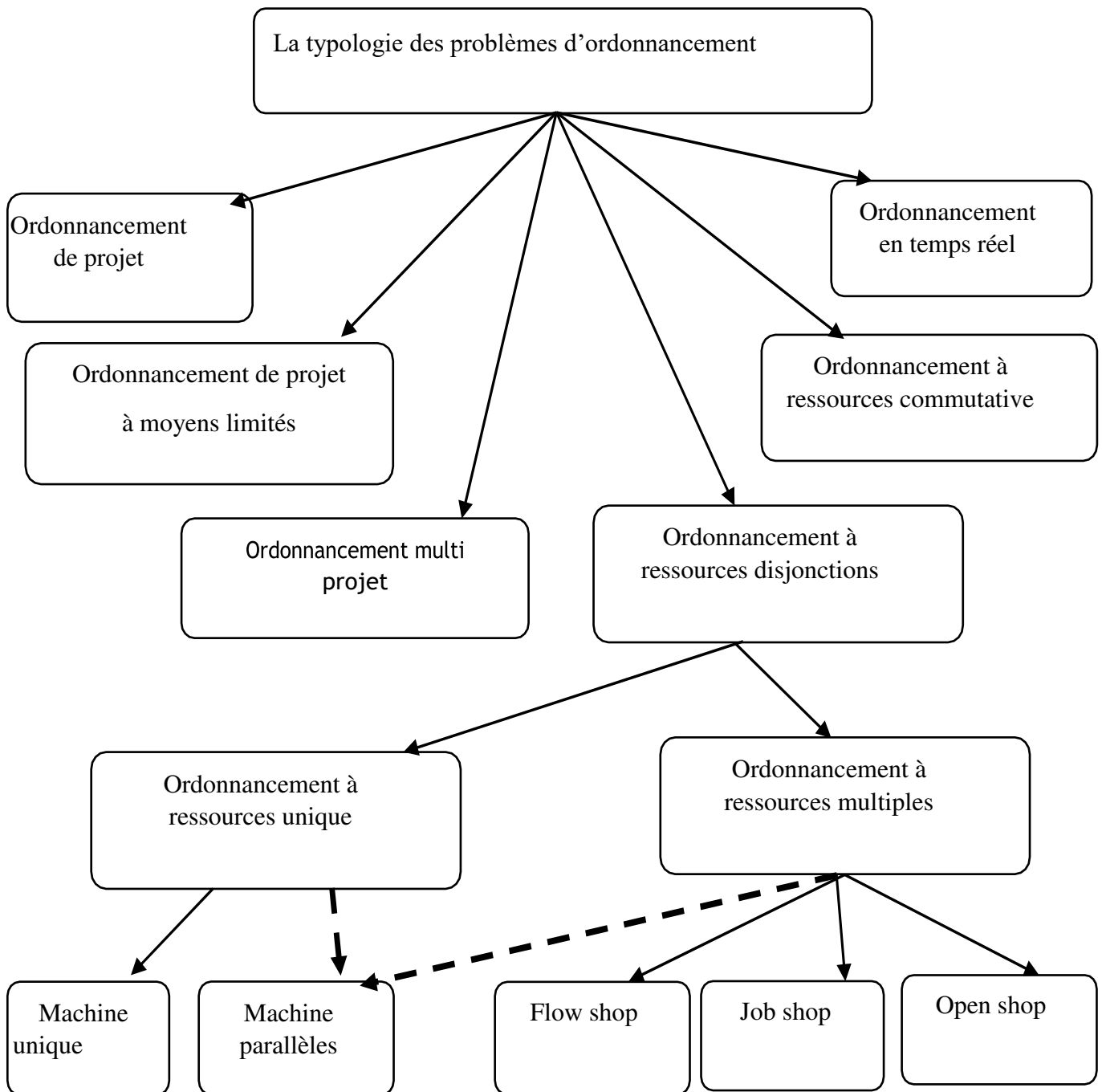


Figure 1.2 : la représentation des types d'ordonnancement.

5. Les éléments des problèmes d'ordonnement

Un problème d'ordonnement est composé d'un ensemble défini d'éléments, on trouve ces composants dans tous les problèmes d'ordonnement

5.1 Les tâches

Une tâche est un ensemble d'opérations (programme) mobilisant des ressources et réalisant un progrès significatif de l'état d'avancement du projet compte tenu du niveau de détail retenu dans l'analyse du problème. [2]

Une tâche est une entité élémentaire de travail démarquée dans le temps par une date de début de la tâche t_i ou de fin de la tâche c_i , dont la réalisation est caractérisée par une durée de traitement $p_i = c_i - t_i$, et par l'intensité a_{ik} avec laquelle elle consomme certains moyens k .

Il y a 3 types de tâche : séquentielle, parallèle, convergente.

Généralement, les notations utilisées pour caractériser une tâche, qu'on note 'i', sont les suivantes :

- ✓ Une date de disponibilité r_i : l'exécution de la tâche i ne peut pas débuter avant cette date.
- ✓ Une date échuée notée d_i : la tâche i doit être achevée avant cette date.
- ✓ La durée opératoire de traitement- notée p_i .

On note $[r_i, d_i]$, l'intervalle temporel dans lequel la tâche i devrait s'exécuter.

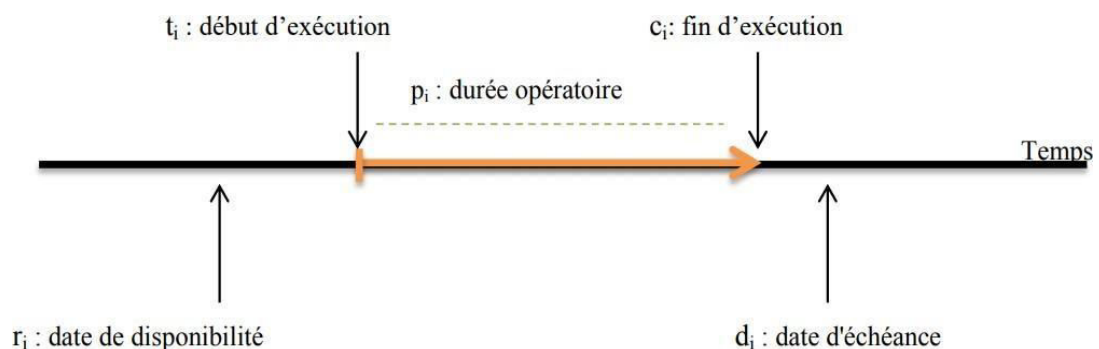


Figure 1.3 : la représentation de Caractéristiques d'une tâche i. [3]

5.2 Les opérations

Généralement la plupart des tâches, donnent lieu à l'utilisation de différentes ressources et se décomposent donc en plusieurs opérations. Dans le cas d'un problème d'ordonnancement sur une machine unique ou atelier unique, on parle de tâches mono-opération. L'opération est caractérisée par son temps d'exécution, appelé aussi durée opératoire. Parfois, une opération peut également être caractérisée par son temps de préparation sur la machine, ou encore les temps de montage et de démontage de la pièce (matérialisant l'opération ou l'outillage), les temps de transport et d'attente. La séquence des opérations est décrite dans ce qu'on appelle la gamme d'une tâche. [4]

5.3 Les ressource

Une ressource k est un moyen technique et/ou humain, destiné à être utilisé pour une réalisation d'une tâche et disponible en quantité limitée, sa capacité a_{ik} (supposée constante). On distingue plusieurs types de ressources sont [4] :

- ✓ Ressources renouvelables si elles sont utilisées par une ou plusieurs tâches, elles seront à nouveau disponibles en même quantités (les hommes, les machines, l'espace, l'équipement en général, ...etc.), les quantités des ressources utilisables à chaque instant sont limitées.
- ✓ Ressources consommables lorsque on utilise pour la réalisation d'une ou plusieurs tâches à la fois elles ne sont pas disponibles telle que (matière première, budget,...etc), la consommation globale (ou cumul) au cours du temps est limitée.
- ✓ Ressources doublements contraintes lorsque son utilisation instantanée et sa consommation globale sont toutes les deux limitées (source d'énergie, financement,... etc.).
- ✓ Ressources disjonctives (ou non partageables) principalement dans le cas de ressources renouvelables, sont des ressources qui ne peuvent exécuter qu'une tâche à la fois (machine-outil, robot manipulateur, ... etc.).
- ✓ Ressources cumulatives (ou partageables) qui peuvent être utilisées par plusieurs tâches simultanément (équipe d'ouvriers, poste de travail) [4].

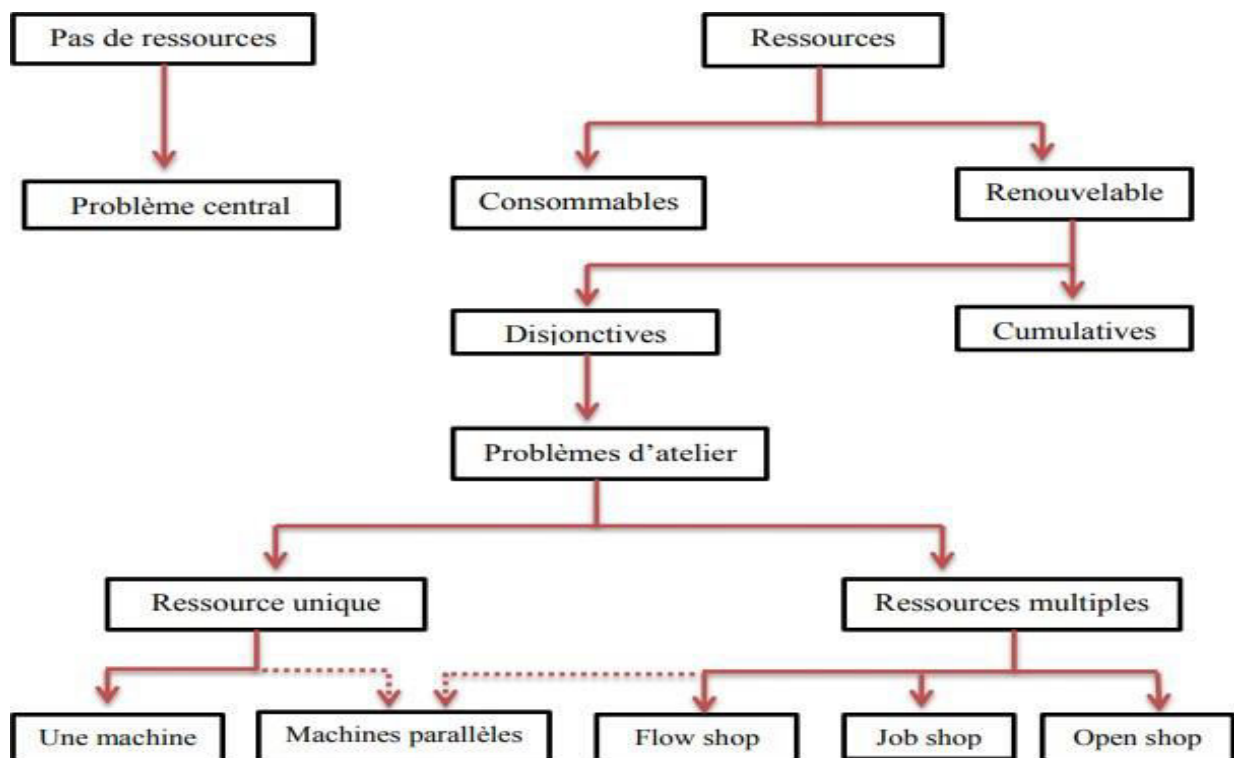


Figure 1.4 : La Représentation typologie des problèmes d’ordonnancement par les ressources tirée de [4].

5.4 Les contraintes

Une contrainte exprime des restrictions sur les valeurs que peuvent prendre conjointement une ou plusieurs variables de décisions.

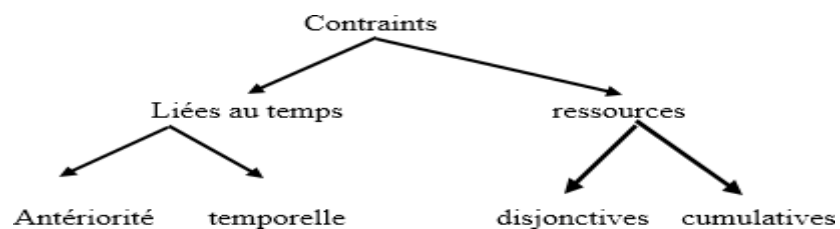


Figure 1.5 : Représentation du schéma des contraintes

- Contrainte Liées au temps :

- Les contraintes Antériorité décrivent les positionnements des taches qui doivent être respectés.

- Les contraintes temporelles (de la durée) c'est une restriction sur l'exécution de la tâche et qui dépend des temps.

- Contraintes d'enchaînement :

Nous qualifions de contrainte d'enchaînement ou de succession, une contrainte qui lie le début ou la fin de deux activités par une relation linéaire. Ce sont des contraintes imposées généralement par la cohérence technologique (les gammes opératoires dans le cas d'ateliers) qui décrivent des positionnements relatifs devant être respectés entre les tâches. [1]

- Contrainte ressources :

Exprime la nature et la quantité des moyens utilise des taches disponibles au cours du temps ainsi que la caractéristique de l'utilisation.

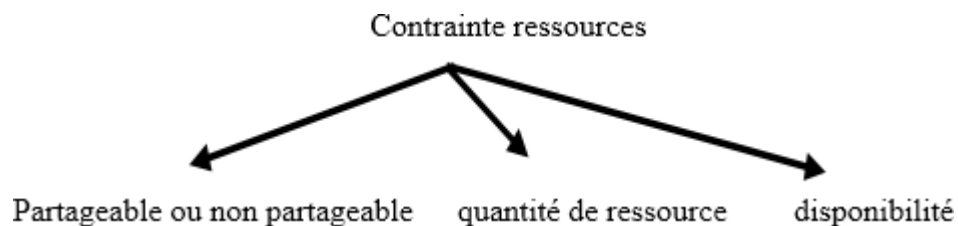


Figure 1.6 : Représentation du schéma des contraintes ressources

5.4.1 Inégalité des potentielles

Soit deux taches ij une inégalité des potentielles et de la forme $t_i - t_j > (\text{ou égale}) b_{ij}$ (b_{ij} constante réelle). Dans la contrainte antériorité généralement $i < j$ (i avant j) (i précède j) $b_{ij} > 0$.

Soit t_s la date de référence associé au début de projet ou prise pour origine des temps.

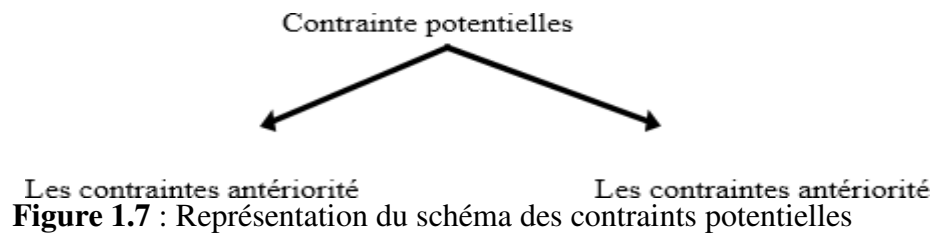


Figure 1.7 : Représentation du schéma des contraintes potentielles

5.4.2 Inégalité des disjonctions

Les contraintes disjonctives sont partie des contraintes de limitation de ressources renouvelables. Elles obligent à réaliser toute paire de tâches sur les intervalles de temps disjoints.

5.4.3 Les contraintes cumulatives

Les contraintes cumulatives font partie des contraintes de limitation de ressources renouvelables.

Elles interdisent la réalisation simultanée d'un nombre trop important de tâches compte tenu de la disponibilité maximale de la ressource à chaque instant et des quantités requises individuellement.

5.5 Les objectifs ou les critères d'évaluation (La fonction économique)

Un critère correspond à des exigences qualitatives et quantitatives à satisfaire permettant d'évaluer la qualité de l'ordonnancement établi. Les critères qui doivent satisfaire un ordonnancement sont variés. D'une manière générale, on distingue plusieurs classes d'objectifs concernant un ordonnancement.

- ✓ Les objectifs liés au temps : On trouve par exemple la minimisation du temps total d'exécution, du temps moyen d'achèvement, des durées totales de réglage ou des retards par rapport aux dates de livraison.
- ✓ Les objectifs liés aux ressources : maximiser la charge d'une ressource ou minimiser le nombre de ressources nécessaires pour réaliser un ensemble de tâches sont des objectifs de ce type.
- ✓ Les objectifs liés au coût : ces objectifs sont généralement de minimiser les coûts de lancement, de production, de stockage, de transport, etc.
- ✓ On peut classer les critères en critères réguliers et en critères irréguliers :
- ✓ Les critères réguliers : un critère est dit régulier s'il est une fonction décroissante des dates de fin d'exécution des opérations. Par exemple, la durée globale de fabrication d'un produit, minimisation du maximum des retards sur les dates

6. Notation et classification des problèmes d'ordonnancement

Etant donné la différence des problèmes d'ordonnancement, nous utilisons couramment un formalisme de classification, permettant de distinguer les problèmes d'ordonnancement entre eux et de les classer. Ce formalisme, comporte trois champs : α , β , γ . Permettant de décrire les différentes entités d'un problème d'ordonnancement.

6.1 Champ α : Organisation des ressources

Le champ α décrit la structure des problèmes ordonnancement et se décompose en deux sous champs : α_1 indique la nature des problèmes et α_2 désigne le nombre des machines. Le paramètre $\alpha_1 \in \{1 \text{ ou } \emptyset, P, Q, R, O, F, J, FH, JG, OG\}$ caractérise le type de machines utilisées. Le paramètre $\alpha_2 \in \{\emptyset, k\}$ caractérise le nombre de machines utilisées dans le problème.

6.2 Champ β : les types de contraintes et caractéristiques du système

Le second champ $\beta = \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \beta_6 \beta_7 \beta_8$ décrit les types de contraintes prises en compte et les caractéristiques de la ressource.

6.3 Champ γ : fonction objective

Le troisième champ, le champ γ , indique les fonctions objectives considérées ou les descriptions des critères d'évaluation d'un ordonnancement. Les objectifs visés sont liés à une bonne utilisation des ressources, une minimisation du délai global ou encore le respect d'un maximum de contraintes. Nous donnons ici les critères les plus couramment utilisés : C_{max} (Makespan), T_{Max} , ...

7 . La représentation du résultat

7.1 Le diagramme de Gantt

Le graphique de Gantt, encore appelé diagramme de Gantt, est une technique de visualisation de l'utilisation de moyens productifs et/ou de l'avancement de l'exécution de tâche [7].

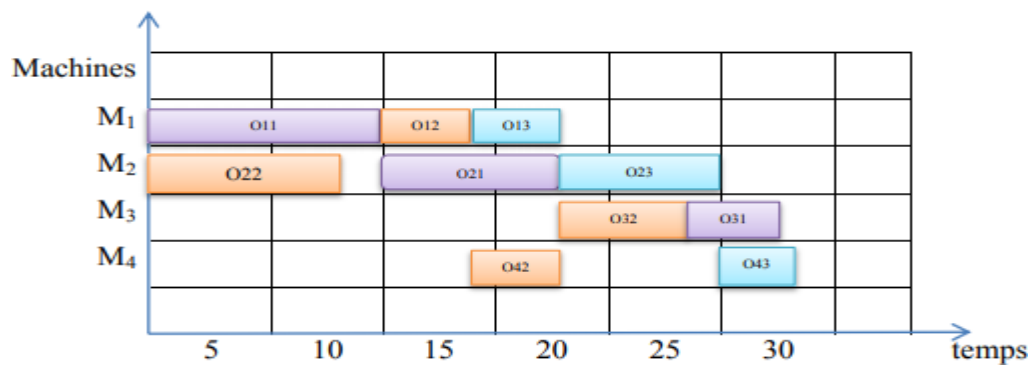


Figure 1.8 : la représentation d'un exemple de diagramme de Gantt. [7]

7.2 Graphe Potentiel-Tâches

Ce graphe a été développé grâce à la théorie des réseaux de Pétri qui ont particulièrement servi à modéliser les systèmes dynamiques à événements discrets [6].



Chapitre 2 : La gestion des commande

1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons essayer de rapporter des éléments de réponses à cette question comment maîtriser les processus de préparations de commande afin de minimiser les coûts et augmenter la satisfaction de leur clientèle. Nous nous intéresserons aux méthodes et au processus du picking, par la suite, nous évoquerons les zones de préparation de commande et leur dimensionnement pour enfin conclure avec les facteurs d'optimisation de la préparation des commandes.

2 Qu'est-ce que la gestion des commandes ?

La gestion des commandes débute lorsqu'un client passe une commande et se termine une fois qu'il reçoit son produit ou son service. Elle permet à une entreprise de coordonner l'ensemble du processus d'exécution de la collecte des commandes, à la disponibilité des services en passant par la visibilité des stocks et des livraisons. Le flux de travaux concerné peut varier en fonction des besoins d'une entreprise, mais un processus de gestion des commandes type comprend trois étapes. (a)

2.1 Passation de commande

Le client passe la commande via un formulaire automatisé. Un membre de l'équipe de vente vérifie les détails et confirme la commande.

2.2 Exécution de la commande

Un employé de l'entrepôt confirme les détails d'expédition, génère une facture et exécute la commande : collecter, emballer et expédier.

2.3 Gestion des stocks

Les niveaux des stocks sont surveillés car ils fluctuent en fonction de l'activité.



ce qu'un système de gestion des commandes ?

Un système de gestion des commandes (OMS) est une gestion numérique du cycle de vie d'une commande. ¹ Il suit l'ensemble des informations et des processus, y compris l'entrée de commande, la gestion des stocks, l'exécution et le service après-vente. Un OMS offre une visibilité à l'entreprise et à l'acheteur. Les organisations peuvent avoir un aperçu en temps réel des stocks et les clients peuvent vérifier la date d'arrivée d'une commande.(a)



Figure 2.2 :
système de

4 Pourquoi la gestion des commandes des clients est importante

La gestion des commandes touche pratiquement tous les systèmes et processus de supply chain. La plupart du temps, la gestion des commandes ne se fait plus au sein de l'entreprise. Les entreprises travaillent avec de multiples partenaires tels que des fournisseurs de pièces détachées et de composants, des services d'assemblage et d'emballage ou des centres de distribution, ce qui présente un risque de perte de visibilité et de contrôle d'une commande. Cela engendre des processus manuels coûteux pour terminer et livrer la commande sans erreur. Un OMS peut contrôler les coûts et générer des revenus en automatisant les processus manuels et en réduisant les erreurs.

En externe, la gestion des commandes a un impact direct sur la façon dont un client perçoit une entreprise ou une marque. Dans un environnement omnicanal, les clients attendent une expérience transparente. Un client peut passer des commandes en ligne mais avoir des questions et terminer la commande via un centre d'appels. Au fur et à mesure de l'exécution de la commande, le client s'attend à recevoir des mises à jour, par exemple sous forme d'e-mails. En cas de problème, il est susceptible de vouloir la renvoyer via un canal physique, comme un magasin. Chaque étape constitue une opportunité d'offrir une expérience client d'excellence et de favoriser la rétention ainsi que la création de revenus. Le parcours omnicanal présente

également des opportunités de formuler des recommandations de montée de gamme et de vente croisée, et donc d'accroître les revenus.

5 Principales caractéristiques d'une gestion des commandes efficace

Visibilité

Afficher l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement et isoler les événements pour anticiper les problèmes et développer des processus plus efficaces.

Renseignements

Affiner les processus de gestion des commandes selon les règles métier et les objectifs de performance de l'entreprise.

Flexibilité

Décomposer les commandes ou les événements en éléments de travail uniques pouvant être acheminés vers les systèmes ou ressources appropriés.

Stocks en temps réel

Obtenir une vue unique des stocks, voir ce qui est en stock, en transit et les niveaux de demande en cours - réduire la nécessité d'accélérer les expéditions ou de maintenir des stocks de sécurité excessifs.

Planification de la livraison et des services

Faire correspondre les engagements de livraison concernant les stocks, les ressources et les compétences ; permettre que les demandes de services soient traitées plus efficacement.

Technologies d'interaction avec les clients

Offrir au personnel confronté au client une vue du client, des stocks back-end et des ressources afin qu'ils puissent exécuter des transactions plus efficacement.

Optimisation de l'exécution

Analyser les données et recommander des options qui tiennent compte de la façon et du lieu où les clients veulent que les commandes soient expédiées, du délai de livraison et du coût.

6 Qu'est-ce que le traitement des commandes ?

Le traitement des commandes, c'est l'ensemble du processus qui s'enclenche lorsqu'un client effectue un achat, et qui se termine lorsqu'il ouvre son colis.

Les étapes menant à la livraison ne sont pas forcément les mêmes d'une entreprise à une autre.

C'est pourquoi vous devez vous poser une question simple :

« Qu'est-ce qui, dans votre activité, correspond à une commande traitée de manière efficiente ? »

On vous souffle un élément de réponse : dans une majorité de cas, il s'agit d'une promesse de livraison tenue, et d'un client fidélisé.

6.1 Les étapes du traitement des commandes

On l'a vu, le traitement des commandes se découpe en tâches clairement séparées, qui vont de l'achat par le client sur le site à la livraison de son produit. (b)

Voyons ensemble, précisément, de quelles tâches il s'agit :

Vérifier le paiement et l'adresse de livraison : élémentaire, il vous faut vous assurer que le client est solvable, et qu'aucune erreur n'a été commise lors du renseignement de l'adresse de livraison.

La disponibilité en stock : parfois, on ne dispose pas du bon outil informatique permettant une automatisation de l'inventaire. Un obstacle qui peut faire perdre un temps précieux dans l'efficacité du traitement des commandes.

Réaliser le picking (ou prélèvement) : étape qui consiste à aller récupérer le ou les articles commandés dans les rayonnages.

Le colisage : les articles commandés doivent être soigneusement emballés afin de leur garantir un transport sans risque. C'est la définition même de la préparation de commande.

L'expédition : le colis est embarqué par votre transporteur et est acheminé à destination.

Édition de facture : remise de la facture correspondante à l'achat au client.

6.2 Les Processus de préparation de commande

La préparation des commandes, quel que soit la méthode mise en œuvre, se compose successivement des trois opérations suivantes (c):

Prélèvement : Il s'agit de la collecte des articles dans leur emplacement de stockage ;

Tri : Cette opération consiste à identifier et rassembler les articles correspondant à un même poste de commande, à la même commande, à un même client.

Emballage : L'emballage des colis préparés a pour but de faciliter les opérations de manutention et de transport.

6.2.1 - Les méthodes de prélèvement

Les différentes méthodes de prélèvement décrites ci-dessous ne sont pas obligatoirement exclusives les unes des autres. Il est fréquent qu'elles soient utilisées de façon conjointe dans le même magasin.

Le seul souci est de satisfaire les demandes dans les meilleurs délais possibles. En fonction des nombreux critères propres à chaque gestionnaire, on peut entreprendre :

Le prélèvement par article. Les listes de prélèvement sont traitées au fur et à mesure qu'elles arrivent dans le magasin. Les articles sont par conséquent prélevés suivant l'ordre d'arrivée de la demande chez le préparateur ;

Le prélèvement de groupe. Sur la base de nombreuses commandes émises par les clients, le logiciel effectue une opération de groupage et trie les postes de commande par référence sur les listes de prélèvement. L'édition des listes est périodique. Le prélèvement effectué est alors suivi des opérations physiques de tri par commande et emballage ;

Le prélèvement par zone. Presque identique dans le principe au prélèvement par groupe, celui-ci a pour particularité le tri des postes de commande par emplacement de stockage dans les listes de prélèvement. Ce qui a l'avantage de permettre un gain de temps car les articles sont prélevés dans une même zone de stockage

6.2.2 - Les modes de tri

Deux principaux modes de tri sont utilisés lors de la préparation des commandes :

Le tri informatique des articles sur les listes de prélèvement. Son but principal est de faciliter le prélèvement et gagner du temps. Le tri des listes réduit le nombre de rotations vers un même emplacement ou une même zone de stockage ;

Le tri physique des articles après le prélèvement. Effectué dans des centres de tri, il a pour but la reconstitution des commandes clients et l'optimisation du transport de livraison. Les articles prélevés sont groupés par commande, par client, puis par zone géographique.

6.3 Les modes de préparation de commande

Les différents types d'organisation les plus courants sont décrits ci-dessous :

6.3.1 Le mode de préparation de détail « Pick then Pack ».

Il s'agit d'un mode de préparation à deux étapes. Dans un premier temps, les articles sont prélevés dans leur emplacement de stockage sur la base de listes de prélèvement. Ils sont ensuite acheminés vers une zone de préparation des commandes où ils seront triés, regroupés par commande et emballés.

6.3.2 Le mode de préparation de détail « Pick and Pack ».

Grâce à un système informatique adapté et bien renseigné, un carton muni d'une étiquette d'expédition et pouvant contenir le volume des articles d'une même commande est apprêté. Accompagné de la liste des postes de commandes, ce carton est acheminé vers les différents points de prélèvement pour être alimenté. Ce mode de préparation exige des investissements assez élevés en technologie et systèmes dynamiques de convoyage.

6.3.3 Le mode de préparation assistée « Pick to Light ».

Adapté pour les magasins de stockage des petits composants, ce mode de préparation a la particularité de faire appel à l'utilisation de dispositifs lumineux (PCAO, Préparation des Commandes Assistée par Ordinateur) pour guider et renseigner le préparateur de la commande. Chaque emplacement de stockage (tiroir ou alvéole) est muni d'un afficheur numérique associé à un voyant lumineux. Le voyant indique l'adresse de prélèvement au préparateur alors que l'afficheur indique les quantités à prélever. Grâce à un bouton poussoir, le préparateur signale au système que le prélèvement a été effectué.



Figure 2.3 : Le mode de préparation assistée « Pick to Light »

6.3.4 Le mode de préparation « Pick to belt ».

Ce mode de préparation se rencontre dans les zones de stockage muni d'un convoyeur de drainage. Adapté pour effectuer des prélèvements en masse. Les cartons contenant des quantités importantes d'articles sont déposés sur le convoyeur qui alimente à son tour le centre de tri.



Figure 2.4 : Le mode de préparation « Pick to belt »

6.4 Les zones de préparation de commande

6.4.1 La zone de consolidation

Cette zone est destinée à regrouper l'ensemble des préparations concernant la même commande. Certains magasins s'en dispensent et cela pour plusieurs raisons. Si la majorité des commandes traitées ne fait qu'une seule ligne, il peut être décidé que, lorsqu'une commande comporte plusieurs lignes, le client reçoive plusieurs colis séparés.

Il peut aussi être décidé que les transporteurs se chargeront de cette tâche de regroupement.

Enfin, en cas de transfert automatique des préparations vers les zones en aval, le système de manutention peut se terminer par un trieur qui effectuera, au moins en partie, ces regroupements. Ce trieur peut être constitué simplement d'une série d'aiguillages divergents ou par des équipements beaucoup plus performants.

6.4.2 Les zones d'emballage

Quand la fonction emballage est nécessaire, elle peut être située dans la zone de consolidation précédente. L'emballage peut être entièrement manuel, assisté par quelques équipements ou automatisé. Les surfaces à prévoir dépendront directement des solutions envisagées.

Dans tous les cas, le stockage à proximité des articles de conditionnement ne doit pas être oublié, de même que les périphériques informatiques destinés à l'édition des étiquettes et éventuellement des différents bordereaux.

C'est dans cette zone que les dispositifs de houssage ou de banderolage de palettes seront implantés si le besoin en a été exprimé. Le traitement des palettes ne pourra avoir lieu que lorsque toutes les opérations de contrôle auront été effectuées.

6.4.3 Les zones de contrôle départ

Le contrôle des expéditions consiste à vérifier :

- ✓ Les références des articles présents
- ✓ Et que leur nombre correspond bien aux quantités de la commande client.

Dans le cadre d'une action qualité totale de l'entrepôt et si une commande n'est traitée que par un seul préparateur, ce contrôle au départ est souvent supprimé. S'il ne l'est pas, des dispositions peuvent être prises pour le faciliter.

Une solution passe par le contrôle du poids. Une autre solution passe par l'identification automatique des articles. Si chaque article est muni d'une étiquette d'identification à codes à barres, le contrôleur peut saisir ces informations à l'aide d'un lecteur. Ce lecteur est relié au calculateur qui compare alors la liste des articles identifiés à la liste des articles attendus. Ce type de contrôle détecte toutes les erreurs.

Pour la définition des surfaces à réserver à cette fonction, il est nécessaire de prendre en compte une zone tampon permettant de désynchroniser l'arrivée effective des articles en provenance du magasin et le contrôle proprement dit. Les tables de travail, les bascules et les périphériques informatiques ne doivent pas être oubliés.

6.4.4 Les zones d'attente de départ

Il y a trois raisons au moins pour que la préparation des expéditions soit terminée sensiblement avant l'arrivée du véhicule d'enlèvement, d'où la nécessité d'avoir des zones de stockage relativement importantes.

Parmi ces raisons, il y a les aléas qui peuvent survenir lors de la préparation, il faut donc

prendre une marge de sécurité ; ensuite il y a les aléas que peuvent subir les transporteurs et qui les feront arriver en retard ; il y a surtout la nécessité de lisser l'activité des préparateurs. Et pour cela les plages horaires réservées à la préparation pourront être sensiblement différentes de celles réservées aux enlèvements, plus longues et décalées.

Une zone d'attente particulière peut être dédiée aux commandes dites « à délai » ou aux commandes export. Les palettes correspondantes peuvent séjourner plusieurs jours, voire plusieurs semaines, le temps d'établir les documents douaniers, de vérifier la solvabilité des clients, d'organiser un transport spécial, etc.

La surface des zones d'attente correspondra aux surfaces de plates- formes des véhicules. Elles seront matérialisées par un contour à la peinture blanche pour faciliter le travail des caristes et aider au respect de l'organisation de la zone. Ces surfaces sont séparées des zones de circulation. Ces allées doivent permettre l'évolution très aisée des transpalettes qui effectueront le chargement des véhicules. Une réduction de la largeur de ces allées aurait une répercussion directe sur les temps de chargement. Elles devront être d'environ trois mètres.

la taille des quais ainsi que les accords pris avec le ou les transporteurs le permettent, des remorques peuvent être mises à quai pendant les périodes de préparation. De cette façon les préparations seront chargées immédiatement dans les remorques dès qu'elles seront disponibles. Cette disposition mobilise une position de quai, mais elle libère des surfaces intérieures et évite une reprise de charge.

7 les facteurs d'optimisation de la préparation de commande

Pour obtenir une efficacité et efficacité dans le processus de préparation de commandes (en termes de coûts, délais et qualité), on peut appliquer les axes suivants (liste non exhaustive)

7.1 Le contrôle pondéral

Le concept est simple. Il s'agit de comparer le poids théorique d'un colis, colis standard ou colis détail, au poids effectif. Le poids théorique est issu de la base de données logistiques, directement pour les colis standards ou par addition des poids unitaires pour les colis détail hétérogènes. Le poids effectif mesuré en cours ou en fin de préparation le plus souvent au vol sur un convoyeur.

Si le poids mesuré ne correspond pas, à la tolérance près, au poids attendu, on en déduit qu'il y a eu une erreur lors de la préparation. Mais tout n'est pas si simple en réalité. Les sources d'erreurs sont multiples.

Les faiblesses du dispositif

Ces faiblesses sont de deux sortes : les « fausses erreurs » créées par le système et les « vraies erreurs » non détectées.

Parmi les sources d'erreur les plus souvent rencontrées dans la première catégorie, on peut citer :

- Mauvaise saisie lors de l'établissement de la fiche logistique (d'où l'intérêt du dispositif automatique)
- Changement de fabrication ou de conditionnement sans remise à jour de la base de données
- Sources d'approvisionnement multiples (dual sourcing) de produit ou de conditionnement. (Les flacons de deux verriers différents n'ont pas le même poids)
- Variation de l'hygrométrie ambiante (à la fin d'une semaine pluvieuse, certaines matières ont pu s'alourdir de 10%)
- Dérive du système de pesage.

Dans la seconde catégorie, on peut citer :

- Réglage de la tolérance trop laxiste.
- Confusion, lors de la préparation, entre deux références pesant le même poids
- Deux erreurs, une en plus et une en moins, qui s'annulent
- Erreur, en plus ou en moins, sur une référence dont le poids est inférieur à la tolérance
- Dérive du système de pesage une nouvelle fois.

L'ensemble des points ci-dessus explique la position tranchée des détracteurs du contrôle pondéral. Une étude récente a montré que le taux des erreurs affichées était en moyenne, pour tous les sites étudiés, de l'ordre de 22%, alors que le taux des erreurs réelles était souvent dix fois moindre.

8. La meilleure solution

Comme début de parade, il a quelquefois été proposé de placer le poste de contrôle après la préparation des articles pondéreux et avant la préparation des articles légers. Cette démarche ne résout pas tous les problèmes cités plus haut, loin de là, et impose une implantation contraire à l'optimisation des déplacements.

Même si elle paraît dispendieuse, la meilleure solution semble être l'installation d'un contrôle à la sortie de chaque poste de préparation. Le système devra enregistrer le poids du bac ou du colis à l'entrée du poste. Ensuite, il devra vérifier que le poids, au départ du poste, correspond bien au poids initial augmenté du poids des articles à prélever au poste. Sinon, le

bac ou le colis sera immobilisé au poste avec déclenchement d'une alarme ou dévié automatiquement, plus loin, vers un poste de contrôle manuel.

Cette disposition ne vaut que pour la préparation détail. Le contrôle des colis standards devra se faire par identification automatique de la référence. Dans les deux cas, quelques sources d'erreurs subsistent, mais l'on saurait difficilement faire beaucoup mieux.

8.1 Réduction de la longueur des trajets :

En optant pour une classification et un rangement des références du type ABC (références les plus commandées en volume sont situées aux endroits les plus accessibles. Pour en savoir plus voir La méthode ABC (loi de Pareto))

En respectant des circuits de préparation qui n'obligent pas le préparateur à passer plusieurs fois au même endroit (ordre de prélèvement optimisé)

8.2 Limitation des ruptures de charge :

En renseignant au fur et à mesure les mouvements de marchandise (rigueur des préparateurs et caristes requise)

En utilisant un outil de pilotage de l'entrepôt en temps réel En réapprovisionnant le picking de manière efficace

8.3 Limitation des risques d'avaries :

En mettant en place des chemins de préparation de commandes qui respectent la nature des produits (ne pas préparer en même temps des articles toxiques avec de l'alimentaire par exemple)

En prélevant les articles dans un ordre qui respecte le poids et la densité des articles (au cours de la préparation, placer les articles les plus denses en dessous des articles fragiles)

8.4 Optimisation de l'accessibilité des articles

En ne plaçant pas les références lourdes en hauteur

En ne rangeant pas les articles trop en profondeur dans les étagères

En mettant en place des allées de préparation qui permettent aux préparateurs de se croiser et de se doubler

En ne lançant pas en même temps trop de préparations dans la même zone (risques d'embouteillage devant les emplacements picking des références à plus forte rotation)

8.5 Utilisation des meubles de rangement adaptés aux caractéristiques des produits:

En choisissant des meubles de stockage en fonction de la rotation des références (par exemple les dynamiques pour les articles à forte rotation). Voir : les croquis d'étagères et de dynamiques colis, meubles utilisés pour le picking (préparation de commandes)

En choisissant des meubles de stockage en fonction du volume et de la densité des articles

8.6 Les Ergonomie des postes de travail

La disposition ergonomique du prélèvement frontal, la présentation des produits, la prise en compte de la fréquence des prélèvements lors de l'affectation des emplacements par le système de commande et le logiciel de gestion de stock.

9. Conclusion

La préparation de commandes de détail de plusieurs milliers ou de dizaines de milliers d'articles requiert une étude minutieuse de l'implantation des zones de picking et une parfaite maîtrise des paramètres qui gèrent son approvisionnement car c'est là que se gagne la performance en termes de productivité et de délais.

La qualité de l'implantation du picking autour d'une chaîne mécanisée est un facteur essentiel de la réussite de son démarrage et d'une montée en puissance rapide.

Pour cela il est nécessaire :

- De disposer ou recueillir des données fiables et complètes ;
- Avoir une approche méthodologique rigoureuse ;
- S'appuyer sur une équipe disponible et compétente pour gérer la transition.

*Chapitre 3 : Application
d'un modèle parallèle de la
méthode PSO au problème
de l'odore de client*

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

1. Introduction

Suite à l'évolution continue des ressources matérielles dans le domaine informatique, les ordinateurs ont vu leur nombre de processeurs/cœurs augmentés ces dernières années afin de compenser les limites d'augmentation de puissance d'un seul processeur et d'obtenir un facteur d'accélération, puisqu'avec plus de puissance de calcul on pourrait résoudre plus rapidement un problème. Afin d'exploiter pleinement cette puissance de calcul, il convient de réaliser des applications capables d'effectuer plusieurs tâches en parallèle (processus Unix, threads Java par exemple). Les threads, sont la technologie utilisée en Java pour rendre les applications multitâches. Nous nous sommes intéressés à cette technologie afin de profiter des avantages du parallélisme en termes de diminution du temps de calcul, et de la bonne exploitation des ressources matérielles de la machine.

La méthode PSO est une méta-heuristique qui permet de trouver l'optimum d'une fonction en un temps de traitement raisonnable, sauf pour les instances de grande taille où le calcul scientifique est intensif ce qui nécessite un temps de calcul considérable. L'utilisation de modèles parallèles appropriés diminue le temps de calcul et donne des résultats plus satisfaisants que les modèles séquentiels. Fuir la convergence prématurée de la méthode, est aussi un point primordial sur lequel plusieurs chercheurs ont mené leurs études et ont proposé plusieurs versions.

Le modèle que nous proposons dans ce papier, est une version basée sur l'algorithme PSO utilisant des threads pour le calcul parallèle, et une notion de voisinages dynamiques pour éviter la convergence prématurée de la méthode ; ce modèle a été appliqué pour améliorer la fiabilité du pylône électrique.

Le reste de ce papier est organisé comme suit : dans la section 2, nous présentons la méthode d'optimisation PSO. Dans la section 3, nous décrivons notre approche de parallélisations. La section 4 sera consacrée à la description de la problématique du pylône électrique. Les tests effectués et l'interprétation des résultats obtenus feront l'objet de la section 5, suivie d'une conclusion.

2. L'optimisation par essaim particulière

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

Les méta-heuristiques, sont des méthodes d'optimisation permettant d'obtenir une valeur approchée de la solution optimale en un temps raisonnable. Elles ont pour objectif la résolution d'un ensemble de problèmes dans différents domaines sans avoir à modifier le principe de base de l'algorithme de la méthode. Un intérêt particulier est apporté à la méthode d'optimisation approchée PSO. Elle est basée sur les « interactions sociales » entre des « agents » appelés « particules », dans le but d'atteindre un objectif donné dans un espace de recherche commun où chaque particule a une certaine capacité de mémorisation et de traitement de l'information. Cette méta-heuristique d'optimisation stochastique a été proposée en 1995 par James Kennedy socio-psychologue et Russell Eberhart ingénieur électricien.[10]

2.1 Définition de la méthode

Dans PSO le comportement social est modélisé par une équation mathématique permettant de guider les particules durant leur processus de déplacement. Le déplacement d'une particule est influencé par trois composantes : la composante d'inertie, la composante cognitive et la composante sociale. Chacune de ces composantes reflète une partie de l'équation, figure 2.1:

- 1) La composante d'inertie : la particule tend à suivre sa direction courante de déplacement ;
- 2) La composante cognitive : la particule tend à se diriger vers le meilleur site par lequel elle est déjà passée ;
- 3) La composante sociale : la particule tend à se diriger vers le meilleur site atteint par ses voisines.

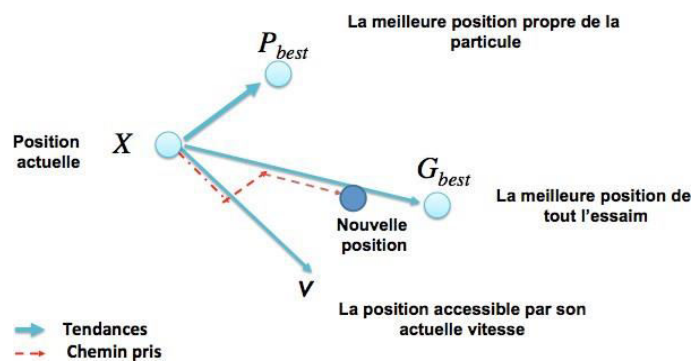


Figure 3.1. Déplacement d'une particule

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

2.2 Formalisation

Une particule i de l'essaim dans un espace de dimension D est caractérisée, à l'instant t , par :

- X : sa position dans l'espace de recherche ;
- V : sa vitesse ;
- P_b : la position de la meilleure solution par laquelle elle est passée ;
- P_g : la position de la meilleure solution connue de tout l'essaim ;
- $f(P_b)$: la valeur de fitness de sa meilleure solution ;
- $f(P_g)$: la valeur de fitness de la meilleure solution connue de tout l'essaim.

Le déplacement de la particule i entre les itérations t et $t+1$ se fait selon les deux équations [1] et [2]:

$$V(t+1) = V(t) + C_1 r_1 (P_b(t) - X(t)) + C_2 r_2 (P_g(t) - X(t))$$

[1]

$$X(t+1) = X(t) + V(t+1)$$

[2]

- C_1 et C_2 : deux constantes qui représentent les coefficients d'accélération, elles peuvent être non constantes dans certains cas selon le problème d'optimisation posé
- r_1 et r_2 : deux nombres aléatoires tirés de l'intervalle $[0,1]$.

2.3 Algorithme

L'algorithme de base de la méthode PSO proposé par, commence par une initialisation aléatoire des particules dans leur espace de recherche, en leur attribuant une position et une vitesse initiales. À chaque itération de l'algorithme les particules se déplacent selon les équations (1) et (2) et les fonctions objectif (fitness) des particules sont calculées afin de pouvoir calculer la meilleure position de toutes P_g . La mise à jour des P_b et P_g est faite à chaque itération suivant l'algorithme cité en figure 3.2. Le processus est répété jusqu'à satisfaction du critère d'arrêt.

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

```
Début  
Initialiser les paramètres et la taille S de l'essaim;  
Initialiser les vitesses et les positions aléatoires des particules  
dans chaque dimension de l'espace de recherche;  
Pour chaque particule,  $P_b = X$ ;  
Calculer  $f(X)$  de chaque particule;  
Calculer  $P_g$ ; // la meilleure  $P_b$   
Tant que (la condition d'arrêt n'est pas vérifiée) faire  
Pour (i allant de 1 à S) faire  
Calculer la nouvelle vitesse à l'aide de l'équation (1);  
Trouver la nouvelle position à l'aide de l'équation (2);  
Calculer  $f(X)$  de chaque particule;  
Si  $f(X)$  est meilleure que  $f(P_b)$  alors  
 $P_b = X$ ;  
Si  $f(P_b)$  est meilleure que  $f(P_g)$  alors  
 $P_g = P_b$ ;  
Fin pour  
Fin tant que  
Fin  
Afficher la meilleure solution trouvée  $P_g$ ;
```

Figure 3.2. Pseudo code de l'algorithme de base de la méthode PSO

2.4 Configuration de la méthode

Il existe plusieurs paramètres qui interviennent et influencent la performance de la méthode PSO. Le choix de ces paramètres reste critique et dépend généralement du problème posé, mais a une grande influence sur la convergence de l'algorithme. Parmi les paramètres qui rentrent en ligne de compte citons :

- La dimension du problème ;
- Le nombre des particules ;
- La disposition des particules ;
- Les coefficients de confiance ;
- La vitesse maximale ;
- Le facteur d'inertie ;
- Le facteur de construction ;
- La notion du voisinage ;
- Le critère d'arrêt.

Nous allons par la suite nous intéresser plus particulièrement aux quatre derniers paramètres.

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

2.5 Le coefficient d'inertie

Le coefficient d'inertie w a été introduit par pour contrôler l'influence de la direction de la particule sur le déplacement futur. Le but de l'introduction de ce paramètre est de réaliser un équilibre entre la recherche locale (exploitation) et la recherche globale (exploration). La formule [1] de calcul de la vitesse devient :

$$V(t+1) = wV(t) + C_1 r_1 (Pb(t) - X(t)) + C_2 r_2 (Pg(t) - X(t))$$

La valeur de w est généralement constante, mais peut être variable dans certains cas, une grande valeur de w est synonyme d'une grande amplitude de mouvement et donc d'exploration globale de l'espace de recherche. Les études menées par indiquent une meilleure convergence pour w entre 0.8 et 1.2. La détermination de la meilleure valeur de ce paramètre pour chaque algorithme se fait à travers des expérimentations numériques. Dans, les auteurs ont proposé un coefficient d'inertie dynamique qui varie au cours du temps, et diminue linéairement au cours du processus de l'optimisation. Il commence par une valeur proche de 0.9 et descend linéairement pour arriver à 0.4.

2.6 Le facteur de constriction

Le facteur de constriction k a été proposé par , dans le but d'améliorer la convergence de l'algorithme, de prévenir l'explosion de l'essaim et de contrôler la vitesse des particules afin d'échapper au problème de la divergence de l'essaim qui cause la convergence prématurée de l'algorithme. La formule de la vitesse [1] devient alors :

$$V(t+1) = kV(t) + C_1 r_1 (Pb(t) - X(t)) + C_2 r_2 (Pg(t) - X(t))$$

[3]

$$Ou \quad k = \frac{2}{2 - \sigma - \sqrt{\sigma^2 - 4\sigma}} \quad | \quad et \quad \begin{cases} \sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \geq 4.0 \\ \sigma_1 = C_1 r_1 \\ \sigma_2 = C_2 r_2 \end{cases}$$

Selon d'autres études menées par, dans certains cas, le coefficient de constriction seul ne permet pas la convergence vers la solution optimale pour un nombre d'itérations donné. Pour résoudre ce problème, il peut être intéressant de fixer $V_{max} = X_{max}$ en plus du coefficient de constriction, ce qui permet d'améliorer les performances globales de l'algorithme.

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

2.7 La notion du voisinage

Le voisinage constitue la structure du réseau social. Le voisinage d'une particule représente avec qui chacune des particules va pouvoir communiquer. Il existe deux principaux types de voisinages :

Le voisinage géographique : ce type de voisinage représente la proximité géographique, c'est la notion la plus naturelle du voisinage pour les essaims particulaires, les voisins sont considérés comme les particules les plus proches. Cependant, à chaque itération, les nouveaux voisins doivent être recalculés à partir d'une distance prédéfinie dans l'espace de recherche. C'est donc un voisinage dynamique qu'il convient de définir et d'actualiser à chaque itération. C'est ce type de voisinage qui a été retenu dans notre approche.

Le voisinage social : ce type de voisinage représente la proximité sociale, les voisinages ne sont plus l'expression de la distance mais l'expression de l'échange d'informations, les voisins sont définis à l'initialisation et ne sont pas modifiés par la suite. Une fois le réseau des connexions sociales établi, il n'y a pas besoin de le réactualiser. C'est donc un voisinage statique.

La modification de la formule de vitesse (1) est réalisée en utilisant un nouveau terme dans l'équation.

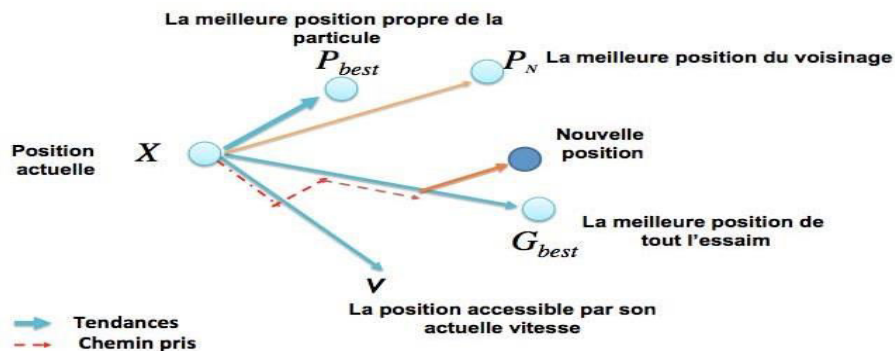
Il a été introduit par, son illustration paraît dans la figure 3.3:

$$V(t+1) = V(t) + C1r1(Pb(t) + X(t)) + C2r2(Pg(t) - X(t)) + C3r3(Pn(t) + X(t))$$

où :

P_n : la meilleure position du voisinage ;

C_3 : le coefficient d'accélération, appelé aussi paramètre social ; r_3 : nombre aléatoire tiré de l'intervalle $[0,1]$.



Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

Figure 3.3. *Déplacement d'une particule*

Le réseau de rapports entre toutes les particules est connu sous le nom de "la topologie de l'essaim". Le choix d'une topologie du voisinage à une importance cruciale, plusieurs études de topologies ont été menées à ce propos, différentes combinaisons ont été proposées dont les plus utilisées sont susmentionnées ci-dessous :

Topologie en anneau (figure 2.4 (a)) : chaque particule est reliée à n particules, (généralement $n = 3$), chaque particule tend à se diriger vers la meilleure dans son voisinage locale.

Topologie en rayon (figure 2.4 (b)) : la communication entre les particules est faite via une particule centrale, seule cette dernière ajuste sa position vers la meilleure, s'il y a amélioration de sa position, l'information est alors propagée à ses congénères.

Topologie en étoile (figure 3.4 (c)) : chaque particule est reliée à toutes les autres, le réseau social est complet, ie. L'optimum du voisinage est l'optimum global. C'est le réseau de communication "anneau" qui a été utilisé comme topologie pour notre modèle.

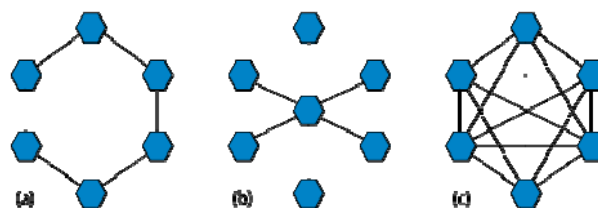


Figure 3.4. *Différents types de topologies pour un essaim de particules*

2.8 Le critère d'arrêt

Le critère d'arrêt diffère suivant le problème d'optimisation posé et les contraintes de l'utilisateur, il est fortement conseillé de doter l'algorithme d'une porte de sortie puisque la convergence vers la solution optimale globale n'est pas garantie dans tous les cas de figure même si les expériences dénotent la grande performance de la méthode. De ce fait plusieurs études ont été menées dans ce sens, différentes propositions ont eu lieu : l'algorithme doit alors s'exécuter tant que l'un des critères de convergence n'a pas été

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

atteint cela peut être : le nombre maximum d'itérations ; l'optimum global est connu a priori, on peut définir une "précision acceptable". D'autres critères d'arrêt peuvent être utilisés selon le problème d'optimisation posé et des contraintes utilisateurs. Trois critères sont proposés pour notre modèle et que nous présenterons dans la section 3.

3. Proposition d'une approche de parallélisations de la méthode PSO

Dans l'implémentation de l'algorithme classique de la méthode PSO, tous les calculs se font d'une manière séquentielle, c'est de là que vient l'idée de la parallélisations pour améliorer les performances de l'algorithme. Plusieurs scénarios s'imposent, celui que nous avons adopté pour notre implémentation, permet de paralléliser les calculs en lançant un ensemble de threads sur des lots de particules se positionnant dans des voisinages différents.

Les threads, sorte de processus, s'exécutent en parallèle pour chaque itération de l'algorithme. Chaque thread exécute le traitement d'une itération de son lot de particules, et attend que les autres threads finissent leurs traitements pour mettre à jour les voisinages et commencer une nouvelle itération. Ce scénario se répète jusqu'à l'obtention d'une solution satisfaisante : "atteinte du critère d'arrêt".

Nos voisinages ont la forme de sphères, qui sont mises à jour à chaque itération : leurs centres évoluent et la valeur du rayon change suivant des conditions relatives au nombre de voisinages.

La particularité de l'approche consiste à profiter de la robustesse de l'algorithme PSO dans le choix du bon paramétrage, plus particulièrement la notion de voisinage dynamique, dans le but de créer la diversité dans la recherche et dans le partage de l'information pour une convergence plus optimale. Aussi bien le calcul parallèle qui permet d'accélérer les calculs afin d'avoir une solution optimale dans un temps de calcul optimisé. La figure 3.1 est une représentation de l'approche proposée.

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

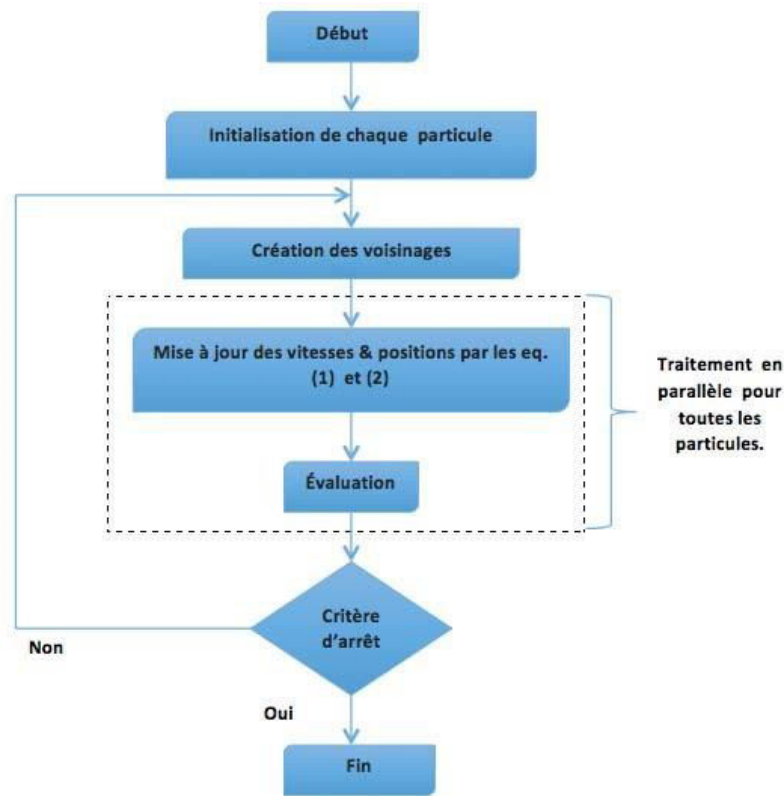


Figure 3.1. Représentation de l'approche implémentée

3.1 Paramétrage de la méthode

Chaque paramètre de l'algorithme PSO a une influence importante sur le comportement des particules et donc de la convergence de l'algorithme ; et même si la méthode PSO présente des résultats satisfaisants, le choix du bon paramétrage de la méthode reste un point critique en tant qu'une des clés de succès pour tout algorithme PSO. Dans la section précédente, nous avons présenté quelques paramètres qui influencent le comportement des particules dans leurs déplacements à la recherche de l'optimum. Le jeu de paramètres que nous avons élaboré dans notre modèle consiste en l'utilisation de plusieurs paramètres variables, que l'on peut modifier depuis l'interface utilisateur dédiée pour cela, tout dépend des exigences du problème d'optimisation posé. Pour notre problématique, une expérimentation massive a été effectuée, pour trouver le jeu de paramètres adéquat ; et qui a donné des résultats que nous estimons satisfaisants.

À noter, qu'un simple changement de la valeur d'un paramètre peut changer grandement le résultat, et peut même mener à une convergence prématurée. Le principe de création des voisinages, le traitement parallèle, le critère d'arrêt et l'algorithme vont être

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

précisés ci-dessous.

3.1.2 Création des voisinages

Les voisinages sont de sphères dynamiques, à chaque itération le nombre de particules comprises dans les différentes sphères change selon les nouvelles positions des particules et la valeur du rayon.

La création des sphères se fait de la manière suivante : On initialise les positions des particules, on spécifie la valeur initiale du rayon, on considère une première particule P_c . Elle représente alors le centre de la sphère S de rayon r . Une particule P_a est voisine de la particule P_c si la distance euclidienne de P_a à P_c est inférieure ou égale à la valeur du rayon r . Sinon, elle devient centre d'une nouvelle sphère. Toute nouvelle particule a son appartenance étudiée par rapport aux diverses sphères créées avant de décider de la création d'une nouvelle sphère.

Par ailleurs, si le nombre de sphère est réduit (nombre prédéfini) alors le rayon commun aux sphères est diminué sensiblement. La particularité des voisinages de notre modèle est qu'on bénéficie des avantages de la notion du voisinage dans le partage de l'information et la coopération entre les sous-essaims, sans avoir à tomber dans le piège d'une convergence prématurée. Dans le modèle de l'algorithme PSO avec voisinage, le partage de P_n "la meilleure de chaque voisinage" se fait à chaque itération, et sur la base d'une comparaison de toutes les P_n obtenues, on définit la meilleure de tout l'essaim P_g . Ceci dit, si une particule d'un voisinage se dirige vers un site promoteur (contenant une bonne solution), et qu'elle se déclare meilleure de son voisinage, à la fin de l'itération l'information sera propagée, et cette particule sera déclarée meilleure de tout l'essaim, donc elle influencera la formule de déplacement de toutes les particules, qui vont se diriger vers ce site. Nous supposons que ce site contient un optimum local, et qu'il y a bien évidemment la solution optimale quelque part dans l'espace global de recherche, mais vue l'influence de l'information propagée à chaque itération dans le déplacement des particules, ces dernières se dirigent vers le mauvais chemin, ce qui mène à une convergence prématurée.

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

Ce que nous proposons dans notre modèle, est que les différents voisinages cherchent la solution indépendamment de la valeur du Gb. Chaque particule se déplace en fonction de sa meilleure valeur Pb, et la meilleure de son voisinage Pn. Notre modèle respecte toujours le principe de base de l'algorithme PSO basé sur la coopération entre les particules, et le partage de l'information qui existent toujours, puisque les voisinages sont dynamiques. A chaque itération les particules changent de voisinages et donc elles diffusent leurs informations dans les nouveaux voisinages. Le non partage de la Pg (meilleure position connue globale) à chaque itération permet une meilleure exploitation de l'espace de recherche et donne plus de chance aux particules d'éviter l'anomalie de la convergence prématurée de l'algorithme.

3.1.2 Le calcul parallèle

Notre approche basée sur l'algorithme PSO, consiste à lancer un ensemble de traitements (threads) en parallèle. Chaque thread s'occupe du traitement d'un lot de particules pour toutes les itérations jusqu'à atteinte du critère d'arrêt. À la fin de chaque itération, une synchronisation des threads se fait afin d'évaluer les résultats obtenus pour chaque voisinage et mettre à jour les voisinages pour commencer une nouvelle itération.

3.1.4 Le critère d'arrêt

Le choix d'un critère optimisé n'est généralement pas simple. Pour plus de diversité dans le programme, nous avons opté pour trois critères d'arrêt :

- 1) Le nombre maximum d'itérations sans amélioration ;
- 2) Une précision relative au rayon ;
- 3) Une précision relative à la distance du Gbest.

En ce qui concerne le premier critère, nous spécifions un nombre d'itérations au bout duquel sans amélioration remarquable de la solution on arrête le programme. Le deuxième critère est relatif à une valeur précisant le rayon minimal accepté, si cette valeur est atteinte alors l'exécution du programme s'arrête. Le troisième critère concerne la valeur de la meilleure position de tout l'essaim, si la distance entre la valeur de la meilleure position à l'itération t et la meilleure position à l'itération t+1 est égale à une précision spécifiée, c'est à dire qu'il n'y a pas d'amélioration notable de la solution alors il y a arrêt

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

des calculs. Tous ces critères sont implémentés, paramétrables depuis l'interface utilisateur, et leurs valeurs varient selon le problème à optimiser. Dans notre cas, nous avons lancé les tests en utilisant ces trois critères, en changeant à chaque fois leurs valeurs, afin de trouver les valeurs les plus optimales à notre problématique. Après avoir trouvé cette combinaison de valeurs, on lance l'exécution et une fois l'un des critères est atteint, le programme s'arrête.

3.1.5 Les étapes de l'algorithme

Les principales étapes de l'algorithme de notre approche sont les suivantes :

Étape 1 : Attribuer les particules pour l'ensemble de l'espace de recherche en générant leurs positions, vitesses et topologie de communication.

Étape 2 : Créer les voisinages via la valeur initiale du rayon.

Étape 3 : Diviser le traitement de l'algorithme PSO sur un ensemble de traitements : pour chaque traitement on attribue un thread.

Étape 4 : Attribuer les lots de particules aux threads

Étape 5 : Lancer les traitements de tous les threads en parallèle pour une itération.

Étape 6 : Mettre à jour les voisinages selon les nouvelles positions des particules et la nouvelle valeur du rayon s'il y a lieu.

Étape 7 : Si le critère d'arrêt est satisfait, arrêter, sinon passer à l'étape 5. Étape 8 : Le résultat est la meilleure solution obtenue parmi les threads.

4. Problématique

Le problème considéré dans cette étude peut être formellement défini comme suit : Les commandes des clients arrivent à une station de service selon un processus de Poisson avec des temps de taux λ et d'inter-arrivée $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ où n est l'indice de commande. Chaque commande se compose de T types de produits, $T=\{1,2,\dots,T\}$, et chaque type de produit t a une charge de travail aléatoire indépendante $\{q_n^t\}_{n=1}^{\infty}$ avec attente $E[q_n^t] < \infty$. [d]

La station-service se compose d'un ensemble de serveurs parallèles $M, M=\{1,2,\dots,M\}$. Une file d'attente séparée avec un tampon infini est formée devant chaque serveur. Les vitesses de traitement sont prédéterminées par la matrice de vitesse $V=[v_{mt}]_{M \times T}$ qui est indépendant des charges de travail et des temps d'arrivée. Le volume de travail de tout type

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

de produit peut être divisée arbitrairement et traitée indépendamment sur chaque serveur. À l'arrivée d'une commande client, la politique d'affectation de la charge de travail $\delta = [\delta_{mt}]_{M \times T}$ est appliqué, où δ_{mt} est la portion de type tworkload assignée au serveur m. L'agrégation des charges de travail dans une commande sur chaque serveur forme le processus de temps de service $\{s_n^m(\delta)\}_{n=1}^{\infty}$.[d]

Le traitement dans une file d'attente donnée est sur la base du FIFO et la préemption de toute sorte n'est pas autorisée. Par conséquent, les temps d'attente dans la file d'attente $\{w_n^m(\delta)\}_{n=1}^{\infty}$, et les temps de cycle sur chaque serveur, $\{CT_n^m(\delta)\}_{n=1}^{\infty}$ avoir les relations suivantes :

$$w_{n+1}^m(\delta) = (w_n^m(\delta) + s_n^{m'}(\delta) - a_{n+1})^+, \forall m \in M,$$

$$CT_{n+1}^m(\delta) = w_n^m(\delta) + s_n^m(\delta), \forall m \in M,$$

De plus, une commande d'un client ne quittera pas le système tant que sa charge de travail entière n'aura pas été terminée. C'est-à-dire, les temps de cycle de la commande du client sous δ $\{CT_n^m(\delta)\}_{n=1}^{\infty}$ est limité par

$$CT_n(\delta) = \max_{1 \leq m \leq M} \{CT_n^m\}$$

L'objectif est de déterminer la meilleure politique d'affectation de la charge de travail δ qui minimisera le temps de cycle de commande attendu à long terme, à savoir,

$$\text{Minimize OBJ}(\delta) = \lim_{n \rightarrow \infty} E[CT_n(\delta)] = \lim_{n \rightarrow \infty} E[\max_{1 \leq m \leq M} \{CT_n^m\}]$$

Conclusion

Le présent papier contient le descriptif de l'implémentation d'une approche parallèle avec voisinage évolutif de la méthode d'optimisation approchée PSO, appliquée au problème de l'ordre de client. La méthode PSO est une métaheuristique stochastique à base de population de solutions. Elle recherche des solutions optimales basées sur les notions de coopération et de voisinages. De nombreuses variantes et améliorations du modèle PSO classique ont été proposées en adaptant des paramètres dans l'algorithme mais une bonne accélération de l'algorithme s'avère nécessaire avec une approche de parallélisations. L'algorithme de la méthode PSO a été implémenté en séquentiel, puis en parallèle, en se basant sur l'échange entre les sous-essaims. En testant la version

Chapitre 3 : Application d'un modèle parallèle de la méthode PSO au problème de l'odore de client

parallèle de la méthode PSO sur cette problématique, et à travers les résultats obtenus, nous constatons que notre modèle présente une efficacité remarquable en termes de diminution du temps de calcul de l'optimalité de convergence.

Enfin, nous envisageons dans le futur de tester le programme sur une machine plus performante, massivement parallèle, pour de meilleurs résultats, et puis de poursuivre l'étude d'autres variantes du modèle parallèle.

Conclusion General

Ce document traite d'un problème stochastique de planification des commandes des clients dans le système de serveur parallèle non identique afin de minimiser le temps de cycle de commande attendu à long terme. Particles Swarm Optimization basé sur la simulation, à savoir SimPSO, est proposé. La conception de SimPSO utilise des sous-assignations de types de produits, et des simulations informatiques sont intégrées pour admettre l'évaluation stochastique des fonctions objectives. Une limite inférieure facilement calculable est également obtenue pour l'évaluation du rendement.

L'étude apporte les contributions suivantes aux universités et à l'industrie. Premièrement, il étend le problème de planification des commandes clients statiques traditionnels dans le domaine stochastique où les arrivées et les volumes de travail des commandes des clients sont aléatoires. Ceci est un reflet plus réaliste du problème de planification des commandes en pratique. Deuxièmement, les serveurs considérés dans cette étude sont complètement hétérogènes, c'est-à-dire le taux de traitement de chaque paire (serveur, type de produit) est totalement indépendant. Troisièmement, une PSO basée sur la simulation

L'algorithme SimPSO est proposé et s'est révélé efficace pour résoudre le problème dans cette étude. Ça démontre la capacité de la méta-heuristique de type PSO à résoudre des problèmes d'optimisation de simulation.

Le modèle examiné dans cette étude admet un certain nombre d'orientations pour la recherche future. Tout d'abord, il est intéressant d'étendre l'étude actuelle pour inclure un schéma de décision dynamique basé sur la charge de travail. Deuxièmement, d'autres efforts doivent être faits pour améliorer la robustesse de SimPSO face au changement de numéro de serveur. Troisièmement, une transformation de l'espace de solution peut améliorer l'efficacité du schéma d'encodage PSO. Enfin, des techniques mathématiques plus avancées telles que la théorie de l'entropie peut également être considérées afin d'améliorer l'efficacité de la recherche.

Bibliographie

- [1] M. Sakarovitch, « Graphes et Programmation Linéaire, Edition Hermann, Paris, 1984.
- [2] V. Giard, Gestion de production, Paris Economica, 1988.
- [3] M. kebabra, Utilisation des stratégies Métaheuristique pour l'ordonnancement des ateliers de type Job Shop, Batna, Mémoire de Magister, 2008.
- [4] N. Mouhoub, Algorithmes de construction de graphes dans les problèmes d'ordonnancement de projet, Sétif, Thèse de Doctorat, 2011.
- [5] A. Hassam Ahmed, Développement et analyse de méthodes d'ordonnancement temps réel pour les systèmes flexibles de production, Tlemcen, Thèse de Doctorat, 2012.
- [6] H. Boukef Ben Othman, Sur l'ordonnancement d'ateliers job-shop flexibles et flow-shop en industries pharmaceutiques optimisation par algorithmes génétiques et essaims particuliers, Tunis, Thèse de Doctorat, 2009.
- [7] Y. Bahmani, Optimisation multicritère de l'ordonnancement des activités de la production et de la maintenance intégrées dans un atelier Job Shop, Batna, Thèse de Doctorat, 2017.
- [9] X.Xu, Y.Zhao, H.Li, W.Zhou and Y.Liu Planification Stochastique des commande des clients a l'aide d'une simulation algorithme génétique chine , article.

Les sites web

- [a] <https://www.ibm.com/fr-fr/supply-chain/order-management>
- [b] <https://blog.raja.fr/acceleration-traitement-commandes>
- [c] <https://d1n7iqsz6ob2ad.cloudfront.net/document/pdf/538df1df36fec.pdf>
- [d] [www.researchgate.net > publication > 315851237_Applic](http://www.researchgate.net/publication/315851237_Applic)

RÉSUMÉ

Cette étude considère un problème de planification des commandes client dynamique dans un contexte stochastique. Client les commandes arrivent à la station-service de façon dynamique et chacune se compose de plusieurs types de produits avec aléatoire. Les volumes de travail. Chaque commande sera traitée par un ensemble de serveurs parallèles non identiques. L'objectif est de déterminer la politique optimale d'attribution du volume de travail qui minimise le temps de cycle de commande attendu à long terme. L'optimisation par essaim particulière basé sur la simulation, nommé SimPSO, est proposé pour résoudre le problème, et un calcul la limite inférieure est développée pour l'évaluation du rendement. Des expériences numériques sont la performance de SimPSO par rapport à deux méthodes d'optimisation de simulation bien connues.

ABSTRACT

This study considers a dynamic customer order scheduling problem in a stochastic setting. Customer orders arrive at the service station dynamically and each consists of multiple product types with random workloads. Each order will be processed by a set of non-identical parallel servers. The objective is to determine the optimal workload assignment policy that minimizes the long-run expected order cycle time. A simulation-based Particles Swarm Optimization, named SimPSO, is proposed to solve the problem, and a computable lower bound is developed for performance evaluation. Numerical experiments are reported to evaluate the performance of SimPSO against two well-known simulation optimization methods.