

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE MI

DEPARTEMENT Informatique

N° :.....



DOMAINE : Mathématique et Informatique

FILIERE : Informatique

OPTION : Informatique Décisionnelle et
Optimisation (IDO)

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par: LAKHAL Djabir

Intitulé

**Ordonnancements coopératifs pour les
chaînes logistiques**

Soutenu devant le jury composé de :

GUERNA Abderrahim	Université de M'sila	Président
BOUNIF Mohamed Elhadi	Université de M'sila	Rapporteur
BRAHIIMI Belkacem	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2017 /2018

A mes très chers parents

A mes frères

A mes amis

Merci pour tout

Vous êtes tout dans ma vie.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier mon encadreur Monsieur BOUNIF Mohamed Elhadi , il a toujours été attentif et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, aussi bien pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il m'a donné et sans lui ce mémoire ne serait jamais vu le jour.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 les chaines logistique	3
1.1 Introduction	3
1.2 Logistique :.....	3
1.3 Finalités de la logistique	3
1.3.1 À court terme	4
1.3.2 À moyen terme	4
1.3.3 À long terme	4
1.4 définition de chaines logistique.....	4
1.5 La fonction de la chaine logistique	5
1.5.1 L’approvisionnement.....	5
1.5.2 La production.....	6
1.5.3 Le stockage	6
1.5.4 distribution et transports	6
1.5.5 La vente	7
1.6 Les décisions dans la chaîne logistique.....	7
1.6.1 Les décisions stratégiques	7
1.6.2 Les décisions tactiques	8
1.6.3 Les décisions opérationnelles	8
1.7 Structures typiques de chaînes logistiques	9
1.8 Types de chaînes logistiques	10
1.9 La gestion de la chaîne logistique	10
1.10 Les trois flux de la chaîne logistique.....	11
1.10.1 Le flux d’information	11
1.10.2 Le flux physique	12
1.10.3 Le flux financier	12
1.11 Les finalités La gestion de la chaîne logistique.....	13
1.12 optimisation de la chaine logistique	13
1.13 Conclusion.....	14
Chapitre 2 ordonnancement d'atelier	15
2.1 Introduction	15
2.2 Définition de problème d’ordonnancement.....	15

2.3 Ordonnancement d'atelier	15
2.3.1 Concepts de base de l'ordonnancement	15
2.3.2 Définitions des termes usuels principaux	17
2.3.3 Ordonnancement de différents types d'ateliers	18
2.3.4 Flow shop hybride	21
2.4 Méthodes d'Optimisation d'ordonnancement	22
2.4.1. Les méthodes exactes	22
2.4.2. Les heuristiques	23
2.4.3. Les méta-heuristiques	24
2.5 Conclusion.....	24
Chapitre 3 probleme et methode retenue	25
3.1 Introduction	25
3.2 Définition de problème :	25
3.2.1 Fonctionnement général :	25
3.2.2 Exemple	28
3.3 Le problème d'ordonnancement dans les centres de productions.....	31
3.3.1Notations.....	31
3.4 Approche de résolution	32
3.4.1 Description Générale	32
3.4.2 Processus de négociation	32
3.5 Conclusion.....	33
Chapitre 4 implémentation de problème	34
4.1 Introduction	34
4.2 Les algorithmes génétique :.....	34
4.2.1 Le principe de variation	34
4.2.2 Le principe d'adaptation	34
4.2.3 Le principe d'hérédité.....	34
4.2.4 la terminologie de la génétique.....	34
4.2.5 Opérateurs d'évolution.....	34
4.2.6 Sélection	35
4.2.7 Croisement.....	35
4.2.8 Mutation.....	36
4.2.9 Schémas	36

4.3	MATLAB	37
4.3.1	Pourquoi MATLAB.....	37
4.4	Optimisation multi-objectif à l'aide de NSGA-II.....	38
4.4.1	Description de NSGA-II.....	38
4.5	NGPM	39
4.6	Implémentation.....	39
4.6.1	Exemple 01	39
4.6.2	Exemple 02.....	43
4.7	Conclusion	46
	Conclusion générale.....	47
	Bibliographie	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 :pyramide des niveaux de décisions.	7
Figure 1.2 : Structures possibles d'une chaîne logistique	9
Figure 1.3 : Exemple d'une chaîne logistique	11
Figure 1.4 : Flux d'une entreprise.....	13
Figure 2.1 : la représentation de la machine unique	18
Figure 2.2 : représentation des machines parallèles.....	19
Figure 2.3 : représentation Ateliers à cheminement unique (Flow Shop)	19
Figure 2.4 : représentations d'Ateliers à cheminement multiple (job Shop)	20
Figure 2.5 : Représentation d'un flow shop hybride à « k » étages.....	22
Figure 3.1 : Schéma général de la chaîne logistique.....	26
Figure 3.2 : les éléments de la supply chain.	26
Figure 3.3 : Interactions entre les différents éléments de la supply chain.	27
Figure 3.4 : schéma du processus de pilotage semi-décentralisé.....	28
Figure 3.5 : système de production de l'exemple.	28
Figure 3.6 : premier et deuxième étage du système de production.....	29
Figure 3.7 : fonctionnement du deuxième étage du système de production.	29
Figure 3.8 : Le schéma global du processus de négociation.....	32
Figure 4.1 :la sélection.....	35
Figure 4.2 : croisement simple	35
Figure 4.3 : croisement double enjambement	36
Figure 4.4 : mutation.....	36
Figure 4.5 : fonctionnement des algorithmes génétiques	37

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 4.1 : les données de premier centre de production.....	39
Tableau 4.2 : l'ordonnancement de premier centre de production G4	40
Tableau 4.3 : l'ordonnancement de premier centre de production G100	40
Tableau 4.4 : les données de deuxième centre de production.....	40
Tableau 4.5 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G2	41
Tableau 4.6 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G100	41
Tableau 4.7 : les données de troisième centre de production	42
Tableau 4.8 : l'ordonnancement de troisième centre de production G3	42
Tableau 4.9 : l'ordonnancement de troisième centre de production G100.....	42
Tableau 4.10 : les données de premier centre de production (exemple 02)	43
Tableau 4.11 : l'ordonnancement de premier centre de production G4(exemple 02)	43
Tableau 4.12 : l'ordonnancement de premier centre de production G100(exemple 02)	43
Tableau 4.13 : les données de deuxième centre de production(exemple 02)	44
Tableau 4.14 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G2(exemple 02)	44
Tableau 4.15 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G100 (exemple 02)	44
Tableau 4.16 : les données de troisième centre de production (exemple 02)	45
Tableau 4.17 : l'ordonnancement de troisième centre de production G3 (exemple 02).....	45
Tableau 4.18 : l'ordonnancement de troisième centre de production G100 (exemple 02).....	46

TABLE DES ABBREVIATIONS

<i>SCM</i>	<i>Supply Chain Management</i>
<i>FIFO</i>	<i>First In First Out</i>
<i>SPT</i>	<i>Shortest Processing Time</i>
<i>LPT</i>	<i>Longest Processing Time</i>
<i>EDD</i>	<i>Earliest Due Date</i>
<i>NSGA</i>	<i>Non-dominated sorting genetic algorithm</i>
<i>NSGA II</i>	<i>Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II</i>
<i>NGPM</i>	<i>NSGA-II Program in Matlab</i>

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les chaînes logistiques sont un résultat, ou plutôt une conséquence, de la déferlante mondialisation et de la globalisation des marchés. En effet, dans un environnement de plus en plus concurrentiel, Il est devenu très nécessaire de réduire au maximum les coûts de production tout en gardant une bonne qualité de produits finis et en améliorant la qualité de service aux clients, plus exigeants que jamais, n'en finit plus. Les entreprises et organisations diverses dépassent désormais les frontières, deviennent encore plus complexes, et de ce fait de nouveaux défis pour les gérer ont vu le jour.

Le regroupement des entreprises ayant des intérêts en commun dans une structure de chaîne logistique pour optimiser les opérations et maximiser les bénéfices et profits conduit vers un nouveau type de concurrence : la concurrence entre chaînes logistiques. Dans ces nouveaux schémas d'entreprises, plusieurs entités doivent collaborer afin d'obtenir les meilleures résultats possibles.

Notre problématique dans ce mémoire est à propos des problèmes d'ordonnement au sein des chaînes logistiques. Nous intéressons à la coordination des ordonnancements entre plusieurs partenaires appartenant à la même chaîne logistique mais indépendants les uns des autres. Nous matérialisons cette coordination via l'établissement et la construction d'ordonnements qui tiennent compte de négociations menées entre les différents centres de décisions appartenant à la chaîne.

Nous utiliserons les méta-heuristique dans ce travail, et plus particulièrement les algorithmes génétique pour résoudre le problème étudié qui est un problème multi-objective. ce mémoire est organisé comme suit :

Dans le premier chapitre, nous présentons un état de l'art sur les principaux thèmes liés à ce travail, nous commençons par introduire la notion de chaîne logistique et tous les concepts qui y sont liés. Nous définissons la gestion de la chaîne logistique, ainsi que les principaux types ou architectures de chaînes logistiques, décrivons quelques outils et notions tel que les différentes fonctions, et les niveaux de décisions et comment on peut optimiser les chaînes logistique.

Au deuxième chapitre, nous présenterons l'ordonnement d'ateliers, nous définirons d'abord l'ordonnement, puis nous définirons «l'ordonnement d'ateliers» et nous donnerons les concepts de base qui leur sont propres. Ensuite, nous verrons les différents types d'ateliers connus et à la fin, nous verrons comment les améliorer.

En troisième chapitre, nous décrivons le problème étudié et nous présentons l'approche globale de résolution. Le problème dans sa forme la plus générale y est présenté. Nous commençons par décrire le fonctionnement global, Ensuite, on va voir le problème auquel nous serons confrontés dans nos centres de production et sur ce que nous allons travailler et la façon dont nous négocions pour améliorer le travail en leur sein et éliminer les retards.

Dans le quatrième chapitre, nous allons parler des algorithmes génétiques, nous verrons le langage et son outil utilisé pour résoudre notre problème dont nous avons parlé dans le troisième chapitre. après ça nous présenterons notre application et quelques exemples pour voir comment cela fonctionne et leur résultat fournit.

A la fin du ce travail nous finirons par une conclusion générale de notre travail.

CHAPITRE 1

LES CHAÎNES LOGISTIQUE

1.1 Introduction

Ce chapitre se propose de présenter la logistique ainsi sa finalités. Quelques définition chaîne logistique. Nous présenterons les fonctions de la chaîne logistique comme l'approvisionnement, la production. enfin nous parlerons de gestion de chaînes logistique et ça finalité et comment optimiser.

1.2 Logistique :

L'origine du mot vient de l'ancienne langue grecque et vient du mot "logos" qui signifie "proportion, compte, raison, discours". L'utilisation du mot a changé de la nécessité pour les militaires de fournir des fournitures comme ils se déplacent de bases à des endroits dans la sphère économique.

Definition01

C'est l'ensemble des méthodes et moyens relatifs à l'organisation d'une entreprise comprenant les manutentions, les transports, les conditionnements et les approvisionnements [14].

Definition02

La logistique est une activité de services qui a pour objet de gérer les flux de matières en mettant à disposition et en gérant des ressources correspondant aux besoins, aux conditions économiques et pour une qualité de service déterminée, dans des conditions de sécurité et de sûreté satisfaisantes. les logisticiens sont responsables du logistique. Par extension, un logisticien peut être une personne morale, le prestataire en logistique. L'objectif du logistique est satisfaire des demandes ou des commandes qui portent sur la gestion de matières (transport, emballage, stockage..), et des flux d'informations associés .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.

1.3 Finalités de la logistique

Les finalités de la Logistique, peuvent s'énoncer sous trois aspects : à court terme, à moyen terme et à long terme[20].

1.3.1 À court terme

Il s'agit d'optimiser les flux physiques, de l'amont à l'aval, ce qui implique :

- l'exploitation des prévisions commerciales à très court terme et des carnets de commande
- la définition des programmes d'approvisionnement et de production
- la programmation des livraisons
- la continuité de l'exploitation par la mise en place d'un plan de maintenance.

1.3.2 À moyen terme

À l'horizon des plans d'action et des budgets, la logistique vise à :

- définir les actions qui permettent de contrôler les coûts logistiques des services que l'entreprise a choisi de développer.
- conseiller les dirigeants pour leur permettre de choisir les opérations que l'entreprise doit assurer en propre et celles qu'elle a intérêt à sous-traiter.
- contribuer fortement à l'optimisation du coût de l'investissement ou du fonds de roulement de l'entreprise.

1.3.3 À long terme

Dans une perspective de long terme, la finalité de la logistique est :

- d'aider l'organisation à maîtriser la complexité, l'incertitude et les délais résultant de la multiplication des couples produits-marchés
- d'actualiser en permanence la connaissance de l'impact que les aspects logistiques ont sur les coûts d'exploitation des clients et de l'organisation
- de proposer - le cas échéant - à l'organisation un avantage concurrentiel en offrant à ses clients un service logistique optimal au coût le plus adapté et acceptable.

1.4 définition de chaînes logistique

Le terme « chaîne logistique » vient de l'anglais *Supply Chain* qui signifie littéralement « chaîne d'approvisionnement ».

Il y a beaucoup de définitions de la « chaîne logistique » et il n'y a pas de définition définie universellement, nous prenons donc un ensemble de définitions pour construire un concept de chaîne logistique.

Definition01

on peut considérer une chaîne logistique comme un réseau d'entreprises qui participent, en amont et en aval, aux différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services apportés au consommateur final. En d'autres termes, une chaîne logistique est composée de plusieurs entreprises, en amont (fourniture de matières et composants) et en aval (distribution), et du client final [3].

Definition02

La chaîne logistique est un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution des produits finis vers le client [7].

Definition03

Une chaîne logistique est un réseau d'entités de production et de sites de distribution qui réalise les fonctions d'approvisionnement de matières, de transformation de ces matières en produits intermédiaires et finis, et de distribution de ces produits finis jusqu'aux clients. Les chaînes logistiques existent aussi bien dans les organisations de service que de production, bien que la complexité de la chaîne varie d'une industrie à l'autre et d'une entreprise à l'autre [8].

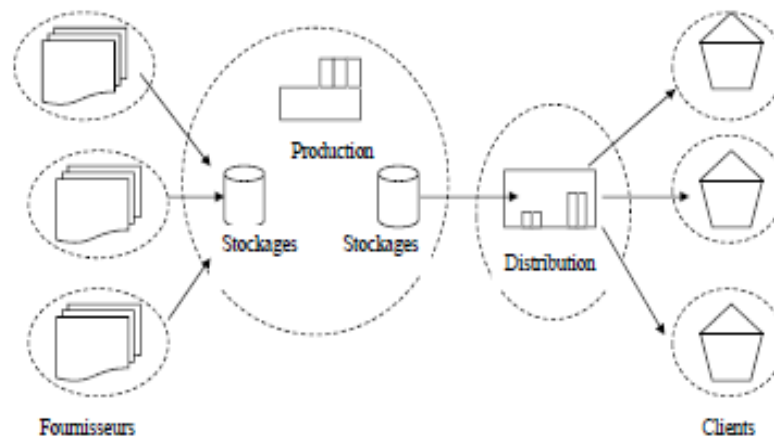


Figure 1.3: Exemple d'une chaîne logistique[10].

1.5 La fonction de la chaîne logistique

Les fonctions d'une chaîne logistique vont de l'achat des matières premières à la vente des produits finis en passant par la production, le stockage et la distribution.

1.5.1 L'approvisionnement

Les matières et les composants approvisionnés constituent de 60% à 70% des coûts des produits fabriqués dans une majorité d'entreprises. Réduire les coûts d'approvisionnement contribue à réduire les coûts des produits finis [11].

Le processus approvisionnement se concentre sur la fourniture de tous les composants nécessaires à la fabrication. Deux grandes phases sont ici à distinguer. La première phase consiste à sélectionner les fournisseurs de l'entreprise. Le décideur a besoin d'identifier les fournisseurs potentiels à choisir pour alimenter les différentes usines en matières premières, en composants et en produits semi-finis. La seconde phase du processus approvisionnement consiste à passer les commandes des composants à ces fournisseurs en fonction de la production à réaliser. Il s'agit aussi de vérifier que ces composants sont livrés dans de bonnes conditions.

Le processus approvisionnement regroupe ainsi toutes les relations avec les fournisseurs pour assurer les niveaux de stocks en composants nécessaires et suffisants pour la fabrication [1].

1.5.2 La production

La production est le processus de création des biens ou des services, capable à satisfaire une demande, à l'aide de facteurs de production acquis sur le marché.

Ce processus s'applique non seulement au secteur industriel, mais à n'importe quelle autre activité : lorsqu'un formateur anime un stage, lorsqu'un institut de sondage publie les résultats d'une enquête, il y a production.

1.5.3 Le stockage

Le stockage peut être défini comme le placement intelligent des stocks pour le rendre facile de trouver un produit ou des produits spécifiques. Le stockage, aussi appelé entreposage, répond à des règles afin de :

- garantir le maintien de la marchandise en bon état.
- optimiser l'espace.
- assurer la sécurité des salariés.

Un bon stockage permet de connaître à tout moment la quantité de marchandise disponible et mise à la vente.

1.5.4 distribution et transports

La fonction transport intervient tout au long de la chaîne, le transport des matières premières, le transport des composants entre les usines, le transport des composants vers les centres d'entreposage ou vers les centres de distribution, ainsi que la livraison des produits finis aux clients. Le rapport entre la réactivité de la chaîne et son efficacité peut être aussi vu par le choix du mode de transport. Les modes de transport les plus rapides comme par exemple les avions, sont très coûteux, mais permettent de réagir très vite et ainsi de satisfaire les demandes non prévisibles. Les modes de transport par voies ferrées ou par camions sont plus efficaces du point de vue des coûts engendrés mais moins rapides. L'ensemble des partenaires peut choisir de combiner ces modes de transport et de les adapter à certaines situations selon l'importance de la demande et le gain total engendré. Les problèmes liés à la distribution et au transport peuvent être vus sous plusieurs angles. On peut chercher à trouver les meilleures routes possibles pour visiter les point de collecte et/ou de distribution (Vehicle routing problems, problèmes de tournées des véhicules), ou bien, comme dit plus haut, chercher les meilleurs modes de transports, ou bien les quantités des produits qui doivent être transportées aux clients tout en minimisant le coût global des transports et des stocks.

En effet, selon les études les coûts de transport et distributions constituent le tiers des coûts opérationnels globaux d'une chaîne logistique, ce qui rend leur optimisation un défi majeur pour les entreprises [16].

1.5.5 La vente

La fonction de vente est la fonction ultime dans une chaîne logistique, son efficacité dépend des performances des fonctions en amont. Si on a bien optimisé pendant les étapes précédentes, alors on facilite la tâche du personnel chargé de la vente, car ils pourront offrir des prix plus compétitifs que la concurrence, sinon les marges seront très étroites et les bénéfices pas très importants, voire même engendrer des pertes.

1.6 Les décisions dans la chaîne logistique

il ya 3 niveaux de décisions dans la chaîne logistique sont :

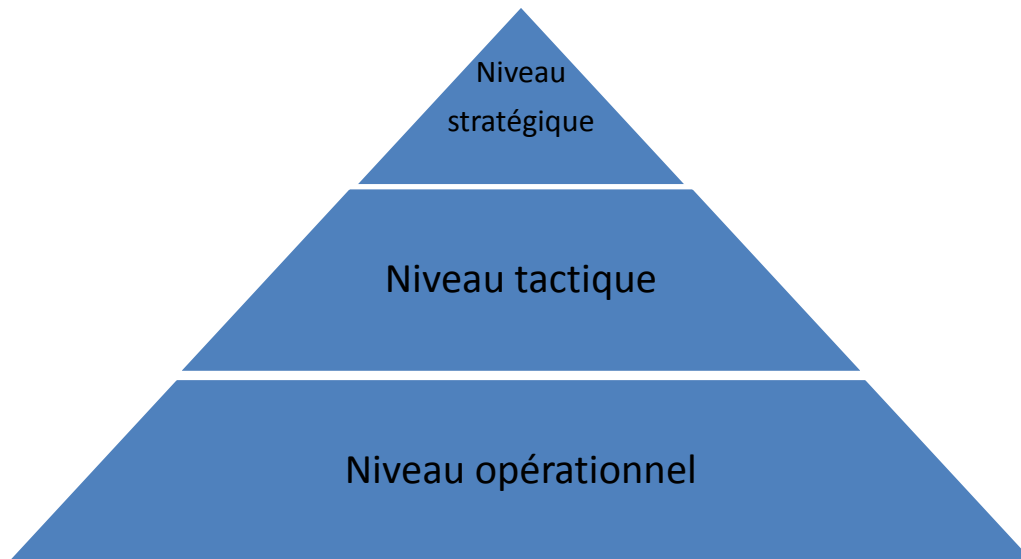


Figure1.1 :pyramide des niveaux de décisions.

1.6.1 Les décisions stratégiques

Les décisions stratégiques définissent la politique de l'entreprise sur le long terme, une durée s'étalant souvent sur plusieurs années (la durée de l'horizon dépend du cycle de vie des produits). Elles comprennent toutes les décisions de conception de la chaîne logistique et de ce fait, elles ont une influence importante sur la stratégie concurrentielle et donc sur la viabilité à long terme de l'entreprise. Elles sont prises normalement par la direction de l'entreprise. Les décisions stratégiques configurent la chaîne logistique.[10]

Nous donnons dans ce qui suit une liste non exhaustive des décisions stratégiques :

- Choisir les partenaires de la chaîne logistique,
- Choix et nombre de fournisseurs,
- Choisir les implantations des sites de production et des entrepôts,
- Déterminer le nombre, la capacité et les technologies utilisées dans les sites de production et d'entreposage,
- Choisir les moyens de transport entre les différentes localisations,
- Le développement d'un nouveau produit.

1.6.2 Les décisions tactiques

Les décisions tactiques sont prises sur un horizon de moins de 18 mois en général. Il s'agit de produire au moindre coût pour les demandes prévisibles, donc avec connaissance des ressources matérielles et humaines.

Il s'agit en effet de faire la planification dépendant de la structure conçue au niveau stratégique. Nous donnons dans ce qui suit une liste non exhaustive des décisions tactiques :

- Avoir les prévisions les plus fiables possible, les quantités à fabriquer pour chaque produit et les quantités des matières premières essentielles.
- Déterminer des délais d'approvisionnement, de production et de distribution.
- Organiser la production à tous les niveaux .
- Adopter les modes d'utilisation des ressources.
- Découvrir une allocation optimale aux fournisseurs aux sites de production.
- Minimiser les coûts de transports et de livraisons en allouant des sites de stockage aux clients.
- Etablir le planning de transport.

1.6.3 Les décisions opérationnelles

Les décisions opérationnelles sont prises pour un horizon à court terme pour assurer le fonctionnement au quotidien de la chaîne. A ce niveau, L'objectif visé est de répondre aux contraintes établies par les configurations et les politiques de planification choisies aux niveaux stratégiques et tactiques, comme par exemple:

- Ordonnancement et pilotage en temps réel des systèmes de production.
- Tournée de véhicules ou programme des livraisons qui donne les produits, la destination et les quantités à livrer.
- Allocation des moyens de transports : ces moyens étant limités, cette allocation est basée sur le programme des livraisons.
- Placement plus précis des activités de maintenance préventive.
- Affectation des ressources aux tâches (matérielles et humaines) de manière dynamique en fonction des aléas. Il s'agit de faire l'emploi.

1.7 Structures typiques de chaînes logistiques

La structure d'une chaîne logistique dépend évidemment de sa nature et des objectifs souhaités lors de sa conception. Plusieurs architectures existent, elles peuvent être classifiées comme suit *Séquentielle* ; *Divergente* ; *Convergente* et *Réseau* . Ces structures typiques ont pour but d'offrir des cadres de modélisation pour l'étude des chaînes logistiques et sont orientées sur des processus spécifiques [5].

– Séquentielle ou linéaire : consiste en l'existence d'un pôle ou entité alimentant une seule autre entité. On peut aussi trouver un ensemble de structures dépendant d'autres entités.

- Divergente ou de distribution : est une chaîne alimente plusieurs clients, plusieurs fournisseurs ou réseaux.
- Convergente ou d'assemblage : là où plusieurs fournisseurs alimentent un client ou une entreprise.
- La structure réseau est la composition entre la structure convergente et divergente.

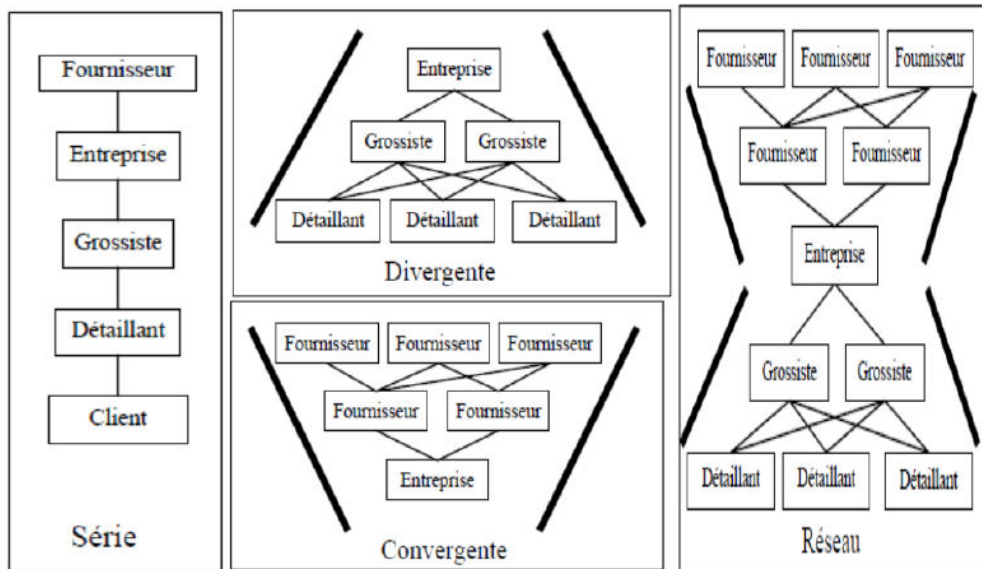


Figure 1.2 : Structures possibles d'une chaîne logistique[8].

1.8 Types de chaînes logistiques .

Plusieurs entreprises même juridiquement indépendantes peuvent composer une chaîne logistique. L'ensemble des intervenants, acteurs et partenaires à tous les niveaux de la production, du stockage, aux transport et vente des biens ou des services, peuvent dégager des marges bénéficiaires revenant à chaque intervenant ou partenaire.[2]

Il est possible de dégager les typologies des chaînes logistiques en fonction des objectifs de ces groupements d'entreprises.

Si les entreprises qui composent une même chaîne logistique ont des sites dans plusieurs pays on parle alors de chaîne logistique globale ce qui le cas d'une grande partie de chaînes.

Si les entreprises d'une même chaîne appartiennent à une même entité juridique même dans plusieurs sites, on parle dans ce cas de chaîne logistique interne ou d'*entreprise multi-site*.

On appelle *réseau d'entreprises* plusieurs entreprises qui collaborent pour satisfaire un besoin précis et non produit fini. Ce qui les distingue des chaînes logistiques.

Si dans une même chaîne logistique, plusieurs entreprises collaborent mais que l'une d'elles occupe un rôle dominant et central, on parle alors d'une entreprise étendue, qui correspond au fait à un réseau à différentes vocations mais partageant un système de gestion des entreprises impliquées.

Dans le cas où le pilotage est décentralisé ou semi décentralisé où les décisions sont le fruit de négociations bilatérales entre couples de partenaires, on parle alors d'une entreprise virtuelle qui peut être composée d'unités de production coopérant entre elles, des magasins, et des unités de transport œuvrant pour des objectifs communs, pour faire face à la concurrence.

1.9 La gestion de la chaîne logistique

Une chaîne logistique existe dès lors qu'au moins deux entreprises travaillent sur l'achèvement d'un produit donné. Si et seulement si cette association est délibérément pilotée en vue d'en maximiser la performance, alors on peut parler de gestion de la chaîne logistique.

Il existe ainsi une distinction entre la « chaîne logistique » et la « gestion de la chaîne logistique » (SCM-Supply Chain Management).

Ici encore, on relève plusieurs définitions de la gestion de la chaîne logistique .Beaucoup d'auteurs soulignent la difficulté de définir le SCM. Voici quelques définitions.

définition 01 Mentzer et al. [9]

la coordination systémique, stratégique des fonctions opérationnelles classiques et de leurs tactiques respectives à l'intérieur d'une même entreprise et entre partenaires au sein de la chaîne logistique, dans le but d'améliorer la performance à long terme de chaque entreprise membre et de l'ensemble de la chaîne .

définition 02 Simchi-Levi [12]

Le SCM est une stratégie qui vise à la fois la réduction des frais globaux, permettant une position plus concurrentielle à toutes les différentes parties de la chaîne logistique, et l'optimisation de la satisfaction du client final par une plus grande adaptabilité des systèmes de production et de distribution.

définition 03 Hugos [6]

le supply chain management est la coordination de la production, du stockage, de la localisation, et des transports à travers tous les participants à la chaîne logistique afin d'avoir la meilleure combinaison de réactivité et d'efficacité par rapport au marché desservi.

1.10 Les trois flux de la chaîne logistique

Nous détaillons ici les trois flux traversant une chaîne logistique : flux d'information, physique et financier.

Ces trois flux peuvent découler des règles stipulées dans le contrat de partenariat. En effet, des contrats définissent les relations entre chaque entreprise de la chaîne logistique, prévoyant notamment des pénalités en cas de retard de livraison d'un fournisseur ou de rupture de stock, déterminant qui gère le transport et les stocks entre deux « maillons » de la chaîne.

1.10.1 Le flux d'information

Le flux d'information représente les données qui circulent entre les différents acteurs de la chaîne logistique afin de coordonner leurs activités mais aussi pour planifier et prévoir les demandes futures, de l'approvisionnement jusqu'à la livraison au client final. Jihène et al. [13]. ont proposé une classification des données en trois grandes catégories :

- *Les données informationnelles* : sont les données de gestion (valeurs, ratios, prix, capacité, etc.) et les données informatiques (statiques, dynamiques ou historiques).
- *Les données décisionnelles* : sont les données qui caractérisent une décision prise par l'ensemble des acteurs de la chaîne à long, moyen et court terme (plan de production, plan d'approvisionnement, etc.)
- *Les métriques* : sont les indicateurs et les mesures qui permettent de piloter la chaîne logistique et de mesurer sa performance à long, moyen et court terme.

Le besoin de confidentialité qui entretiennent les différents acteurs de la chaîne logistique limite et ralentit le développement du flux d'informations au sein de la chaîne logistique à tel point les risques d'erreurs dans le prise de décision sont toujours présents.[2]

1.10.2 Le flux physique

Le flux physique est constitué par le mouvement des marchandises transportées et transformées depuis les matières premières jusqu'aux produits finis en passant par les divers stades de produits semi-finis. Il justifie l'organisation d'un réseau logistique, c'est-à-dire les différents sites avec leurs ressources de production, les moyens de transports pour relier ces sites et les espaces de stockage nécessaires pour pallier les aléas et faire tampon entre deux activités successives.

En bref, l'écoulement du flux physique résulte de la mise en œuvre des diverses activités de manutention et de transformation des produits quel que soit leur état.

Le flux physique est généralement considéré comme étant le plus lent des trois flux.[8]

1.10.3 Le flux financier

Le flux financier concerne toute la gestion pécuniaire des entreprises : ventes des produits, achats de composants ou de matières premières, mais aussi des outils de production, de divers équipements, de la location d'entrepôts, ... et bien sûr du salaire des employés.

Le flux financier est généralement géré de façon centralisée dans l'entreprise dans le service financier ou comptabilité, en liaison toutefois avec la fonction production par les services achats et le service commercial. Sur le long terme, il correspond aussi aux investissements lourds tels que la construction de nouveaux bâtiments et de lignes de fabrication. Encore s'agit-il d'échange avec des organismes bancaires extérieurs au réseau d'entreprises.

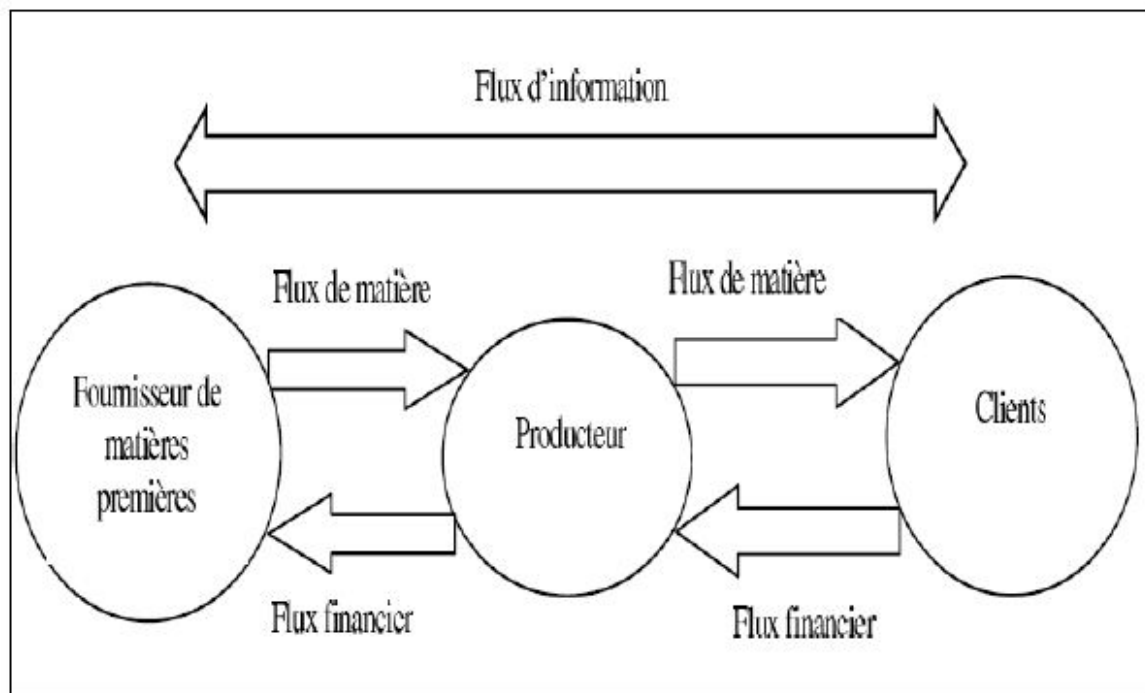


Figure 1.3 : Flux d'une entreprise[2].

1.11 Les finalités La gestion de la chaîne logistique

Les finalités attribuées à la gestion de la chaîne logistique sont variables d'une organisation à l'autre, et peuvent comprendre :

- la gestion de la qualité de service délivrée en aval vers les clients ou en amont la qualité de collaboration avec les fournisseurs.
- la promotion et/ou la défense de la notoriété et de l'image de l'Organisation.
- la gestion au moindre coût en vue d'améliorer ou de défendre la marge bénéficiaire de l'entreprise.
- la garantie de l'intégrité des personnes et de l'environnement, c'est-à-dire la sécurité et la sûreté. Ce qui permet à l'entreprise de rester présente sur le marché, en évitant les violations des règles professionnelles, les accidents ou sanctions réglementaires.

- la promotion de thèmes actuels, comme les économies d'énergie, la lutte contre la pollution, le respect de l'environnement, le développement durable, ou les produits et services éthiques.

1.12 optimisation de la chaîne logistique

L'optimisation de la chaîne logistique consiste à mettre en place les solutions qui s'imposent pour améliorer l'organisation de la gestion de la chaîne logistique d'une part, et de réduire les coûts relatifs au processus logistique. En effet, de la gestion des stocks à celui des commandes en passant par la prévision des ventes, les procédures internes prennent du temps et mobilisent des ressources humaines importantes.

De nos jours, l'évolution des besoins et des attentes en logistique oblige les entreprises à faire preuve de réactivité soutenue. Les exigences croissantes de réduction des délais leur imposent une gestion rationalisée, sans faille, de la chaîne logistique. L'optimisation offre la possibilité d'atteindre cet objectif grâce à l'utilisation de solutions applicatives. Des progiciels utilisant des algorithmes d'optimisation permettent par exemple de gérer les flux de marchandises ou encore d'effectuer les calculs d'itinéraires [15].

1.13 Conclusion

Dans le premier chapitre, nous avons donné une définition simple de la logistique et des chaînes logistique. Nous vu aussi la fonction de chaîne logistique dont il est important de voir et enfin nous avons parlé de la gestion des chaînes logistique, ici dans ce chapitre, nous avons pris une vision général de ce que nous allons faire face à ce travail.

Dans le prochain chapitre, nous parlerons de l'ordonnancement d'ateliers et nous donnerons les concepts de base qui leur sont propres.

CHAPITRE 2

ORDONNANCEMENT D'ATELIER

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons l'ordonnancement d'ateliers, nous définirons d'abord l'ordonnancement, puis nous définirons «l'ordonnancement d'ateliers» et nous donnerons les concepts de base qui leur sont propres. Ensuite, nous verrons les différents types d'ateliers connus et à la fin, nous verrons comment les améliorer.

2.2 Définition de problème d'ordonnancement

Un problème d'ordonnancement peut être considéré comme un sous problème de planification dans lequel il s'agit de décider de l'exécution opérationnelle des tâches (jobs) planifiées, et ainsi d'établir leur planning d'exécution et leur allouer des ressources visant à satisfaire un ou plusieurs objectifs sous une ou plusieurs contraintes. En se basant sur les concepts de tâche, ressource, contrainte et objectif, l'ordonnancement peut également être défini comme : « Ordonnancer un ensemble de tâches, c'est programmer leur exécution en leur allouant les ressources requises et en fixant leur date de début» [18] .

2.3 Ordonnancement d'atelier

L'ordonnancement d'atelier consiste à organiser dans le temps le fonctionnement d'un atelier pour utiliser au mieux les ressources humaines et matérielles disponibles dans pour produit les quantités voulu au bon moment.

2.3.1 Concepts de base de l'ordonnancement

Une tâche i est une entité élémentaire de travail localisée dans le temps par une date de début t_i ou de fin c_i , dont la réalisation est caractérisée par une durée p_i (on a $c_i = t_i + p_i$) En outre, la tâche i utilise une (ou plusieurs) ressource k avec une intensité a_{ik} souvent supposée constante pendant l'exécution de la tâche. Dans certains problèmes, les tâches peuvent être exécutées par morceaux, l'entrelacement des différents morceaux permettant de laisser le moins possible les ressources inactives.

Dans d'autres, au contraire, on ne peut pas interrompre une tâche une fois commencée. On parle alors respectivement de problèmes préemptifs et non préemptifs.

2.3.1.1 Ressources

Une ressource k est un moyen technique ou humain requis pour la réalisation d'une tâche et disponible en quantité limitée, sa capacité A_k . On distingue plusieurs types de ressources.

Une ressource est renouvelable si après avoir été utilisée par une ou plusieurs tâches, elle est à nouveau disponible en même quantité (les hommes, les machines, l'espace, etc.) ; la quantité de ressources utilisée à chaque instant est limitée. Dans le cas contraire, elle est consommable (matière première, budget, etc.) ; la consommation globale (ou cumul) au cours du temps est limitée. On distingue par ailleurs les ressources disjonctives (ou non partageables) qui ne peuvent exécuter qu'une tâche à la fois (machine-outil, robot manipulateur) et les ressources cumulatives (ou partageables) qui peuvent être utilisées par plusieurs tâche simultanément (équipes d'ouvriers, poste de travail) [18].

2.3.1.2 Contraintes

Les contraintes temporelles intègrent en général :

- les contraintes de temps alloué, issues généralement d'impératifs de gestion et relatives aux dates limites des tâches (délai de livraison par exemple) ou à la durée totale d'un projet.
- les contraintes d'antériorité et plus généralement les contraintes de cohérence technologique, qui décrivent le positionnement relatif de certaines tâches par rapport à d'autres (e.g contraintes de gammes dans le cas des problèmes d'ateliers) ;
- les contraintes de calendrier liées au respect d'horaires de travail, etc. Ces contraintes peuvent toutes s'exprimer à l'aide d'inégalités de potentiels qui imposent une distance minimale entre deux instants particuliers associées aux tâches (le plus souvent les dates de début).

2.3.1.3 Les objectifs

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 (C_{max}), du temps moyen d'achèvement, des durées totales de réglage ou des retards par rapports aux dates de livraisons (L_{max} ou T_{max})

Les objectifs liés aux ressources : maximiser la charge d'une ressource ou minimiser le nombre de ressources nécessaire pour réaliser un ensemble des tâches.

Les objectifs liés au coût : minimiser les coûts de lancement, de production, de stockage, de transport, etc.

2.3.2 Définitions des termes usuels principaux

Avant d'entrer dans les détails, il est nécessaire de préciser quelques définitions des termes usuels que nous utiliserons dans ce chapitre pour la description des problèmes d'ordonnancement d'ateliers. Nous reprenons les définitions données par Duvivier [4].

2.3.2.1 Opération

Une opération (ou une tâche) est un travail élémentaire à être localisé dans le temps par une date de début ou de fin et dont la réalisation nécessite un certain intervalle de temps appelé durée.

2.3.2.2 Produit

Un produit est le résultat de plusieurs opérations élémentaires appliquées à une matière première ou à un produit intermédiaire. Dans le cas général, ces opérations sont partiellement ordonnées dans le temps selon un graphe de précedence appelé gamme de fabrication.

2.3.2.3 Machine

Dans le cadre des problèmes d'ordonnancement d'atelier, le terme machine désigne les ressources utilisées pour mener à bien le projet global.

2.3.2.4 Makespan

Le makespan est la durée nécessaire à la fabrication de tous les produits de l'instance considérée selon l'ordre de fabrication imposé par un ordonnancement fixé.

2.3.2.5 Etage

Un étage représente un ensemble de machines parallèles, chacune d'entre elles peut réaliser, éventuellement avec des performances différentes, une même opération sur un produit.

2.3.2.7 Ressource supplémentaire

Le terme ressource supplémentaire représente un moyen technique ou humain critique, à l'exception des machines, qui est demandé par les opérations des différents produits à un même étage dans un système de fabrication. En général, les problèmes d'ordonnancement peuvent être caractérisés par trois ensembles d'éléments :

- T : un ensemble des produits qui se composent d'une ou plusieurs opérations.
- E : un ensemble d'étages qui se composent d'une ou plusieurs machines parallèles.
- R : un ensemble d'une ou de plusieurs sortes de ressources supplémentaires.

Les ressources supplémentaires peuvent être renouvelables ou non renouvelables. Une ressource est renouvelable si après avoir été allouée à une ou plusieurs tâches, elle redevient disponible en même quantité après la fin de ces tâches. Dans notre cas hospitalier, les chirurgiens peuvent être considérés comme des ressources supplémentaires renouvelables.

2.3.3 Ordonnement de différents types d'ateliers

Une classification très répandue des ateliers, du point de vue ordonnancement, est basée sur les différentes configurations des machines. Les modèles les plus connus sont ceux d'une machine unique, de machines parallèles, d'un atelier à cheminement unique ou d'un atelier à cheminement multiple.

- Machine unique
- Machines parallèles
- Ateliers à cheminement unique (Flow Shop)
- Ateliers à cheminements multiples (Job Shop)
- Open shop
- Autres configurations

2.3.3.1 Machine Unique

Dans ce cas, l'ensemble des tâches à réaliser est fait par une seule machine. Les tâches alors sont composées d'une seule opération qui nécessite la même machine. L'une des situations intéressantes où on peut rencontrer ce genre de configurations est le cas où on est devant un système de production comprenant une machine goulot qui influence l'ensemble du processus. L'étude peut alors être restreinte à l'étude de cette machine.

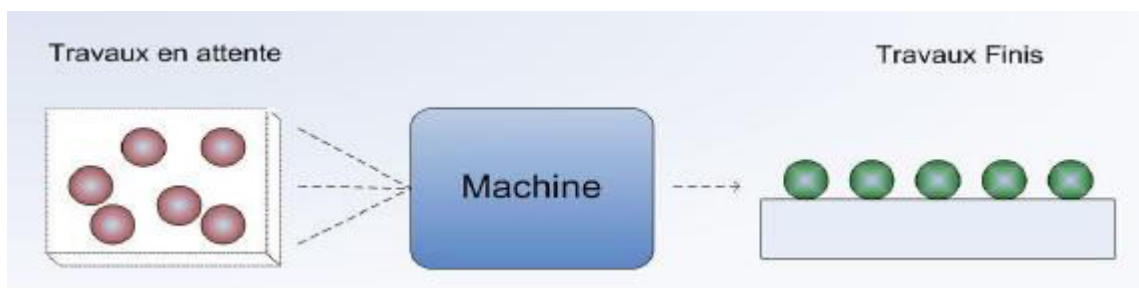


Figure 2.1 : la représentation de la machine unique

2.3.3.2 Machines parallèles

Dans ce cas, on dispose d'un ensemble des machines identiques pour réaliser les travaux. Les travaux se composent d'une seule opération et un travail exige une seule machine. L'ordonnement s'effectue en deux phases : la première phase consiste à affecter les travaux aux machines et la deuxième phase consiste à établir la séquence de réalisation sur chaque machine.

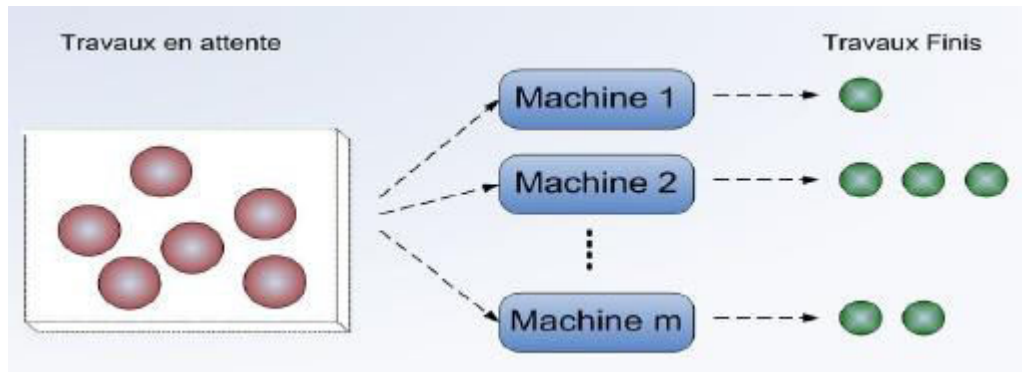


Figure 2.2 : représentation des machines parallèles

2.3.3.3 Ateliers à cheminement unique (Flow Shop)

Un atelier à cheminement unique est un atelier où le processus d'élaboration de produits est dit « linéaire », c'est-à-dire lorsque les étapes de transformation sont identiques pour tous les produits fabriqués. Selon les types de produits élaborés, on distingue la production continue et la production discrète. La production continue est caractérisée par la fluidité de son processus et l'élimination du stockage. C'est le cas notamment dans les raffineries, les cimenteries, les papeteries... La production discrète de masse s'applique principalement aux produits de grande consommation fabriqués à la chaîne (e.g automobile, la majorité du domaine du textile, machines-outils...).

Dans les deux cas, les machines peuvent être dédiées à une opération précise, et sont implantées en fonction de leur séquence d'intervention dans la gamme de production.

L'un des objectifs principaux dans le cas d'atelier à cheminement unique est de trouver une séquence des tâches en main qui respecte un ensemble de contraintes.

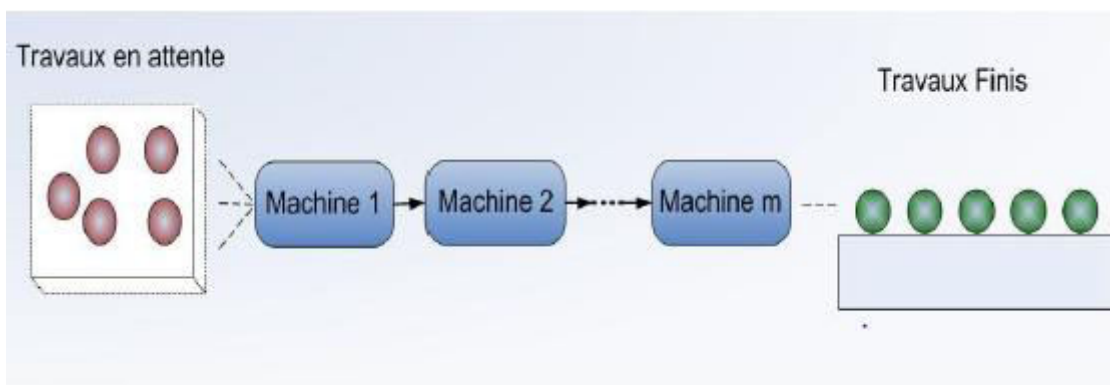


Figure 2.3 : représentation Ateliers à cheminement unique (Flow Shop)

2.3.3.4 Ateliers à cheminements multiples (Job Shop)

Les ateliers à cheminements multiples (ACM) sont des unités manufacturières traitant une variété de produits individuels dont la production requiert divers types de machines dans des séquences variées. L'une des caractéristiques d'un atelier à cheminement multiple est que la demande pour un produit particulier est généralement d'un volume petit ou moyen. Une autre caractéristique est la variabilité dans les opérations et un mix produit constamment changeant.

Ainsi, il est nécessaire que le système soit de nature flexible. Dans un sens général, la flexibilité est la capacité d'un système de répondre aux variations dans l'environnement.

L'objectif le plus considéré dans le cas d'un atelier à cheminements multiples est le même que celui considéré pour un atelier à cheminement unique, à savoir trouver une séquence de tâches sur les machines qui minimise le temps total de production. La figure suivante montre un exemple d'un atelier à cheminements multiples avec quatre travaux et six machines.

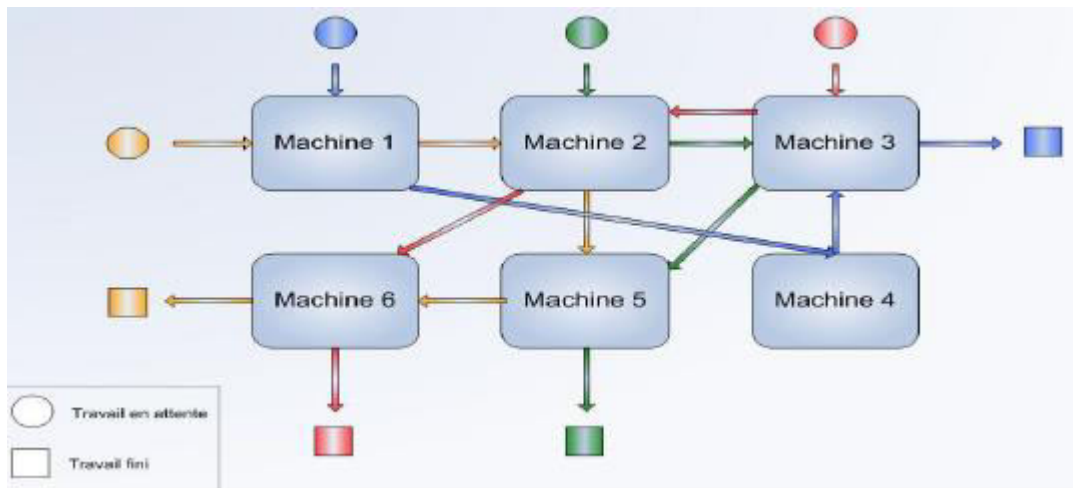


Figure 2.4 : représentations d'Ateliers à cheminement multiple (job Shop)

2.3.3.5 Open shop

C'est un modèle d'atelier moins contraint que le Flow shop et le job shop, car l'ordre des opérations n'est pas fixe à priori. Le problème d'ordonnancement consiste d'une part à déterminer le cheminement de chaque travail et d'autre part à ordonnancer les travaux en tenant compte des gammes trouvées (Un problème de type open shop est un job shop dans lequel les contraintes de précédence sont relâchées. C'est-à-dire, les opérations peuvent être effectuées dans n'importe quel ordre).

2.3.3.6 Autres configurations

Les principales catégories, que sont les ateliers à production linéaire (Flow Shop) et les ateliers à cheminement multiple (Job Shop) ne sont pas les seuls modèles dans l'industrie.

Plusieurs autres catégories intermédiaires existent, dont les plus connues sont :

les ateliers de type flow shop hybride : il s'agit d'ateliers flow shop dans lesquels un « étage » donné de la fabrication peut être assuré par plusieurs machines en parallèle. Dans ce genre d'ateliers, tout travail passe par chaque étage et l'ordre de passage sur les étages est le même pour chaque travail. Ce type d'ateliers est également appelé « atelier à cheminement unique avec machines en exemplaires multiples » ;

les ateliers flexibles : ces ateliers sont caractérisés par un niveau d'automatisation élevé, cherchant par là un compromis entre flexibilité et productivité. Ils sont à la base des ateliers à cheminements multiples où les principales tâches (stockage, traitement de pièces, manutention...) sont automatisées.

2.3.4 Flow shop hybride

Le Flow Shop hybride est une généralisation du Flow Shop classique au cas où plusieurs machines sont disponibles sur un ou plusieurs étages pour exécuter les différentes tâches du Flow Shop.

Ces problèmes présentent alors une difficulté supplémentaire par rapport aux problèmes sans flexibilité des ressources. En effet, la machine qui sera utilisée pour exécuter une opération n'est pas connue d'avance, mais doit être sélectionnée parmi un ensemble donné pour construire une solution au problème

2.3.4.1 Flow shop à k étages:

Ce problème d'atelier correspond à une réalité industrielle où des applications de différents domaines industriels seront présentées. Soit un processus de production en série. Les produits fabriqués passent dans un premier temps dans un premier étage, puis dans une seconde, etc. Supposons qu'il y a « k » étages en série. Dans chacun d'eux, on considère que les machines sont regroupées en parallèles. Un groupe contient un ensemble de machines susceptibles d'exécuter une même opération. Elles sont alors équivalentes dans leur fonctionnement mais pas forcément dans leurs performances. La durée d'une opération peut dépendre non seulement des ressources choisies dans le groupe mais aussi du nombre de ressources affectées à l'opération (si la ressource est une machine, on peut parler alors de machines parallèles identiques, uniforme ou différentes).

On supposera qu'il n'existe qu'un groupe de ressources par étage (où chaque produit subit un nombre d'opérations au plus égal à k, k étant le nombre d'étages). Ce type de problème est appelé flow shop hybride à k étages.

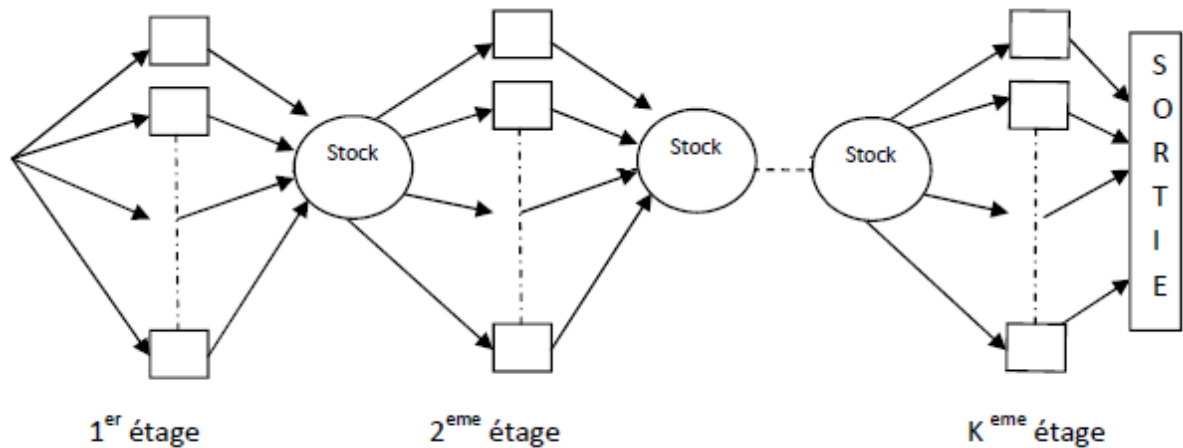


Figure 2.5: Représentation d'un flow shop hybride à « k » étages.

2.4 Méthodes d'Optimisation d'ordonnement

Etant donné un ensemble de tâches et un ensemble de ressources, il est nécessaire de programmer les tâches et d'affecter les ressources de façon à optimiser un ou plusieurs objectifs (un objectif correspondant à un critère de performance), en respectant un ensemble de contraintes. La principale difficulté à laquelle est confronté un décideur, en présence d'un problème d'optimisation est celui du choix d'une méthode efficace capable de produire une solution optimale en un temps de calcul raisonnable.

Les différentes méthodes de résolution développées peuvent être classées en deux catégories : les méthodes exactes qui garantissent la complétude de la résolution et les méthodes approchées qui perdent la complétude pour gagner en efficacité.

2.4.1. Les méthodes exactes

On peut définir une méthode exacte comme étant une méthode qui fournit une solution optimale pour un problème d'optimisation. L'utilisation de ce type de méthodes s'avère particulièrement intéressante dans les cas des problèmes de petites tailles. La méthode par séparation et évaluation (branch and bound) constituent certainement celles qui sont les plus utilisées pour résoudre les problèmes d'optimisation multi objectifs [2]. D'autres méthodes telles que la programmation linéaire ou la programmation dynamique, sont aussi utilisées couramment. Toutes ces méthodes examinent d'une manière implicite, la totalité de l'espace de recherche pour produire la solution optimale.

2.4.1.1 La méthode de Branch and Bound

L'algorithme Branch and Bound consiste à placer progressivement les tâches sur les ressources en explorant un arbre de recherche décrivant toutes les combinaisons possibles. Il s'agit de trouver la meilleure configuration donnée de manière à élaguer les branches de l'arbre qui conduisent à de mauvaises solutions. L'algorithme branch and bound effectue une recherche complète de l'espace des solutions d'un problème donné, pour trouver la meilleure solution. La démarche de l'algorithme Branch and Bound consiste à :

- Diviser l'espace de recherche en sous espaces.
- Chercher une borne minimale en terme de fonction objectif associée à chaque sous espace de recherche.
- Eliminer les mauvais sous-espaces.
- Reproduire les étapes précédentes jusqu'à l'obtention de l'optimum global.

2.4.1.2. La programmation dynamique

Elle se base sur le principe de Bellman: « Si C est un point qui appartient au chemin optimal entre A et B, alors la portion de ce même chemin allant de A à C est le chemin optimal entre A et C ». C'est une méthode qui consiste donc à construire d'abord les sous chemins optimaux et ensuite par récurrence le chemin optimal pour le problème entier. Cette méthode est destinée à résoudre des problèmes d'optimisation à vocation plus générale que la méthode de séparation et d'évaluation (branch and bound) sans permettre pour autant d'aborder des problèmes de tailles importantes.

2.4.1.3 . La programmation linéaire

C'est l'une des techniques classiques de recherche opérationnelle. Elle repose sur la méthode du simplexe. Elle consiste à minimiser une fonction coût en respectant des contraintes, le critère et les contraintes étant des fonctions linéaires des variables du problème.[21]

2.4.2. Les heuristiques

Les heuristiques sont des méthodes empiriques qui donnent généralement de bons résultats sans pour autant être démontrables. Elles se basent sur des règles simplifiées pour optimiser un ou plusieurs critères. Le principe général de cette catégorie de méthodes est d'intégrer des stratégies de décision pour construire une solution proche de celle optimale tout en cherchant à avoir un temps de calcul raisonnable. Parmi ces stratégies, nous distinguons:

-FIFO (First In First Out) où la première tâche arrivée est la première à être ordonnancée.

-SPT (Shortest Processing Time) où la tâche ayant le temps opératoire le plus court est traitée en premier.

-LPT (Longest Processing Time) où la tâche ayant le temps opératoire le plus important est traitée en premier.

-EDD (Earliest Due Date) où la tâche ayant la date due la plus petite est la plus prioritaire.

2.4.3. Les méta-heuristiques

Malgré l'évolution permanente de l'informatique, il existe toujours, pour un problème polynomial, une taille critique au-dessus de laquelle une énumération, même partielle, des solutions admissibles devient prohibitive. Compte tenu de ces difficultés, la plupart des spécialistes de l'optimisation combinatoire ont orienté leurs recherches vers le développement des méta-heuristiques. Une méta-heuristique est souvent définie comme une procédure exploitant au mieux la structure du problème considéré, dans le but de trouver une solution de qualité raisonnable en un temps de calcul aussi faible que possible. Les méta-heuristiques sont ainsi des méthodes de recherche générales, dédiées aux problèmes d'optimisation difficile.

Elles sont, en général, présentées sous forme de concepts. Les principales méta-heuristiques sont celles basées sur la recherche locale, telles que le recuit simulé et la recherche Tabou, et celles basées sur les algorithmes évolutionnistes telles que les algorithmes génétiques ainsi que les algorithmes basés sur la recherche globale tels que les algorithmes de colonies de fourmis et les algorithmes reposant sur la méthode d'optimisation par essaim de particule.

2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes caractéristiques d'un problème d'ordonnancement et les différents types de problèmes d'ordonnancement d'atelier.

Dans le prochain chapitre, nous allons détailler le problème étudié. Il s'agit du problème de négociation basée sur les dates de disponibilité et livraison au niveau de l'ordonnancement dans la chaîne logistique.

CHAPITRE 3

PROBLEME ET METHODE RETENUE

3.1 Introduction

Dans le présent chapitre, nous allons détailler le problème étudié qui constitue la majeure partie de ce mémoire. Il s'agit du problème de négociation basée sur les dates de disponibilité et livraison au niveau de l'ordonnancement dans la chaîne logistique.

La chaîne logistique étant un réseau d'organisations regroupant différents partenaires qui peuvent appartenir à diverses entités indépendantes les unes des autres, dont le but commun est de faire du profit . Pour atteindre cet objectif, chacun des partenaires réalisent des activités dans la chaîne pour donner de la valeur ajoutée au produit ou au service qui lui est fourni par le niveau en amont de la chaîne. Ces activités doivent être coordonnées pour garantir une meilleure fonctionnement global optimal. mais un manque de coordination peut engendrer une mauvaise qualité de service, détériorer la qualité du produit, augmenter les coûts de fonctionnement et surtout ternir l'image de l'entreprise.

Nous étudions dans le présent mémoire les problèmes de coordination au niveau opérationnel. Cette coordination est mise en œuvre via un processus de négociation. L'architecture de la chaîne logistique considérée est décrite dans ce chapitre, les hypothèses de fonctionnement, ainsi que l'objectif à optimiser. Dans ce chapitre aussi est décrit la manière global de la négociation et la méthode de résolution proposée.

3.2 Définition de problème :

3.2.1 Fonctionnement général :

Nous considérons une chaîne logistique composée de plusieurs entreprises indépendantes. L'indépendance des partenaires implique des centres de décisions indépendants. Nous nous retrouvons donc dans le cas de prise de décision distribuée (décentralisée ou semi décentralisée). La prise de décision distribuée est le scénario le plus plausible dans la réalité.

En effet, rares sont les réseaux ou les chaînes logistiques dont toutes les composantes appartiennent à la même entité juridique. Nous distinguons trois composantes principales du système global de chaîne logistique étudié : les fournisseurs externes (n'appartenant pas à la chaîne), la chaîne logistique, et un ensemble de clients externes (n'appartenant pas à la chaîne). La figure 3.1 illustre son schéma général.

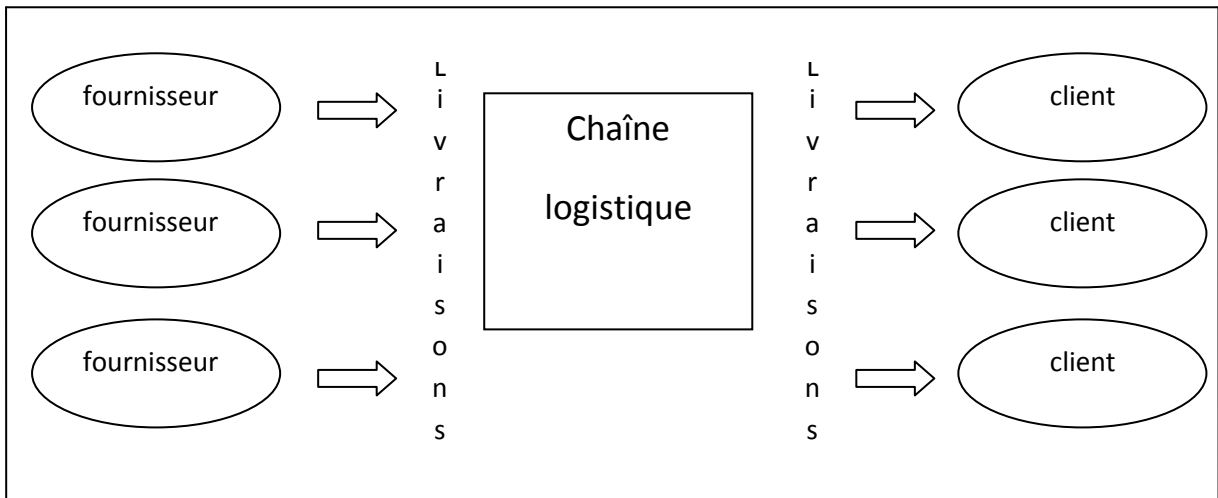


Figure 3.1 Schéma général de la chaîne logistique.

Les fournisseurs approvisionnent le système de chaîne logistique en matières premières et composants. La chaîne logistique au centre de ce système est elle-même composée de plusieurs nœuds élémentaires juridiquement indépendants. Comme le montre la figure 3.2, il peut y avoir des liens entre n'importe quel couple de nœuds, on n'impose pas de structure linéaire entre les nœuds. À l'intérieur de la chaîne logistique on dispose de systèmes de production qui fabriquent des produits finis qui sont délivrés aux clients externes selon un programme de livraison et des quantités établis en avance (au niveau planification).

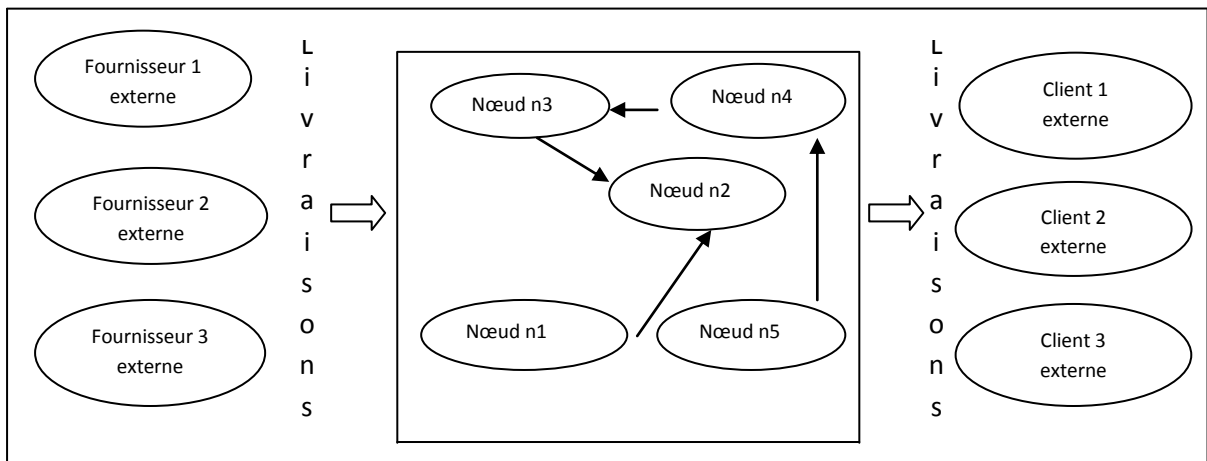


Figure 3.2 les éléments de la supply chain.

Chacun des nœuds élémentaires est un système de production capable de fabriquer des produits semi-finis, ou des produits finis.

Il peut avoir des liens avec des fournisseurs externes, comme il peut être approvisionné en composants ou sous produits par d'autres nœuds de la chaîne logistique.

Une telle structure est illustrée par la figure 3.3 suivante :

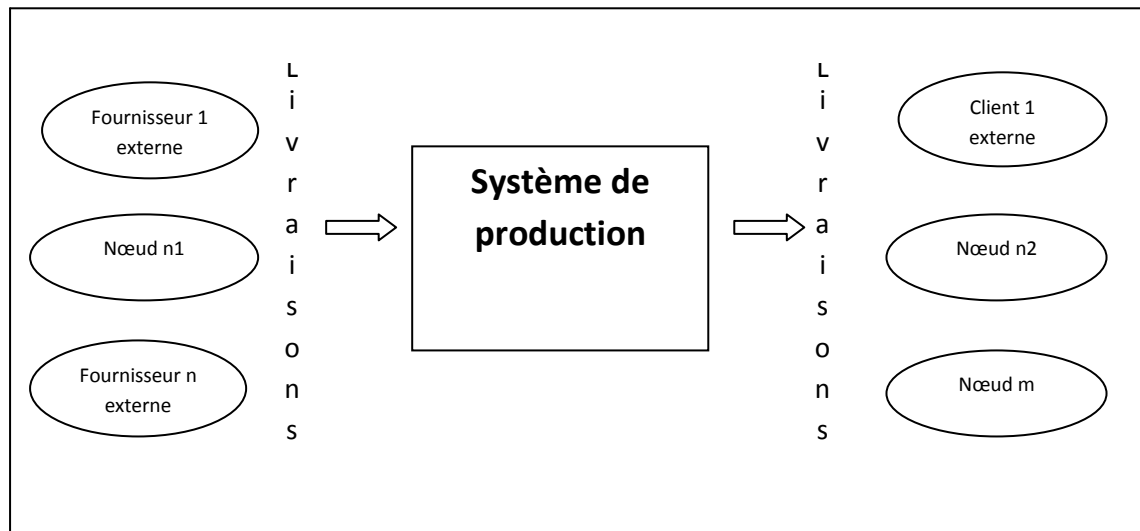
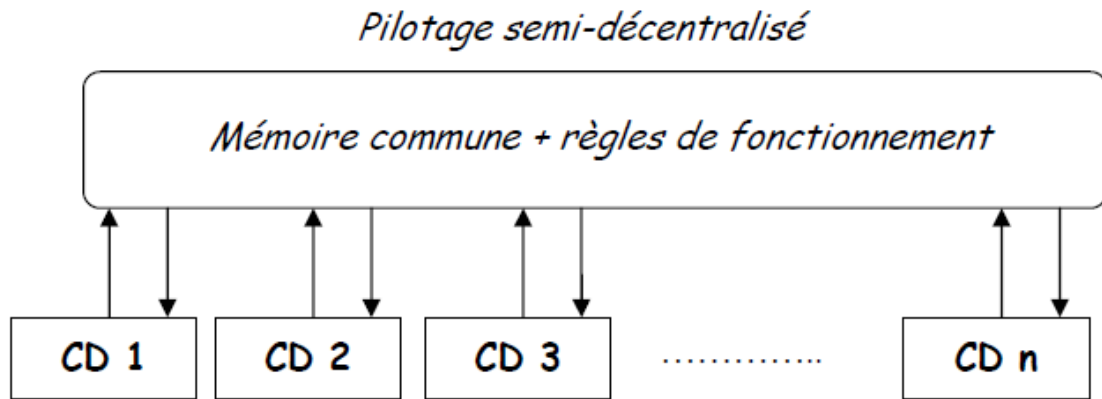


Figure 3.3 : Interactions entre les différents éléments de la supply chain.

Les centres de décisions des centres de production dans le système global de production étant indépendants, chacun d'entre eux construit son ordonnancement par rapport à son plan de production. Une telle approche totalement décentralisée peut mener vers un ordonnancement global complètement déséquilibré. A certains moments, on peut avoir des quantités en surplus de certains composants et un manque dans d'autres types de composants, ce qui peut mener vers un niveau de stocks élevé, des retards de livraisons et à des temps d'oisiveté (donc de non productivité). Une synchronisation des activités au sein du système global de production s'avère donc nécessaire. Nous choisissons donc un système de décision distribué semi-décentralisé dans lequel les partenaires se partagent une mémoire commune et se mettent d'accord sur un ensemble de règles de fonctionnement (aux niveaux tactiques et opérationnels) pour garantir la convergence du processus global de négociation. Un schéma du processus de pilotage semi-décentralisé est donné par la figure 3.4.



CD : centre de décision

Figure 3.4 schéma du processus de pilotage semi-décentralisé.

3.2.2 Exemple

Pour mieux comprendre le système global, nous avons un exemple où on a un système de production qui a trois centre de production et chaque centre de production ont ensemble des machine,(et chaque centre de production a son propre centre de décision). Les deux première centre de production reçoit les matières premières du fournisseurs externes et les transforment en produits semi-finis.

Les produits semi-finis fabriqués par le premier et deuxième centre de production sont acheminés vers le troisième étage qui consiste en un centre d'assemblage de produits finis.

Les centres de production sont modélisés par des « M machine en parallèle ». Nous avons choisi la modélisation par des structures d'ateliers M machine en parallèle car c'est l'une des structure la plus utilisée dans l'industrie.

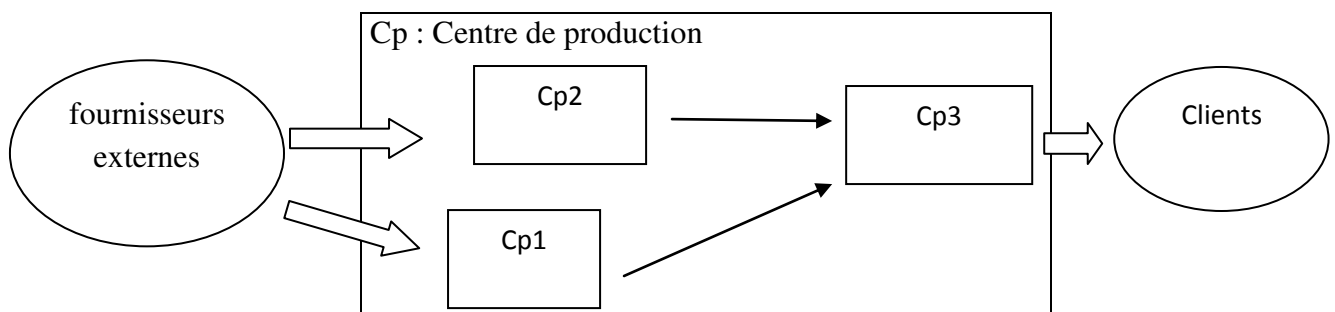


Figure 3.5 système de production de l'exemple.

Au premier et deuxième centre de production, les centres de productions peuvent être vus comme des machines en parallèle comme illustré par la figure 3.6.

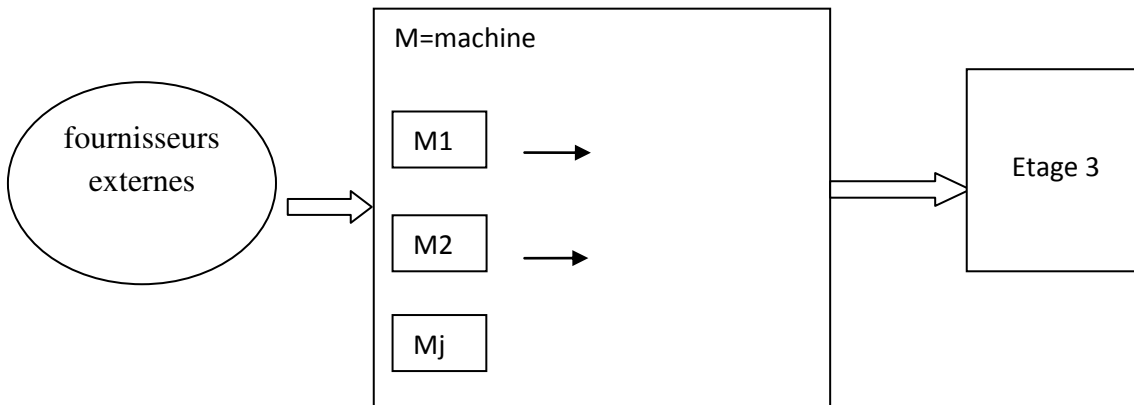


Figure 3.6 :premier et deuxième centre du système de production.

Les centres de productions sont formés par des machines en parallèle sur lesquelles passent les composants pour ajouter de la valeur. Le nombre de machines diffère d'un centre de production à un autre. A chaque centre de production est associé un centre de décisions qui négocie les dates d'approvisionnement avec les fournisseurs des composants et des matières premières. Le troisième centre est aussi formés par des machines en parallèle, un atelier d'assemblage de produits finis à partir des produits semi-finis fournis par les centres précédant. Un schéma du fonctionnement général de cet étage est illustré par la figure 3.7.

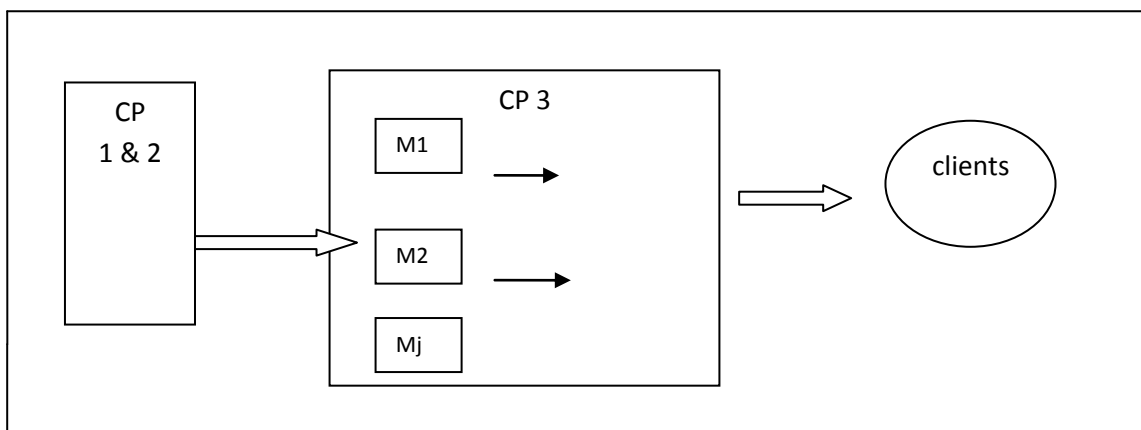


Figure 3.7 : fonctionnement du troisième centre du système de production.

Une opération dans le premier centre de production ou bien dans le deuxième n'est réalisée que si tous les composants ou les produits semi-finis nécessaires à son exécution sont disponibles.

Ceci implique des dépendances entre ces différents centres pour établir leurs ordonnancements.

Des négociations sont donc souhaitées pour mener l'ensemble du système vers un état de fonctionnement optimal. Les centres de décisions négocient des dates de disponibilité (release dates) avec leurs fournisseurs, et des dates de livraisons (due dates) avec les clients finaux. Dans ce qui suit, nous donnons un récapitulatif des hypothèses, de l'architecture, et des règles de fonctionnement de l'ensemble de la chaîne.

Les deux premiers étage :

- Les centres de production dans ces étages négocient les dates des arrivées des composants avec les fournisseurs externes.
- Les premiers étage du système de production fabrique les sous-produits (ou produits semi finis).
- Tous les composants et les matières premières associées à une opération doivent être disponibles avant de la commencer la production dans le première et deuxième centre.
- Chaque centre de production est formé par des M machine en parallèle.
- Chaque centre contient un nombre donné de machines.
- Chaque type de sous produit utilise un nombre donné de composants.
- Chaque composant est utilisé sur une seule machine.
- Chaque sous produit en cours d'élaboration passe un temps d'exécution différent qui dépend du sous produit et du centre de production sur laquelle il se trouve.
- Les centre de production peuvent avoir des localisations géographiques différentes.

Le troisième étage :

Il s'agit d'une seule centre de production composée d'un nombre donné de machines pour l'assemblage de sous produits en produits finis.

- On a besoin des sous produits résultants du premiers étages de production pour fabriquer les produits finis.
- Nous ne commençons pas à travailler au troisième étage sauf si les sous produit est prêt aux deux étages précédents.
- Les produits finis fabriqués sont expédiés vers les clients.
- Le centre de décision négocie des dates de livraisons avec les clients.

3.3 Le problème d'ordonnancement dans les centres de productions

A l'intérieur de chaque centre de décisions on a donc un problème d'ordonnancement avec comme fonction objective de minimiser la somme des retards par rapport aux délais négociés. Nous ne prenons pas en compte ici d'autres critères comme la minimisation des stocks, ou la somme des heures supplémentaires, ou les coûts de sous-traitance, maintenance...

on considère que les centres de production sont organisés en atelier de type M machine en parallèle, et que les dates de disponibilité (release dates) sont associées aux premières opérations de chaque job (ceci est logique si tous les composants externes sont assemblés sur les machines des premiers centres de production. C'est la date d'exécution de la première opération de chaque job qui détermine alors s'il est en retard par rapport à sa date de disponibilité) ; et que les dates de livraison (due dates) sont associées à la dernière opération de chaque job (c'est la date d'exécution de la dernière opération de chaque job qui détermine si le produit correspondant est en retard par rapport à sa date de livraison). En utilisant la notation classique en ordonnancement.

3.3.1 Notations

Les données

Pour ce problème nous adoptons les notations suivantes tout. Pour le problème général :

M: nombre de machines.

mj: indice de la machine j.

N: nombre de jobs.

Pi, j: temps d'exécution de l'opération i du job sur la machine j.

r i: date de disponibilité (release date).

d i : date de livraison souhaitée (due date).

Fonction objective

minimiser la somme des retards par rapports aux dates souhaitées de disponibilités des composants, et de livraison des produits finis.

- $F / r_i d_i / \sum T_i C_{max}$.

3.4 Approche de résolution

3.4.1 Description Générale

Nous cherchons une solution globale au problème en utilisant une approche itérative de négociation, Cette approche inclut des négociations bilatérales entre les centres de décisions des centres de production entre eux de coté, et de l'autre coté entre les centres de décisions des centres de production et les l'éléments externes. L'objectif de la coordination des ordonnancements au sein de la chaîne globale est de minimiser une fonction de temps les retards par rapports aux dates convenu(que ce soit avec les fournisseurs externes ou bien avec les clients externes).

3.4.2 Processus de négociation

Chaque commande émise par un client est convertie en un ou plusieurs jobs. Un job correspond donc à un produit, pour lesquels le détail des paramètres de l'ordonnancement sont connus : les centres de production à visiter, la nomenclature du produit (les sous produits et composants nécessaires à sa fabrication, et les dates de disponibilités sur les premières machine de l'atelier dans lequel ils vont être traités).

Les dates de disponibilités ne sont associées qu'aux premières opérations de chaque tâche. De la même façon, les dates de livraisons ne sont associées qu'aux dernières opérations de chaque tâche. Nous supposons que les dates de livraisons ont été promises aux clients externes (qui n'appartiennent pas à la chaîne logistique), et que les dates de disponibilités ont été négociées avec les fournisseurs externes (qui n'appartiennent pas à la chaîne logistique).

A l'intérieur, Au centre de la décision du centre d'assemblage, nous ferons une comparaison entre les dates de livraison des sous produits qui vient des centres de production précédents et la plus grande valeur sera prise parce qu'ils ne peuvent pas commencer à travailler, sauf en présence de tous les sous produits.

$$r(cp3)=max(ccp1,ccp2)$$

Le schéma global du processus de négociation est montré par la figure 3.8.

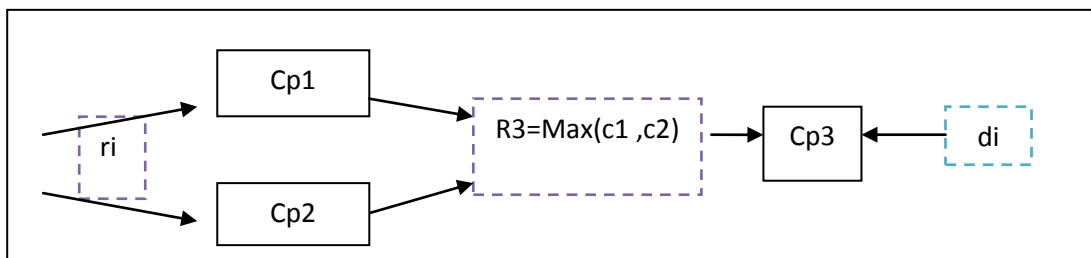


figure 3.8 Le schéma global du processus de négociation

3.5 Conclusion

Nous avons décrit dans ce chapitre le problème principal étudié dans ce mémoire. Il s'agit du problème de coordination au niveau des ordonnancements entre différents partenaires de la chaîne logistique pour satisfaire des commandes de clients. Nous avons décrit le fonctionnement global du système, ainsi que les dépendances entre les différents centres de décision. Les centres de décisions étant autonomes,

Nous suggérons un processus global de négociations pour coordonner les décisions afin de satisfaire les clients externes à la chaîne. C'est une méthode itérative d'amélioration des solutions globales. Cette négociation ne requiert pas le partage d'informations « sensibles » entre les centres de décisions. En effet, ces derniers ne doivent se partager que des informations générales. La convergence du processus global de négociation devra être assurée par un pilotage semi-décentralisé qui oriente l'ensemble des partenaires de la chaîne vers une solution globale qui est supposée satisfaire les intérêts de chacun d'entre eux : une stratégie gagnant-gagnant.

CHAPITRE 4

IMPLEMENTATION DE PROBLEME

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous parlerons d'algorithmes génétiques et nous verrons le langage et son outil que nous avons utilisé pour résoudre notre problème dont nous avons parlé dans le troisième chapitre après cela nous présenterons notre application et nous aurons des exemples pour voir comment son travail et leur résultat fournit.

4.2 Les algorithmes génétique :

Les algorithmes génétiques utilisent la théorie de Darwin sur l'évolution des espèces. Elle repose sur trois principes : le principe de variation, le principe d'adaptation et le principe d'hérédité.[19]

4.2.1 Le principe de variation

Chaque individu au sein d'une population est unique. Ces différences, plus ou moins importantes, vont être décisives dans le processus de sélection.

4.2.2 Le principe d'adaptation

Les individus les plus adaptés à leur environnement atteignent plus facilement l'âge adulte. Ceux ayant une meilleure capacité de survie pourront donc se reproduire davantage.

4.2.3 Le principe d'hérédité

Les caractéristiques des individus doivent être héréditaires pour pouvoir être transmises à leur descendance. Ce mécanisme permettra de faire évoluer l'espèce pour partager les caractéristiques avantageuse à sa survie.

4.2.4 la terminologie de la génétique :

- La population est l'ensemble des solutions envisageables.
- L'individu représente une solution.
- Le Chromosome est une composante de la solution.
- Le Gène est une caractéristique, une particularité.

Avec ces notions, nous obtenons trois opérateurs d'évolution...

4.2.5 Opérateurs d'évolution

Il y a trois opérateurs d'évolution dans les algorithmes génétiques :

- La sélection : Choix des individus les mieux adaptés.
- Le croisement : Mélange par la reproduction des particularités des individus choisis.

- La mutation : Altération aléatoire des particularités d'un individu.

4.2.6 Sélection

La sélection consiste à choisir les individus les mieux adaptés afin d'avoir une population de solution la plus proche de converger vers l'optimum global. Cet opérateur est l'application du *principe d'adaptation* de la théorie de Darwin.

Il existe plusieurs techniques de sélection. Voici les principales utilisées :

4.2.6.1 Sélection par rang : Cette technique de sélection choisit toujours les individus possédant les meilleurs scores d'adaptation.

4.2.6.2 Probabilité de sélection proportionnelle à l'adaptation : Technique de la roulette ou roue de la fortune, pour chaque individu, la probabilité d'être sélectionné est proportionnelle à son adaptation au problème.

4.2.6.3 Sélection par tournoi : Cette technique utilise la sélection proportionnelle sur des paires d'individus, puis choisit parmi ces paires l'individu qui a le meilleur score d'adaptation.

4.2.6.4 Sélection uniforme : La sélection se fait aléatoirement, uniformément et sans intervention de la valeur d'adaptation.

Voici un exemple avec des individus en représentation binaire une fois la sélection effectuée :

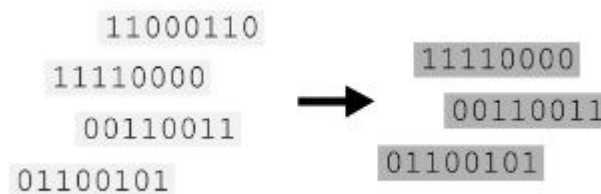


Figure 4.1 :la sélection

On réalise ensuite un croisement entre deux chromosomes parmi la population restante...

4.2.7 Croisement

Le croisement, ou enjambement, crossing-over, est le résultat obtenue lorsque deux chromosomes partage leurs particularités Celui-ci permet le brassage génétique de la population et l'application du *principe d'hérédité* de la théorie de Darwin.

Il existe deux méthodes de croisement : simple ou double enjambement.

- Le simple enjambement consiste à fusionner les particularités de deux individus à partir d'un pivot, afin d'obtenir un ou deux enfants :

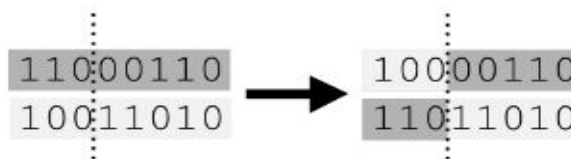


Figure 4.2 :croisement simple

- Le double enjambement repose sur le même principe, sauf qu'il y a deux pivots :

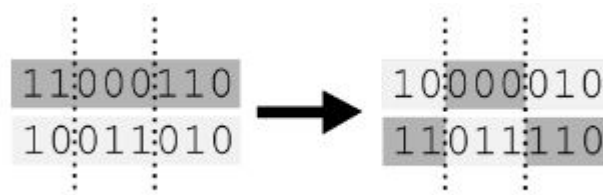


Figure 4.3 : croisement double enjambement

On réalise ensuite une mutation sur les enfants obtenues lors du croisement...

4.2.8 Mutation

La mutation consiste à altérer un gène dans un chromosome selon un facteur de mutation. Ce facteur est la probabilité qu'une mutation soit effectuée sur un individu. Cet opérateur est l'application du *principe de variation* de la théorie de Darwin et permet, par la même occasion, d'éviter une convergence prématurée de l'algorithme vers un extremum local.

Voici un exemple de mutation sur un individu ayant un seul chromosome :

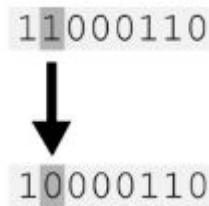


Figure 4.4 : mutation

Avec ces trois opérateurs d'évolution, nous pouvons appliquer les algorithmes génétiques.

4.2.9 Schémas :

Les principes de bases étant expliqués, voici le fonctionnement des algorithmes génétiques :

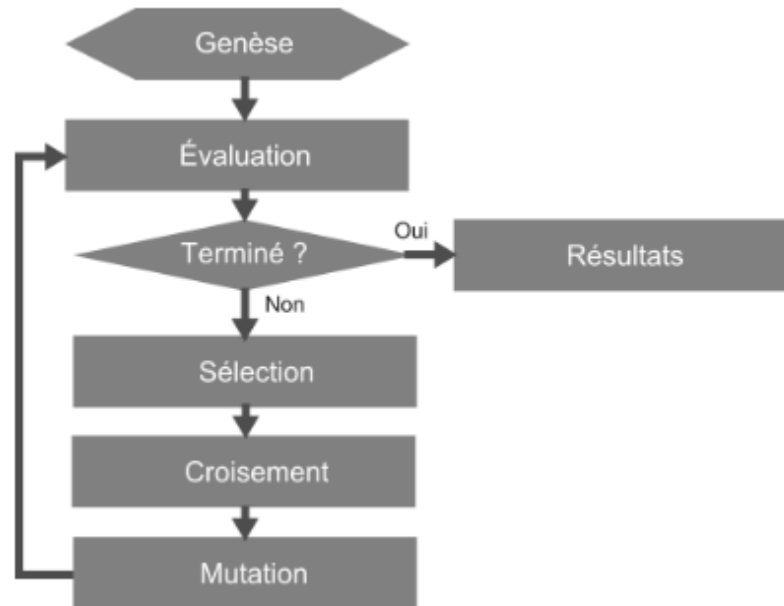


Figure4.5 : fonctionnement des algorithmes génétiques[19]

4.3 MATLAB:

Le nom MATLAB vient de l'anglais *MATrix LABoratory*. Une traduction littérale nous amène à voir MATLAB comme un laboratoire pour manipuler des matrices. qui est un élément fondamental du langage MATLAB : la plupart des fonctions définies dans MATLAB le sont pour des grandeurs matricielles, et par extension, pour des données tabulées.[17]

4.3.1 Pourquoi MATLAB :

MATLAB comprend de nombreuses fonctions, de calcul ou de traitements de données, d'affichage, de tracés de courbes, de résolution de systèmes et d'algorithmes de calculs numériques au sens large du terme.

Toutes ces fonctions sont définies par défaut dans MATLAB dans un langage de programmation spécifique que l'on appellera... MATLAB !

Ce langage comprend de nombreuses fonctions prédéfinies pour le calcul matriciel, mais pas seulement. De ce fait, les domaines d'application sont extrêmement variés, et l'on peut citer par exemple :

- le calcul numérique dans le corps des réels ou des complexes.
- le calcul de probabilités ou les statistiques.
- le calcul intégral ou la dérivation.
- le traitement du signal.
- l'optimisation.
- le traitement d'image.

- l'automatisme.

Et si en standard, MATLAB propose des fonctions couvrant l'ensemble de ces domaines, si vos développements nécessitent de mettre en œuvre des programmes très poussés, il existe des fonctions plus spécifiques regroupées dans des *TOOLBOX* (que l'on peut traduire par "boîte à outils"). Ces toolbox sont des extensions évidemment payantes utiles, voire nécessaires, comportant des fonctions dédiées à ces domaines, pour des développements de niveau professionnel. On peut citer les extensions :

- OPTIMIZATION pour l'optimisation.
- IMAGE PROCESSING pour le traitement d'image.

4.4 Optimisation multi-objectif à l'aide de NSGA-II:

NSGA (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm) est un Algorithme génétique basé sur la domination pour l'optimisation multi-objectif. C'est un très algorithme efficace, mais a généralement été critiqué pour ses complexité de calcul, manque d'élitisme et pour choisir la valeur de paramètre optimale pour le sharing paramètre . Une version modifiée, NSGA-II a été développée, qui a un meilleur algorithme de tri, intègre l'élitisme et aucun paramètre de sharing doit être choisi a priori.

4.4.1 Description de NSGA-II

La population est initialisée et triée en fonction de la non-domination dans chaque front. Le premier front étant ensemble complètement non-dominant dans la population actuelle et le deuxième front étant dominé par les individus dans le premier front seulement et le front continue ainsi. Chaque individuel dans chaque front sont assignés des valeurs de rang (fitness) ou basé sur le front dans auquel ils appartiennent. Les individus du premier front reçoivent une valeur de fitness de 1 et les individus en deuxième ont une valeur de remise en forme de 2 et ainsi de suite. En plus de la valeur de fitness, un nouveau paramètre appelé crowding distance est calculé cultivé pour chaque individu. La crowding distance est une mesure de la proximité d'un l'individu est à ses voisins. La grande crowding distance moyenne entraînera une meilleure diversité dans la population.

Les parents sont sélectionnés parmi la population en utilisant une sélection de tournois binaires basé sur le rang et la crowding distance. Un individu est sélectionné dans le rang est inférieur à l'autre ou si la crowding distance est supérieure à l'autre.

population génère des descendants d'opérateurs de croisement et de mutation, qui être discuté en détail dans une section ultérieure.

La population avec la population actuelle et les descendants actuels est à nouveau triée basé sur la non-domination et seuls les N meilleurs individus sont sélectionnés, où N est la taille de la population. La sélection est basée sur le rang et sur la crowding distance sur le dernier front.

4.5 NGPM :

NGPM est l'abréviation de " A NSGA-II Program in Matlab ", qui est l'implémentation de NSGA-II dans Matlab. NSGA-II est un algorithme génétique multi-objectif développé par K. Deb

Ce programme est écrit pour un problème d'optimisation par éléments finis, le "croisement intermédiaire" et la "mutation gaussienne" sont adéquats pour nous utilisation. Ainsi, nous n'implantons pas d'autres opérateurs génétiques dans NGPM. Le codage réel / entier, la sélection de tournoi binaire, l'opérateur de mutation Gaussien et l'opérateur de croisement intermédiaire fonctionnent bien dans cette outils.

4.6 Implémentation :

Dans cette implémentation, nous ferons une comparaison entre les premières et les dernières générations de la solutions pour montrer l'efficacité de l'outil dans l'amélioration de la solution pour le mieux.

4.6.1 Exemple 01

Dans cet exemple on a dans le premier centre de production 7 taches a faire avec 4 machine.

Premier centre de production

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
P : temps de traitement	5	4	6	7	4	8	5
D : date de livraison	8	8	12	11	14	18	20
R :date de disponibilité	0	4	4	6	8	10	12

table 4.1 :les données de premier centre de production

Après l'implémentation nous avons eu un fichier avec 100 génération voyons les résultats nous avons sélectionné *la 4ème génération*.

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
Machine	3	2	3	2	1	4	2
Position dans la machine	1	2	2	1	1	1	3

tableau 4.2 :l'ordonnancement de premier centre de production G4

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=21$ et la somme des retards T est $\sum T=7$

Maintenant *La dernière génération*

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
Machine	2	3	4	1	4	3	2
Position dans la machine	1	1	1	1	2	2	2

tableau 4.3 :l'ordonnancement de premier centre de production G100

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=18$ et la somme des retards T est $\sum T=0$

Temps d'exécution total=17.6943 sec

Comme nous voyons le retard ici est minimisée à 0 et le Cmax est également minimisé, ce qui signifie que nous avons réalisé ce que nous voulons et avons obtenu de meilleurs ordonnancement.

voyons le deuxième centre de production.

deuxième centre de production

on a dans le deuxième centre de production 7 taches a faire avec 3 machines

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
P : temps de traitement	1	3	4	2	3	4	3
D : date de livraison	6	7	11	11	15	17	18
R :date de disponibilité	0	3	3	4	6	8	9

tableau 4.4 :les données de deuxième centre de production

la même chose ici, après l'implémentation nous avons eu un fichier avec 100 génération voyons les résultats de la 2ème génération .

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
Machine	3	3	1	3	2	2	2
Position dans la machine	2	1	1	2	1	3	4

tableau 4.5 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G2

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=17$ et la somme des retards T est $\sum T=4$

La dernière génération

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
Machine	2	1	3	2	1	2	3
Position dans la machine	1	1	1	2	2	3	2

tableau 4.6 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G100

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=12$ et la somme des retards T est $\sum T=0$

Temps d'exécution total =16.8693.

Comme nous voyons le retard ici est minimisée à 0 et le Cmax est également minimisé, ce qui signifie encore fois que nous avons réalisé ce que nous voulons et avons obtenu de meilleurs ordonnancement.

voyons le troisième centre de production.

troisième centre de production

On a dans le troisième centre de production qui est un centre d'assemblage 7 tâches a faire avec 2 machines.

Dans le troisième centre, les dates de disponibilité dépendent de la disponibilité des produits semi-finis provenant du premier et deuxième centre, comme nous l'avons dit dans le troisième chapitre, les " release dates" du troisième centre étant le maximum entre le Cmax du premier centre et le deuxième centre $R3=Max(C1 ,C2)$.

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7
P : temps de traitement	4	2	5	2	3	2	4
D : date de livraison	12	13	16	15	19	24	25
R : date de disponibilité	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3

tableau 4.7:les données de troisième centre de production

après l'implémentation nous avons eu un fichier avec 100 génération voyons les résultats de la 3ème génération.

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les taches	1	2	3	4	5	6	7
Machine	1	2	2	2	1	1	1
Position dans la machine	1	1	3	2	2	3	4

tableau 4.8 : l'ordonnancement de troisième centre de production G3

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=24$ et la somme des retards T est $\sum T=4$.

La dernière génération

table de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les taches	1	2	3	4	5	6	7
Machine	1	1	1	2	1	1	2
Position dans la machine	1	2	3	1	4	5	2

tableau 4.9 : l'ordonnancement de troisième centre de production G100

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=21$ et la somme des retards T est $\sum T=0$

Temps d'exécution total =17.1832.

Comme nous voyons le retard ici est minimisée à 0 et le Cmax est également minimisé, ce qui signifie encore fois que nous avons réalisé ce que nous voulons et avons obtenu de meilleurs ordonnancement.

4.6.2 Exemple 02

Dans cet exemple on a dans le premier centre de production 9 tâches a faire avec 5 machines.

Premier centre de production

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P : temps de traitement	6	7	1	5	2	11	3	9	5
D : date de livraison	8	11	13	12	14	18	24	20	22
R : date de disponibilité	0	2	4	4	6	8	10	5	9

tableau 4.10 :les données de premier centre de production(exemple 02)

Après l'implémentation nous avons eu un fichier avec 100 génération voyons les résultats de la 4^{ème} génération.

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
machine	4	3	3	5	5	5	2	1	4
Position dans la machine	1	1	2	1	2	3	1	1	2

tableau 4.11 : l'ordonnancement de premier centre de production G4(exemple 02)

Le Cmax dans cette génération est Cmax=22 et la somme des retards T est $\sum T=4$

La dernière génération

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
machine	4	3	2	2	1	5	2	4	3
Position dans la machine	1	1	2	1	1	1	3	2	2

tableau 4.12 : l'ordonnancement de premier centre de production G100(exemple 02)

Le Cmax dans cette génération est Cmax=19 et la somme des retards T est $\sum T=1$

temps d'exécution total= 19.443 sec.

Comme nous voyons le retard ici est minimisée à 1et le Cmax est également minimisé, ce qui signifie que nous avons réalisé ce que nous voulons et avons obtenu de meilleurs ordonnancement.

Deuxième centre de production

on a dans le deuxième centre de production 9 taches a faire avec 4 machines.

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P : temps de traitement	6	5	3	7	2	9	4	8	11
D : date de livraison	8	10	12	11	12	15	18	19	22
R :date de disponibilité	0	4	3	6	5	9	5	10	8

tableau 4.13 :les données de deuxième centre de production(exemple 02)

Après l'implémentation nous avons eu un fichier avec 100 génération voyons les résultats de la 2ème génération .

table de l'ordonnancement nous reçus est le suivant

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
machine	4	2	2	3	2	4	1	2	1
Position dans la machine	1	1	2	1	3	2	1	4	2

tableau 4.14 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G2(exemple 02)

Le Cmax dans cette génération est Cmax=22 et la somme des retards T est $\sum T=10$.

La dernière génération

table de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
machine	2	4	2	3	2	4	1	2	1
Position dans la machine	1	1	2	1	3	2	1	4	2

tableau 4.15 : l'ordonnancement de deuxième centre de production G100(exemple 02)

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=20$ et la somme des retards T est $\sum T=5$ temps d'exécution total= 20.2369 sec.

Comme nous voyons le retard ici est minimisée à 5 et le Cmax est également minimisé, ce qui signifie encore fois que nous avons réalisé ce que nous voulons et avons obtenu de meilleurs ordonnancement.

Troisième centre de production

On a dans le troisième centre de production qui est un centre d'assemblage 9 tâches a faire avec 3 machines

Dans le troisième centre, comme l'exemple 01 $R_3 = \text{Max}(C_1, C_2)$

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P : temps de traitement	5	2	6	3	4	3	7	6	5
D : date de livraison	10	12	15	15	18	20	23	24	26
R : date de disponibilité	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3	R3

tableau 4.16 : les données de troisième centre de production(exemple 02)

Après l'implémentation nous avons eu un fichier avec 100 génération voyons les résultats de la 3ème génération.

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
machine	3	2	3	2	3	1	1	3	2
Position dans la machine	1	1	2	2	3	1	2	4	3

tableau 4.17 : l'ordonnancement de troisième centre de production G3(exemple 02)

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=29$ et la somme des retards T est $\sum T=18$.

La dernière génération

tableau de l'ordonnancement nous reçus est le suivant :

Les tâches	1	2	3	4	5	6	7	8	9
machine	3	1	2	2	3	2	1	3	1
Position dans la machine	1	1	1	2	2	3	2	3	3

tableau 4.18: : l'ordonnancement de troisième centre de production G100(exemple 02)

Le Cmax dans cette génération est $C_{max}=25$ et la somme des retards T est $\sum T=9$
 temps d'exécution total= 19.2073 sec

Comme nous voyons le retard ici est minimisée à 9 et le Cmax est également minimisé, ce qui signifie encore fois que nous avons réalisé ce que nous voulons et avons obtenu de meilleurs ordonnancement.

Comme nous avons vu dans le premier et deuxième exemple le retard toujours est minimisée et la même chose pour le Cmax ce qui signifie que notre application fait très bien.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons parlé des algorithmes génétiques, le langage et son outil que nous avons utilisé pour résoudre le problème que nous avons abordé dans le troisième chapitre après avoir présenté notre application et nous avons pris des exemples pour voir comment son travail et leur résultat fournit.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans ce mémoire, nous avons étudié un problème d'ordonnancement pour les chaînes logistiques. Nous nous sommes intéressés au développement d'outils d'aide à la décision pour l'implémentation d'un system de négociation dans un environnement semi distribué (plusieurs partenaires indépendants, appartenant néanmoins à la même chaîne logistique avec l'intention de collaborer pour obtenir les meilleurs résultats). Dans le problème étudié dans ce mémoire, nous avons considéré des problèmes d'ordonnancement dont l'objectif étaient de minimiser les retards par rapport aux dates de disponibilité des matières premières (relation fournisseur système de production), et aux dates de livraison des produits finis aux clients finaux (relation système de production-clients).

Dans le premier chapitre, nous présenté un état de l'art sur les principaux thèmes liés à ce thème, nous avons commencé par introduire la notion de chaîne logistique et tous les concepts qui y sont liés. Nous avons défini la gestion de la chaîne logistique, ainsi que les principaux types ou architectures de chaînes logistiques, décrivons quelques outils et notions tel que les différentes fonctions, et les niveaux de décisions et comment on peut optimiser les chaînes logistique.

Au deuxième chapitre, nous présenté l'ordonnancement d'ateliers, nous avons défini d'abord l'ordonnancement, puis nous avons défini «l'ordonnancement d'ateliers» et nous avons donné les concepts de base qui leur sont propres. Puis nous avons vu les différents types d'ateliers connus et à la fin nous avons vu comment les améliorer.

Dans le troisième chapitre, nous avons décrit le problème étudié et présenté l'approche globale de la résolution. Le problème sous sa forme la plus générale est présenté. Nous avons commencé par décrire l'opération globale, puis nous avons présenté le problème rencontré dans nos centres de production et la façon dont nous avons négocié pour améliorer le travail et éliminer les retards.

Dans le quatrième chapitre nous avons parlé des algorithmes génétiques, le langage et son outil que nous avons utilisé pour résoudre le problème que nous avons abordé dans le troisième chapitre après avoir présenté notre application et nous avons pris des exemples pour voir comment son travail et leur résultat fournit.

Ce travail répondre à un besoin réel issu du monde des entreprises, que ce soit dans le milieu industriel, ou bien dans le milieu des services.

Beaucoup de ces entreprises font face quotidiennement à des problèmes pour satisfaire leurs clients, qui sont de plus en plus demandeurs de meilleures performances.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOUDAHRI F., conception et pilotage d'une chaîne logistique agro-alimentaire. application: produits de volaille dans la ville de tlemcen, thèse de doctorat, université aboubekr belkaïd tlemcen, algérie ,2013.
- [2] BOUNIF Mohamed Elhadi, Optimisation à base de simulation pour le développement des systèmes décisionnels, Thèse de doctorat, université de M'sila, 2015.
- [3] Christopher, M.L., logistics and supply chain management. pitman publishing, london, (1992).
- [4] D DUVIVIER, Étude de l'hybridation des méta-heuristiques, application à un problème d'ordonnancement de type jobshop, Université du Littoral Côte d'Opale, France 2000.
- [5] HNAIEN F, Gestion des stocks dans des chaînes logistiques face aux aléas des délais d'approvisionnements, l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, France 2008.
- [6] HUGOS M., essentials of supply chain management. john wiley and sons, inc, new jersey, usa, 2003.
- [7] LEE, H.L. and Billington, C. Material Management in Decentralized Supply Chains. Operations Research, 41, 835-847, 1993.
- [8] M. JULIEN FRANCOIS, Planification des chaînes logistiques : Modélisation du système décisionnel et performance, Thèse de doctorat ,Ecole doctorale des sciences physiques et de l'ingénieur de Bordeaux, France, 2007.
- [9] MENTZER J.T., DEWITT W., KEEBLER J.S., MIN S., NIX N.W., SMITH C.D., ZACHARIA Z.G., defining supply chain management, journal of business logistics management, vol 22 (2), (2001).
- [10] MOULOUA Z, Ordonnements coopératifs pour les chaînes logistiques, l'institut national polytechnique de lorraine , France, 2007.
- [11] OUZIZI L., planification de la production par co-décision et négociation de l'entreprise virtuelle, thèse de doctorat, l'université de metz, france, 2005.
- [12] SIMCHI-LEVI, D., Kaminsky, P, designing and managing the supply chain: concepts, Strategies and Case Studies. Boston, MA.: McGraw Hill Professional, 2003.
- [13] TOUNSI J, modélisation pour la simulation de la chaîne logistique globale dans un environnement de production pme mécatroniques, Thèse de doctorat ,Université de Savoie, 2009.
- [14] acharkaoui , <http://www.acharkaoui.com/la-logistique/bienvenu/>, consulté le :05/12/2017.

- [15] eurobios , <http://www.eurobios.com/optimisation-de-la-chaîne-logistique> , consulté le : 12/01/2018.
- [16] lefrançaisdesaffaires, www.lefrançaisdesaffaires.fr, consulté le : 12/01/2018..
- [17] mines-albi, <http://nte.mines-albi.fr/MATLAB/co/Generalites.htmlfr.slideshare.net>, consulté le : 26/05/2018.
- [18] slideshare, <https://fr.slideshare.net/michelmartiz/chapitre-ii-49456302> , consulté le : 09/02/2018.
- [19] univ-mlv, <http://igm.univ-mlv.fr>, consulté le : 07/04/2018.
- [20] Wikipedia , <https://fr.wikipedia.org/wiki/Logistique>, consulté le : 29/05/2018.
- [21] Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Optimisation_lin%C3%A9aire, consulté le : 04/02/2018.

الملخص

نظرًا لأهمية سلاسل التوريد، سنقوم بعرض طرق وأدوات لاتخاذ القرار لتنسيق جدولة سلسلة الإمداد. وتركز هذه الأساليب على التعاون بين شركاء سلسلة التوريد من خلال المفاوضات حول تواريخ وصول المواد الخام للموردين، وتاريخ الانتهاء من تسليم العملاء. يتم إنتاج المنتجات النهائية (أو المنتجات الفرعية) الخاصة بمؤسسة التجميع باستخدام مكونات و / أو منتجات فرعية توفرها شركات أخرى أو موردين خارجيين. نفترض أننا على مستوى الجدولة حيث تبني كل مؤسسة جداولها الخاصة المرتبطة بمراكز الإنتاج الخاصة بها. بما أنه لا يمكن إجراء العملية إلا عندما يكون مركز الإنتاج قد تلقى المكونات الضرورية و / أو المنتجات الفرعية، فإن الجداول تعتمد على ذلك.

الكلمات المفتاحية: سلاسل التوريد، المفاوضات، مركز الإنتاج، جدولة.

Abstract

Given the importance of supply chains, we will present ways and tools for decision making to coordinate supply chain scheduling. These methods focus on cooperation between supply chain partners through negotiations on the arrival dates of raw materials for suppliers, and the date of completion of customer delivery. The final products (or sub-products) of the assembly enterprise are produced using components and / or by-products provided by other companies or external suppliers. Assume that we are at the scheduling level where each institution builds its own schedules associated with its own production centers. Since the process can only be performed when the production center has received the necessary ingredients and / or by-products, schedules depend on that.

Keywords: *supply chains, negotiations, production center, scheduling.*

Résumé

Compte tenu de l'importance des chaînes logistique, nous présenterons des moyens et des outils de prise de décision pour coordonner la planification de la chaîne logistique. Ces méthodes se concentrent sur la coopération entre les partenaires de la chaîne logistique à travers des négociations sur les dates d'arrivée des matières premières pour les fournisseurs, et la date d'achèvement de la livraison du client. Les produits finaux (ou sous-produits) de l'entreprise d'assemblage sont produits à l'aide de composants et / ou de sous-produits fournis par d'autres sociétés ou des fournisseurs externes. Supposons que nous sommes au niveau de planification où chaque institution construit ses propres horaires associés à ses propres centres de production. Puisque le processus ne peut être effectué que lorsque le centre de production a reçu les ingrédients et / ou sous-produits nécessaires, les horaires en dépendent.

Mots-clés: *chaînes logistique, négociations, centre de production, ordonnancement.*