

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Djilali BOUNAÂMA Khemis Miliana



**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département de Mathématiques et d'Informatique**

Mémoire Présenté

Pour l'obtention de diplôme de

**Master** en Informatique

**Spécialité:** Génie Logicielle

Titre :

**Système Multi Agent pour planification de la  
production.**

Réalisé par : Moussaoui Mohamed Lamine

Soutenu publiquement le :...../...../.....

devant le jury composer de:

Mme Hachichi.H	.Président
Mr Haniche Fayçal	.Encadreur
Mr Harbouche.O	.Examineur1
Mr Khalfi.A	. Examineur2

Année Universitaire 2015/2016

# REMERCIEMENTS

Avant de présenter ce travail, nous tenons à remercier الله tout puissant, de nous avoir permis d'arriver à ce niveau d'étude, et aussi pour nous avoir donné beaucoup la patience et de courage pour réaliser ce mémoire.

A travers ce modeste travail, nous tenons à présenter nos sincères remerciements et notre profonde reconnaissance à notre encadreur Mr. Hanniche Faycal.

Nos remerciements aux membres du jury Mr Harbouche.O, Mr Khalfi.A et Mme Hachichi.H qui ont bien accepté de juger et d'évaluer ce modeste de travail.

Nous adressons aussi notre sincère reconnaissance à tous les enseignants du département des Mathématiques Et Informatiques de l'Université Khemis Miliana pour leurs aides et leurs précieux conseils.

Grand merci à tous ceux et toutes celles qui ont contribué de près ou de loin dans l'accomplissement de ce travail.

# DEDICACES

Je dédie ce mémoire

À toutes nos familles,

À tous nos camarades de promotion,

ET à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir

ce travail.

# Résumé

L'informatisation de la gestion de la production (GPAO) est devenue aujourd'hui une nécessité pour les entreprises qui doivent produire des biens et des services à des prix compétitifs tout en respectant le délai. Son objectif est de pouvoir équilibrer la production par rapport aux commandes client, de déterminer les approvisionnements, de définir les ressources nécessaires et de fixer les délais de réalisation des commandes. Pour cela nous avons construit un système multi-agent qui fait d'appliquer le schéma fonctionnel du MRP au niveau de la planification de la production de l'entreprise Batimetal.

Les agents du système développé sont programmés en JAVA et sous la plate-forme JADE.

Notre projet comprend la modélisation et la simulation multi agents qui gèrent la planification.

**Mot clés :** GPAO, Gestion de production, Approvisionnement, délai de réalisation, MRP, Batimetal, JAVA, JADE.

# Abstract

Computerization of production management (CAPM) has now become a necessity for companies that need to produce products services at competitive prices while respecting the deadline. Its objective is to balance production against customer orders, determine the supply, and identify the resources needed and the deadlines for completion of orders.

For this we have built a multi-agent system that to apply the functional diagram of the MRP at the level of planned production of the company Batimetal.

The agents of the developed system are programmed using JAVA and under the JADE platform.

Our project includes modeling and simulation multi officers who manage the planning.

**Keyword:** CAPM, Production Management, Procurement, realization of delay, MRP, Batimetal, JAVA, JADE.

# الملخص

أصبح حوسبة إدارة الإنتاج. (POAG) الآن ضرورة للشركات التي تحتاج لإنتاج السلع والخدمات بأسعار تنافسية مع احترام الموعد المحدد. الهدف منه هو تحقيق التوازن بين الإنتاج في مواجهة طلبات العملاء، وتحديد الإمدادات، وتحديد الموارد المطلوبة والمواعيد النهائية لتنفيذ الطلبات لهذا فمنا ببناء نظام متعدد الوكلاء الذي يقوم بتنفيذ المخطط MRP في الإنتاج المخطط للشركة Batimetal. النظام متعدد الوكلاء المقترح مبرمج في جافا وتحت برنامج Jade. ويشمل هذا المشروع نمذجة ومحاكاة نظام متعدد الوكلاء الذي يدير تخطيط إنتاج مؤسسة Batimetal الكلمات الرئيسية: GPAO، إدارة الإنتاج، الإمدادات، المواعيد النهائية، Batimetal، MRP، جافا، jade.

# Table des matières

Introduction Générale .....	1
Chapitre 1 : Agent et système Multi agents.....	2
Introduction.....	2
I. Le domaine d'application: .....	2
I.1.la Résolution Distribuée de Problèmes (RDP) .....	2
I.2.la Simulation des Systèmes Complexes (SSC) .....	2
II. Les agents logiciels : .....	3
II.1. Définition : .....	3
II.2. Environnement.....	4
II.2.1.Accessibilité : .....	4
II.2.2. Déterministe/Stochastique : .....	4
II.2.3. Episodique/non épisodique (séquentiel) : .....	5
II.2.4. Statique/dynamique : .....	5
II.2.5. Discret /continu : .....	5
II.3. Propriétés des agents.....	5
II.3.1. Autonomie : .....	5
II.3.2. Flexible : .....	5
II.4. Classement des agents : .....	6
II.4.1. Cognitifs : .....	6
II.4.2. Réactifs : .....	6
II.4.3. Hybride : .....	7
II.5. Mobilité : .....	7
II.5.1. Agents fixes : .....	7
II.5.2. Agents mobiles : .....	8
II.6. Le rôle des agents : .....	8
II.7. Le comportement : .....	9
III. Système Multi Agent (SMA) : .....	9
III.1. Définition : .....	9
III.2. Caractéristiques d'un SMA : .....	11
III.3. Architecture du SMA : .....	11

III.3.1. Organisation centralisée :.....	11
III.3.2. Organisation non centralisée (libre) :.....	12
IV. Applications des SMA :.....	12
V. Plateformes SMA: .....	13
V.1. AnyLogic: .....	13
V.2. CORMAS : .....	13
V.3. DoMIS :.....	13
V.4. JACK : .....	13
V.5. JADE :.....	13
V.6. Jadex :.....	13
V.7. Jagent : .....	14
V.8. Janus :.....	14
V.9. Jason :.....	14
Conclusion : .....	14
Chapitre 2 : Gestion et Planification de la production .....	15
Introduction :.....	15
I. Définition des concepts :.....	15
I.1. La production :.....	15
I.2. La gestion de production :.....	16
1.2.1. La gestion des données techniques.....	16
1.2.2. Gestion des données commerciales.....	16
1.2.3. Gestion des matières.....	16
1.2.4. Gestion du travail .....	17
I.3. Système de Production (SP) .....	17
I.3.1. Sous-systèmes de production : .....	17
I.3.2. Typologie des SP .....	18
II. Organisation de la production :.....	19
II.1. La gestion des flux : .....	19
Plusieurs types de gestion des flux sont pratiqués : .....	19
II.1.1. flux poussés : .....	19
II.1.2. flux tirés : .....	19
II.1.3. flux tendus : .....	19
II.2. Gestion des stocks.....	20
II.3. Typologie des ateliers de production .....	20

III. Organisation du système de gestion de la production.....	20
III.1.Le bureau d'étude : .....	20
III.2. Le bureau des méthodes .....	21
III.3.Le bureau de planification :.....	21
III.4. Le bureau d'ordonnancement :.....	21
III.5. Les ateliers de production : .....	21
IV. Gestion hiérarchique de la production : .....	22
IV.1.Gestion stratégique et planification à long terme :.....	22
IV.2. Planification à moyen terme : .....	22
IV.3. Planification à court terme :.....	22
IV.4. Ordonnancement et lancement de la production : .....	23
IV.5. Contrôle :.....	23
V. Le rôle de la gestion de la production :.....	23
V.1.Financières .....	24
V.2. Temporelles.....	24
V.3.Mécaniques.....	24
V.4. Qualité.....	24
V.5. Planification :.....	24
VI. Flexibilité dans les entreprises.....	25
VII. La planification de la production :.....	25
VII.1. Exemples de méthodes et outils de planification de la production :.....	27
VII.1.1. MRP2 : .....	27
VII.1.2.JUSTE A TEMPS : .....	34
VII.1.3. JALONNEMENT : .....	34
Conclusion .....	34
Chapitre 3 : Gestion et Planification de la production au niveau de Batimetal.....	35
INTRODUCTION .....	35
I. Présentation de l'entreprise :.....	35
I.1.Historique : .....	35
I.2.Domains de production :.....	36
I.2.1. Dans le domaine de la charpente métallique :.....	36
I.2.2. Dans le domaine de la chaudronnerie :.....	36
I.3. Organisation : .....	37
I.3.1. Les Organes de Pilotage : .....	37



I.3.2. Au niveau central.....	38
I.3.3. Au niveau opérationnel.....	38
I.4.Organigramme Générale :.....	38
I.5.Caracteristique du processus de production :.....	39
I.6. Prévision de vente :.....	39
II. Le rôle des différentes structures :.....	40
II.1. La direction techno commercial :.....	40
II.1.1. Quelques définitions :.....	40
II.1.2. FICHE D'IDENTITE DU PROCESSUS PRISE EN CHARGE D'UNE NOUVELLE COMMANDE :....	41
II.1.3. Logigramme : Traitement de l'offre et de la commande :.....	42
II.2. La direction de production :.....	44
II.2.1. FICHE D'IDENTITE DU PROCESSUS Production :.....	44
II.2.2. Dossier de fabrication :.....	49
II.2.3. Planification de la fabrication :.....	49
II.2.4. Lancement de fabrication :.....	49
II.2.5. Contrôles associés :.....	49
II.2.6. Logigramme : Traitement de l'offre et de la commande :.....	50
IV. Politique de planification adoptée :.....	51
IV.1. Mis à jour du PDP :.....	51
IV.2. Plan de fabrication :.....	52
IV.2.1. Plan restructuration de la matière première :.....	52
IV.2.2. Plan d'assemblage :.....	52
IV.3. Plan d'approvisionnement :.....	53
IV.4. Suivi et contrôle de la réalisation :.....	53
IV.5 Dictionnaire de donnée :.....	56
Conclusion .....	57
Chapitre 4 : Architecture Multi Agent Pour la Planification.....	58
Introduction :.....	58
I. Architecture générale du système Multi agents proposé :.....	58
I. Présentation des agents :.....	61
I.1. Agent Notificateur :.....	61
I.2. Agent Commercial :.....	61
I.3. Agent Planificateur :.....	61
I.4. Agent chargé d'affaire :.....	63

I.5. Agent contrôleur :	63
I.6. Agent chef-atelier (débit usinage, assemblage ou menuiserie) :	64
I.7. Agent d’approvisionnement :	65
I.8. Agent Sous-Traitance :	66
I.9. l’Agent Fournisseur:	66
II. les Scénarios :	66
II.1. Scenario de prise en charge d’une nouvelle commande :	66
II.2. Scenario associé au non-respect des délais d’approvisionnement :	68
II.3. Scenario de prise en charge d’une défaillance détecté:	69
II.4. Scenario notification à la clientèle :	69
Conclusion	70
Chapitre 5 : Implémentation de la solution	71
INTRODUCTION	71
I. Outils de développement :	71
I.1. Microsoft Visio :	71
I.2. Eclipse :	72
I.3. La plateforme JADE :	73
I.4. WampServer :	75
I.4.1. L'interface PhpMyAdmin :	76
I.5. NOTPAD++ :	77
II. Les langages d’implémentation utilisée :	77
II.1. Le langage Java :	77
II.2. Le langage de requête SQL :	78
III. Description de l'application :	78
III.1. Plateforme d’exécution du système:	78
III.2. Infrastructure techniques :	79
CONCLUSION	80
Conclusion et perspective	82
Bibliographie :	83

# Table des figures

FIGURE 1 COMPORTEMENT D'UN AGENT .....	3
FIGURE 2 ARCHITECTURE GNERIQUE D'UN AGENT. [7].....	4
FIGURE 3 : LA STRUCTURE DES AGENTS HYBRIDES .....	7
FIGURE 4 : VUE CANONIQUE D'UN SMA [4].....	10
FIGURE 5 : ARCHITECTURE CENTRALISE D'UN SMA [1] .....	11
FIGURE 6 : ARCHITECTURE LIBRE (NON CENTRALISEE) DU SMA [1] .....	12
FIGURE 7 : VISION SYSTEMIQUE D'UN SYSTEME DE PRODUCTION [13].....	17
FIGURE 8 : STRUCTURES ORGANISATIONNELLES EN GESTION DE LA PRODUCTION .....	22
FIGURE 9 : LA STRUCTURE GLOBALE DU MRP2.....	28
FIGURE 10 : SCHEMA FONCTIONNEL DU MRP2 .....	30
FIGURE 11 : EMBLACEMENT DE LA PIC EN MRP2.....	32
FIGURE 12 : LA FORME D'UNE NOMENCLATURE. [20].....	33
FIGURE 13 : ORGANIGRAMME GENERAL DE L'ENTREPRISE BATIMETAL .....	38
FIGURE 14 : PROCESSUS DE PRISE EN CHARGE D'UNE NOUVELLE COMMANDE .....	43
FIGURE 15 : FIGURE DEFINI LA PLANIFICATION DE BATIMETAL POUR LES COMMANDES SIMPLE.....	54
FIGURE 16 : FIGURE DEFINI LA PLANIFICATION DE BATIMETAL POUR LES COMMANDES COMPLEXE. ....	55
FIGURE 17 : FIGURE DEFINI L'ARCHITECTURE GENERALE DE NOTRE SYSTEME MULTI AGENT.....	58
FIGURE 18 : DIAGRAMME DE COMMUNICATION A LA RECEPTION D'UNE COMMANDE .....	59
FIGURE 19: DIAGRAMME D'INTERACTION (COMMANDE SIMPLE). ....	60
FIGURE 20 : STRUCTURE DE L'AGENT PLANIFICATEUR. ....	62
FIGURE 21 : STRUCTURE DE L'AGENT CONTROLEUR. ....	64
FIGURE 22 : STRUCTURE DE L'AGENT <i>APPROS</i> .....	65

FIGURE 23 : SCENARIO DE PRISE EN CHARGE D'UNE NOUVELLE COMMANDE.	67
<b>FIGURE 24 : DIAGRAMME DEFINI LE SCENARIO COMMENT REGLER LE TEMPS D'APPROVISIONNEMENT.</b>	<b>68</b>
FIGURE 25 : SCENARIO DE PRISE EN CHARGE D'UNE DEFAILLANCE DETECTE.	69
FIGURE 26 : SCENARIO NOTIFICATION A LA CLIENTELE.	70
FIGURE 27 : MICROSOFT OFFICE VISIO 2013	72
FIGURE 28 : ECLIPSE IDE	73
FIGURE 29 : FIGURE DEFINIT LA PLATEFORME JADE	74
FIGURE 30 : ARCHITECTURE LOGICIELLE DE JADE.	75
FIGURE 31 : WAMPSEVER	76
FIGURE 32 : PHPMYADMIN	76
FIGURE 33 : NOTEPAD++.	77
FIGURE 34 :PLATEFORME D'EXECUTION DU SYSTEME	79
FIGURE 35 : INFRASTRUCTURE PHYSIQUE DE LA SOLUTION.	80

# Liste des tableaux

TABLEAU 1 : DEFINIR LA DIFFERENCE ENTRE L'AGENT COGNITIF ET L'AGENT REACTIF [5].....	7
TABLEAU 2 : LES DIFFERENCES ENTRE LES TROIS NIVEAUX DE LA PLANIFICATION. [16].....	27
TABLEAU 3 : TABLEAU DEFINI LA DIFFERENCE ENTRE LE PDP ET LE PIC. [20].	33

## Introduction Générale

Les premiers systèmes informatiques sont des entités isolés, dont la communication est limitée à leurs opérateurs humains, bien que les systèmes d'aujourd'hui sont souvent interconnectés et intégrés dans des grands systèmes, qu'on appelle systèmes distribués. Les systèmes multi-agents constituent une nouvelle technologie pour la conception et le contrôle de systèmes complexes.

Notre mémoire a pour but de développer un système multi-agents pour la planification de la production qui permet d'organiser le travail aux niveaux des ateliers et d'avoir une vue bien précise et à jour sur la charge de production affecté permettant la réalisation des commandes dans les délais fixés, afin de satisfaire les besoins du client.

Notre travail consiste à comprendre la politique de planification adoptée au niveau de l'organisme d'accueil (BATIMITAL) et de proposer un système Multi agents pour la réalisation de cette tâche de manière organisée et automatique. En plus de la planification notre système sera conçu pour être à jour pour des raisons de suivi, contrôle de la réalisation, re-planification et de mise à jour des plans selon les changements imprévus de l'environnement.

Dans ce contexte, on crée un système multi-agents où les agents sont programmés en JAVA sous la plateforme JADE et se communiquent avec le langage commun FIPA-ACL.

Notre mémoire se compose de cinq chapitres organisés de la façon suivante:

Le premier chapitre, introduit la notion d'agent, de système Multi agents et les concepts rattachés.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons la notion de la gestion de production et la position de la planification.

Le troisième chapitre sera consacré à la présentation de l'entreprise Batimetal et la stratégie de planification adoptée.

Le quatrième chapitre comporte la modélisation et l'architecture de la solution.

Dans le cinquième chapitre, l'implémentation de notre application sera présentée, ainsi que les outils et les environnements de développement et d'exécution.

Enfin nous terminerons par une conclusion générale, qui résume l'apport essentiel de notre travail et qui comporte quelques perspectives.

# Chapitre 1 : Agent et système Multi agents

## Introduction

En informatique, un système multi-agents (SMA) est un système composé d'un ensemble d'agents, situés dans un certain environnement et interagissant selon certaines relations. Le domaine des systèmes multi-agents (SMAs) n'est pas récent, il est actuellement un champ de recherche très actif. Cette discipline est à la connexion de plusieurs domaines en particulier de l'intelligence artificielle, des systèmes informatiques distribués et du génie logiciel.

## I. Le domaine d'application:

L'intelligence artificielle (IA) est la « recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains ». [1]

L'IA a pour but de faire exécuter par l'ordinateur des tâches pour lesquelles l'homme, dans un contexte donné, est aujourd'hui meilleur que la machine». [2]

L'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD) est un sous-domaine de l'IA qui s'occupe des situations où plusieurs systèmes interagissent pour résoudre un problème commun. [3]

IA : Modéliser le savoir des agents (compétence), En dis que Distribution : Modéliser leurs interactions (organisation sociale).

L'IAD se divise en deux branches principales :

### I.1.la Résolution Distribuée de Problèmes (RDP)

Elle étudie comment distribué des compétences au niveau de chaque partie du système, de façon à ce qu'il soit globalement plus compétent que chacune de ses parties.

### I.2.la Simulation des Systèmes Complexes (SSC)

Elle concerne plus particulièrement les Systèmes Multi-Agents (SMA). Les SMA traitent le comportement d'un ensemble d'agents autonomes qui essaient de résoudre un problème commun.

La différence notable entre la RDP et les SSC est que la RDP possède une approche descendante («top-down») et les SSC une approche ascendante («bottom-up»). »Schema RDP et SSC.

## II. Les agents logiciels :

Un agent peut être un processus, un robot ou un être humain, etc...

### II.1. Définition :

Etymologiquement, le mot agent est inspiré du latin "agere" qui signifie agir, donc un agent est une entité qui agit.

On appelle donc agent une entité autonome physique ou abstraite qui est capable d'agir sur elle-même et sur son environnement, qui dans un univers Multi Agents peut communiquer avec d'autres agents et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de ses connaissances, et des interactions avec les autres agents". [4]

L'agent :

- a) est capable d'agir dans un environnement,
- b) peut communiquer directement avec d'autres agents,
- c) est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'il cherche à optimiser),
- d) possède des ressources propres,
- e) est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement,
- f) ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune),
- g) possède des compétences et offre des services,
- h) peut éventuellement se reproduire. [4]



Figure 1 Comportement d'un agent



Donc un agent est une entité physique qui agit dans le monde réel. Un robot, un avion, une voiture sont des exemples d'entités physiques. En revanche, un composant logiciel, un module informatique sont des entités virtuelles, car elles n'existent pas physiquement.

Un Agent est une entité

- Qui agit d'une façon autonome.
- Qui doit atteindre les objectifs pour lesquels il a été conçu.
- Qui peut communiquer avec d'autres agents.
- Doté de capacités semblables aux êtres vivants.

## II.2. Environnement

Un agent ne peut exister sans environnement. L'environnement est une structure dans laquelle l'agent évolue. Un agent va agir sur son environnement et l'environnement doit réagir à l'action de ces derniers (Interaction entre agent et son environnement). [6]

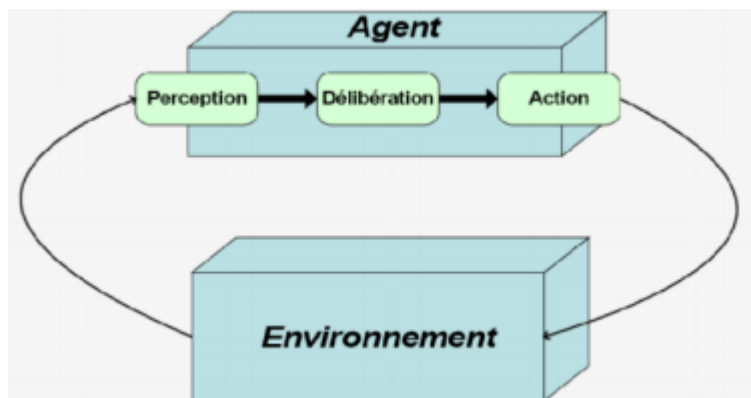


Figure 2 Architecture Générique d'un Agent. [7]

L'interaction agent/environnement étant essentielle dans le domaine d'intelligence artificielle, les principales propriétés qu'il est proposé d'observer sont :

### II.2.1. Accessibilité :

L'environnement auquel l'agent peut accéder est dit accessible sinon il lui est inaccessible.

### II.2.2. Déterministe/Stochastique :

Dans un environnement déterministe, L'état de l'environnement à l'instant suivant est complètement déterminé par l'état courant et par les actions effectuées par les agents. Tandis que dans un environnement stochastique, l'état suivant est complètement aléatoire.

### **II.2.3. Episodique/non épisodique (séquentiel) :**

Un environnement est dit épisodique (ou de temps discrétisé), Si l'expérience de l'agent peut être divisée en "épisodes". Chaque épisode consiste en une phase de perception puis en une phase d'action, le résultat de l'action ne dépendant que de la période courante. Tandis que Environnement non épisodique, Si l'expérience de l'agent nécessite une seul phase de perception.

### **II.2.4. Statique/dynamique :**

Si l'état de l'environnement ne peut pas être changé sans l'intervention de l'agent on dit qu'il est statique sinon on dit qu'elle est dynamique

### **II.2.5. Discret /continu :**

Si tout passage d'un état de l'environnement à un autre nécessite le passage par une séquence d'états intermédiaires, on dit que l'environnement est continu, sinon il est discret. [8]

## **II.3. Propriétés des agents**

### **II.3.1. Autonomie :**

La prise de décision sur son comportement dépend uniquement de ses perceptions, connaissances, et représentation du monde (un agent peut être dépendant et autonome).

### **II.3.2. Flexible :**

L'agent réagit aux changements dans l'environnement et s'adapte selon la disponibilité des ressources.

Il est capable de réaliser des actions d'une façon autonome et flexible afin d'atteindre les objectifs qui lui ont été fixé.

La flexibilité peut être sous plusieurs formes :

### **II.3.2.1. la réactivité :**

L'agent est capable de percevoir les changements dans son environnement, et doit élaborer une réponse dans les temps requis (changement de son état interne, exécution d'une tâche particulière...etc.).

### **II.3.2.2. la pro-activité :**

L'agent doit exhiber un comportement proactif, opportuniste et orienté objectifs, c'est-à-dire il n'agit pas uniquement en réponse à son environnement mais, il est également capable de prendre l'initiative au "bon" moment. Donc, génère ses buts, prend des initiatives pour satisfaire ses buts.

### **II.3.2.3. la sociabilité :**

L'agent doit être capable d'interagir avec les autres agents (logiciels et humains) quand la situation l'exige afin de compléter ses tâches ou aider ces agents à accomplir les leurs. Donc il sera capable d'interagir pour atteindre ses buts, et aider d'autres agents dans leurs activités. [9]

## **II.4. Classement des agents :**

Les agents peuvent être classés en deux catégories principales selon leur comportement et leur granularité. Cette notion de granularité est bien sûr très subjective, elle exprime la complexité de « raisonnement » d'un agent afin de séparer les agents dits "intelligents" et des agents moins "intelligents". On parle d'agents cognitifs et d'agents réactifs.

### **II.4.1. Cognitifs :**

Ils peuvent anticiper, prévoir le futur, mémoriser des choses ... ils réfléchissent.

Il est intelligent par lui-même c'est-à-dire qu'il effectue un certain raisonnement pour choisir ses actions. [10]

### **II.4.2. Réactifs :**

Ils réagissent directement à l'environnement perçu, par pulsion (ex : les fourmis). Un tel agent se contente simplement d'acquiescer des perceptions et de réagir à celles-ci en appliquant certaines règles prédéfinies. [10]

Tableau 1 : Définir la différence entre l'agent cognitif et l'agent réactif [5]

Systemes d'agent cognitifs	Systemes d'agent réactifs
Représentation explicite de l'environnement	Pas de représentation explicite
Peut tenir compte de son passé	Pas de mémoire de son historique
Agents complexes	Fonctionnement stimulus/action
Petit nombre d'agents	Grand nombre d'agent

### II.4.3. Hybride :

Combinaison des deux, Chaque agent hybride est caractérisé par la notion de couches et chaque couche représente soit les agents cognitifs, soit les agents réactifs. Un agent hybride est composé de plusieurs couches arrangées selon une hiérarchie. [10]

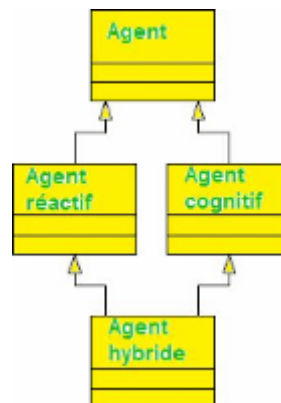


Figure 3 : La structure des agents hybrides

## II.5. Mobilité :

### II.5.1. Agents fixes :

C'est le système le plus immédiat (facile) à implémenter. Un SMA avec des agents non mobile présente tous les intérêts d'un SMA classique :

- Exécution des divers agents en parallèle (en général sous forme de threads) et donc indépendance d'exécution des différents agents.

- Communication grâce a un protocole et un système de communication (en réseau si c'est le cas). Libre arbitre des agents : ils décident de répondre ou non aux sollicitations (messages) extérieures.
- Les agents peuvent êtres de n'importe quel type : réactif, cognitif, etc.

### **II.5.2. Agents mobiles :**

Lors de l'utilisation d'agents mobiles toutes les caractéristiques des agents fixes sont conservées. L'utilisation des agents mobiles présente en outre plusieurs avantages :

- De la charge de calcul :
  - un agent mobile peut en effet se déplacer sur un ordinateur plus puissant pour effectuer un calcul complexe.
  - il peut quitter une machine qui est sature pour aller sur une autre.
- réduction du trafic réseau :
  - Un agent qui a besoin de traiter une grande quantité de données situées sur un autre ordinateur (base de données par exemple) peut se déplacer sur l'ordinateur possédant les données et revenir avec le résultat. -> Cela permet d'éviter de faire transiter les données sur les réseaux.

Les agents mobiles présentent des intérêts évidents, mais sont cependant plus complexes à gérer. Par exemple :

- ✓ Il faut faire suivre les messages lorsque l'agent se déplace.
- ✓ Pour qu'un agent puisse se déplacer, il faut bien entendu que des sites d'accueil existent.
- ✓ L'utilisation de plusieurs langages de programmation peut poser des problèmes pour la mobilité des agents. [11]

### **II.6. Le rôle des agents :**

- Le rôle est une représentation abstraite d'une fonction ou d'un service propose par un agent.
- un rôle peut être attribue dynamiquement a un agent.

- Chaque méthodologie peut appréhender le rôle de différentes façons. Certaines proposent d'associer potentiellement plusieurs rôles à un agent. D'autres spécifient qu'un rôle est au contraire tenu par plusieurs agents. [4]

## II.7. Le comportement :

- Un comportement est une réponse à un évènement ou une situation.
  - un évènement est une chose qui se produit et qui change l'environnement ou l'état de l'agent.
  - Un agent définit son comportement en fonction des événements qui lui arrivent.
  - Lorsqu'un évènement se produit, l'agent doit l'analyser et l'évaluer pour produire une réponse adaptée.
- La décision d'un agent va donner lieu à une action, cette dernière n'est pas seulement envisagée comme le résultat de ce que font les agents mais comme le résultat des réactions du monde aux influences des agents.
- Le comportement interne d'un agent exprime quand et comment un agent va utiliser ses connaissances, ses savoir-faire et ses facultés de perception de l'environnement, ou de communication pour décider de ses actions. Pour un concepteur, la définition du comportement est alors : "comment assembler les différentes parties d'un agent de manière qu'il accomplisse les actions que l'on attend de lui ?".

## III. Système Multi Agent (SMA) :

Un SMA permet de résoudre des problèmes complexes en exploitant l'intelligence collective des agents qui le compose.

### III.1. Définition :

On appelle système multi-agent (ou SMA), un système composé des éléments suivants :

1. Un environnement E, c'est-à-dire un espace disposant généralement d'une métrique.
2. Un ensemble d'objets O. Ces objets sont situés, c'est-à-dire que, pour tout objet, il est possible, à un moment donné, d'associer une position dans E. Ces objets sont passifs, c'est-à-dire qu'ils peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents.

3. Un ensemble  $A$  d'agents, qui sont des objets particuliers ( $A$  inclut  $O$ ), lesquels représentent les entités actives du système.
4. Un ensemble de relations  $R$  qui unissent des objets (et donc des agents) entre eux.
5. Un ensemble d'opérations  $Op$  permettant aux agents de  $A$  de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets de  $O$ .
6. Des opérateurs chargés de représenter l'application de ces opérations et la réaction du monde à cette tentative de modification, que l'on appellera les lois de l'univers.

Les systèmes multi-agents mettent en œuvre des agents homogènes et hétérogènes ayant des buts communs ou distincts. Ils sont dynamiques. [4]

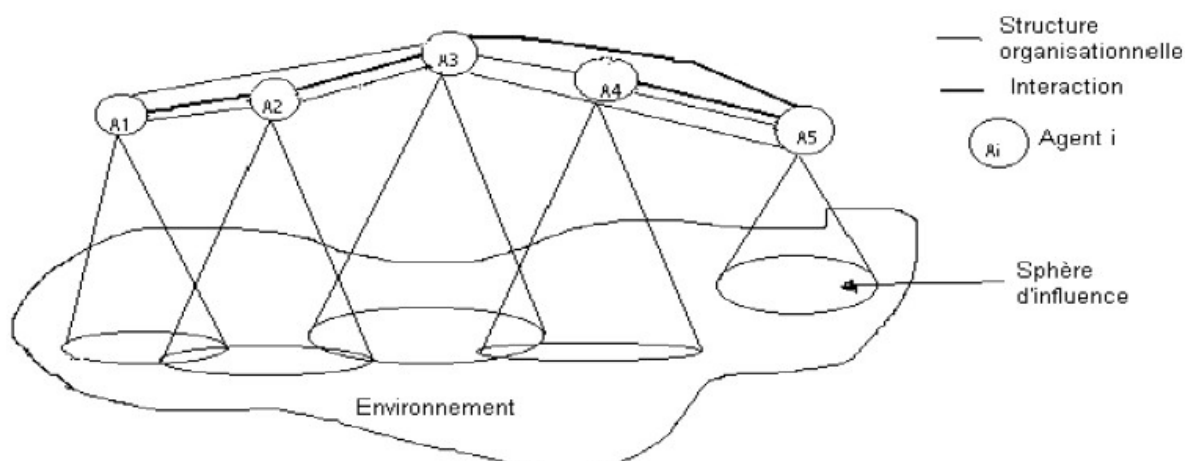
Un système multi-agent est un système distribué composé d'un ensemble d'agents qui interagissent le plus souvent, selon des modes de coopération, de concurrence ou de coexistence.

Selon un SMA est généralement caractérisé par :

- chaque agent à des informations ou des capacités de résolution de problèmes limitées, ainsi chaque agent à un point de vue partiel ;
- il n'y a aucun contrôle global du système multi-agents ;
- les données sont décentralisées ;
- le calcul est asynchrone.

Le principe récursif définit un SMA à un niveau supérieur d'abstraction comme étant un agent.

Une vue canonique d'un SMA est donnée dans la figure :



**Figure 4 : Vue canonique d'un SMA [4]**

Donc, Un système multi-agents est un ensemble organisé d'agents.

- Il est constitué d'une ou plusieurs organisations qui structurent les règles de cohabitation et de travail collectif entre agents.

- Dans un même système, un agent peut appartenir à plusieurs organisations.

## III.2. Caractéristiques d'un SMA :

Chaque agent a des informations ou des capacités de résolution de problèmes limitées, ainsi chaque agent a un point de vue partiel.

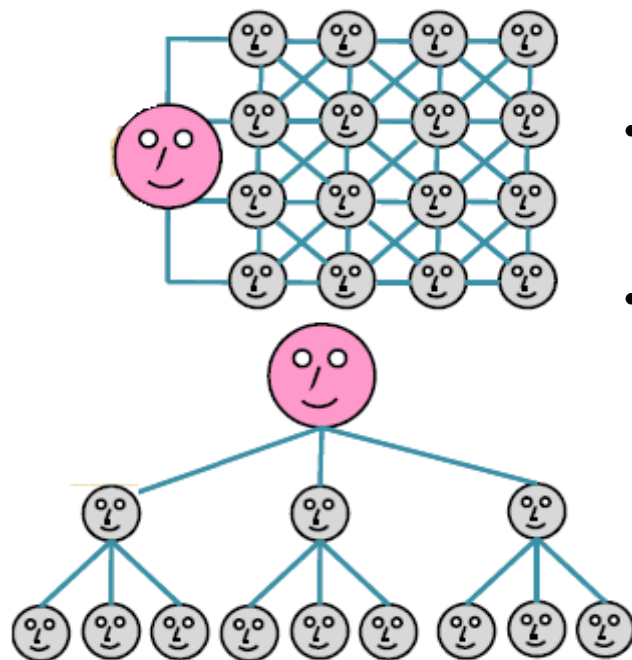
- Il n'y a aucun contrôle global du système multi-agent.
- Le calcul est asynchrone.

## III.3. Architecture du SMA :

### III.3.1. Organisation centralisée :

Dans une conception centralisée, un agent connaît tous les autres agents.

Ainsi lorsque l'on a besoin d'une compétence particulière ou d'un agent particulier on s'en réfère à cet agent pour connaître le/les agents concernés.



- Les agents ont tous la même structure : état et comportement.
- Emergence ou d'Intelligence Collective.

Figure 5 : Architecture centralisé d'un SMA [1]



### III.3.2. Organisation non centralisée (libre) :

- Aucun agent ne connaît tous les agents. Localement, un agent peut connaître les agents avec il est susceptible de traiter, mais personne n'a, a priori, de vision globale.
- Personne ne connaît personne a priori et c'est en dialoguant que l'on trouve les autres.

- Les agents ont des structures différentes

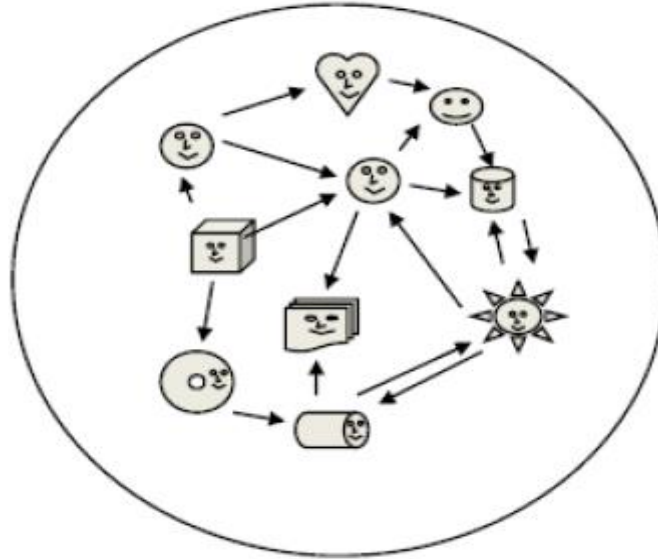


Figure 6 : Architecture libre (non centralisée) du SMA [1]

## IV. Applications des SMA :

- Simulation de phénomènes complexes.
- Sociologie, physique des particules.
- Chimie, Robotique.
- Biologie cellulaire, Ethologie, Ethnologie, ...
- IAD pour la résolution de problèmes complexes.
- Systèmes parallèles et distribués.
- Robotique, Productique.
- Télécoms.
- Jeux vidéo, Cinéma (Animations 3D).[1]
- E-commerce, E-learning.
- Urbanisation.
- Smart Grid.
- Gestion du trafic routier.
- Finance : Trading automatique.
- Web Sémantique.
- Internet des objets (Web 3.0).

## **V. Plateformes SMA:**

### **V.1. AnyLogic:**

Logiciel de simulation multi-agents et multi méthode.

### **V.2. CORMAS :**

(COmmon Ressources Multi-Agent System) est un framework de développement de systèmes multi agents, open-source et basé sur le langage de programmation orientée objet SmallTalk. Il est centré sur des problématiques de recherche en sciences du développement et de négociation entre acteurs.

### **V.3. DoMIS :**

Un outil permettant la conception de Systèmes Multi-agents (orientés "*pilotage opérationnel de systèmes complexes*"). Utilisé Pour l'analyse décisionnelle des systèmes complexes.

### **V.4. JACK :**

Un langage de programmation et un environnement de développement pour agents cognitifs, développé par la société Agent Oriented Software comme une extension orientée agent du langage Java.

### **V.5. JADE :**

(Java Agent DEvelopment) est un framework de développement de systèmes multi-agents, open-source et basé sur le langage Java. Il offre en particulier un support avancé de la norme FIPA-ACL, ainsi que des outils de validation syntaxique des messages entre agents basé sur les ontologies.

### **V.6. Jadex :**

Une plate-forme agent développée en JAVA par l'université de Hambourg qui se veut modulaire, compatible avec de nombreux standards et capable de développer des agents.

### **V.7. Jagent :**

Un framework open source réalisé en Java dont l'objectif est de faciliter le développement et le test de systèmes multi agents.

### **V.8. Janus :**

Une plateforme multi-agents modulaire écrite en Java. Elle permet de créer des systèmes multi-agents avec ou sans une approche organisationnelle basée sur le modèle Capacité-Rôle-Interaction-Organisation (CRIO).

### **V.9. Jason :**

Un environnement open source de développement d'agents dans le formalisme AgentSpeak, et développé en Java. [1]

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté un état de l'art sur les notions théoriques en rapport direct avec le thème de notre mémoire. Cet état présente en façon globale les définitions et explications sur les concepts d'agents et de Système Multi Agent. Et puisque les SMA servent aujourd'hui à toutes sortes d'applications dans divers domaines, nous citons quelque domaine d'application comme résolution de problème, simulation multi agent et robotique.

## **Chapitre 2 : Gestion et Planification de la production**

### **Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons définir la production et la gestion de la production. On parlera aussi des systèmes de production et de sous système de production et la typologie. On définira l'organisation de la production et de de la gestion de flux et des stocks, on détaillera l'organisation du système de productions et de ces différents services. On terminera le chapitre par le rôle de la gestion de production, sa hiérarchie et enfin la planification de la production.

### **I. Définition des concepts :**

#### **I.1. La production :**

La production est le processus conduisant à la création de produits par l'utilisation et la transformation de ressources. Le terme « transformation » doit être entendu au sens large, puisqu'il recouvre la modification de l'apparence, des propriétés physico-chimiques, de l'emplacement (transport), etc.

Les opérations sont les activités composant le processus de production.

Les « produits » peuvent être des biens (physiques) ou des services. Les « ressources » consistent principalement en :

- capital et équipements
- main d'œuvre
- matières (premières, produits semi-finis)
- information.

Exemples : bois, hommes, atelier de menuiserie → tables. Dans la transformation du bois en un meuble « tables » ; le bois (matière première) doit subir certaines transformations dans l'atelier de menuiserie (équipements et machines). Les travaux sont conçus et réalisée par l'homme qui va donner le produit final « tables ».

L'ensemble de ces transformations constituant la production seront soumises à des critères impératifs de coût, de délai, de quantité et de la qualité. [12]

## **I.2. La gestion de production :**

La gestion de la production est l'ensemble des activités qui participent à :

- la conception,
- la planification des ressources (matérielles, financières, ou humaines),
- l'ordonnancement,
- l'enregistrement des activités de production,
- le contrôle des activités de production de l'entreprise. [13]

L'objectif de cette gestion est d'optimiser les processus de la valeur ajoutée en améliorant de manière continue les flux allant des fournisseurs aux clients.

La gestion de la production est la fonction ayant pour objets la conception, la planification et le contrôle des opérations.

Les activités de conception portent sur la définition des caractéristiques du système productif (capacité, localisation, technologie, etc.) et des produits.

La planification décrit l'utilisation projetée du système productif pour satisfaire la demande. Compte tenu des moyens (humains ou technologiques) disponibles la planification permet d'assurer l'organisation du système de production afin que la fabrication des produits soit satisfaite en quantité et en temps voulu.

La gestion de production se compose de quatre grandes activités :

### **1.2.1. La gestion des données techniques**

Elle consiste à la description des produits finis et des produits semi finis (nomenclatures) ainsi la description des processus de réalisation (gammes du produit final).

### **1.2.2. Gestion des données commerciales**

Réception des commandes et établissement des calendriers de livraison souhaités.

### **1.2.3. Gestion des matières**

Ce type de gestion assure l'approvisionnement en matières premières ou composants et le stockage de produits fabriqués.

### 1.2.4. Gestion du travail

La gestion du travail organise dans le temps la réalisation des tâches en leur attribuant les ressources nécessaires. Elle prend en compte les données techniques et commerciales et celles du suivi de fabrication (quantités déjà fabriquées, état des ressources...).

La figure [] illustre les quatre activités de la gestion de production.

## I.3. Système de Production (SP)

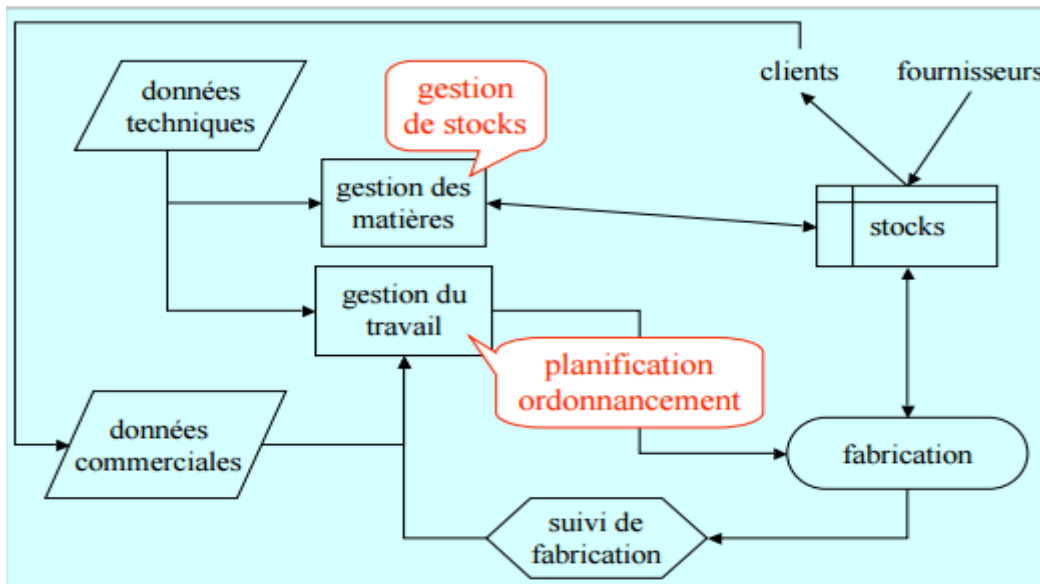


Figure 7 : Vision systémique d'un Système de Production [13]

Il s'agit de transformer un ensemble de matières premières ou de composants semi-finis en produits finis.

### I.3.1. Sous-systèmes de production :

On distingue trois types de sous-systèmes :

- le sous-système physique dont les éléments sont directement impliqués dans le processus de fabrication et sont soumis aux perturbations émanant de l'environnement.

- le sous-système décisionnel, réactif, gère les activités du sous-système physique, prend en compte les contraintes environnementales.
- le sous-système informationnel, réactif, sert comme liaison entre les deux sous-systèmes précédents et l'environnement.

### **I.3.2. Typologie des SP**

#### **I.3.2.1. En fonction de l'organisation des ressources :**

- Production continue : le produit ne peut attendre qu'une ressource se libère (ex : industries de process – sidérurgie, pétrochimie, pharmacie...).
- Production de masse : les produits sont quasi-identiques, ils sont en grande quantité, les moyens de production sont spécialisés et organisés afin d'optimiser le cycle de production (ex : industrie automobile...).
- Production en petite et moyenne séries : une forte diversité des produits est observé, le type de demande est personnalisé et prohibe un équipement spécialisé. les ressources seront donc polyvalentes et la nécessité d'un lancement par lot afin de minimiser les coûts liés à une campagne de fabrication (ex : industries de sous-traitance : équipementiers, service...).
- Production unitaire (gestion de projet) : la production est en très faible quantité, le cycle de production est élevé et de nombreuses ressources sont observées. (ex : industrie aéronautique, spatial, BTP, ...).

#### **I.3.2.2. Organisation en ateliers :**

- La main d'œuvre est qualifiée et les équipements sont polyvalents.
- la gestion des approvisionnements et les coûts de manutention sont importants.
- Diminution des coûts : Optimisation de la localisation relative des centres de production et agencement de l'espace. La constitution de "sous-usines" basée sur des considérations techniques favorise une technologie de groupe.
- La multiplicité des routes entre postes de travail étant faite ce qui implique une prépondérance de la problématique d'ordonnement.

### **I.3.2.3. En fonction du pilotage de la production :**

- Production à la commande : la demande aléatoire et la production est déclenchée par la commande ferme d'un client, ce qui nécessite une grande variété de produits.
- production pour stock : elle est déclenchée par anticipation d'une demande solvable d'où un éventail des produits restreint, la demande est importante et prévisible.
- production mixte : la fabrication pour alimenter le stock et à la commande.

## **II. Organisation de la production :**

L'organisation de la production diffère selon les entreprises et leur environnement (la clientèle, les fournisseurs et les produits). Les objectifs étant similaires, il s'agit de produire en essayant de se rapprocher des cinq zéros : zéro stock, zéro défaut, zéro papier, zéro panne, zéro délai.

### **II.1. La gestion des flux :**

#### **Plusieurs types de gestion des flux sont pratiqués :**

##### **II.1.1. flux poussés :**

- Lorsqu'une étape de la production d'un produit est terminée, le produit est « poussé » vers l'étape suivante.
- C'est la disponibilité du produit venant de l'amont qui déclenche l'étape suivante de fabrication.
- Cette méthode de production implique le stockage des produits finis avant leur commercialisation.

##### **II.1.2. flux tirés :**

- Le déclenchement d'une étape de fabrication d'un produit ne peut se faire que s'il y a une demande par l'étape suivante.

##### **II.1.3. flux tendus :**

- Le travail en flux tendu est équivalent au travail avec le minimum de stocks et d'encours.



- Souvent employée dans le cas de flux tirés, l'expression est synonyme de « mise en ligne » et peut tout aussi bien s'appliquer aux flux poussés qu'aux flux tirés.

## **II.2. Gestion des stocks**

Les modes de gestion des stocks peuvent se classer en trois grandes catégories :

- La production sur stock, elle est faite à partir d'un seuil ou une quantité minimum de réapprovisionnement,
- La production juste à temps.
- La production à la demande, sur commande.

## **II.3. Typologie des ateliers de production**

Il existe plusieurs types d'ateliers de production :

- l'atelier à postes de charge (machines ou postes de travail manuel) isolés, en anglais jobshop ; la production y est discontinue.
- l'atelier à flux continu, en anglais flowshop, dans ce cas les postes sont mis en ligne (chaîne).
- l'atelier ou la cellule flexible, la production est discontinue et les transferts entre postes sont automatisés.

# **III. Organisation du système de gestion de la production.**

Dans une entreprise industrielle de nombreux services composent le système de production :

## **III.1. Le bureau d'étude :**

- il est chargé de la conception des produits finis qui seront fabriqués.
- Pour chaque produit, il dresse la liste des composants dans une structure de décomposition appelée nomenclature.
- Deux principales familles de logiciels sont alors utilisées pour accomplir les tâches qui lui sont attribuées : les logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et les logiciels de CFAO (Conception de la Fabrication Assistée par Ordinateur).

### **III.2. Le bureau des méthodes :**

- Il définit de la manière la plus détaillée possible les différentes opérations à réaliser lors de la fabrication du produit, en précisant les moyens matériels requis, mais aussi l'ordre et les délais dans lesquels elles sont exécutées.
- Il s'agit de la définition des gammes opératoires.

Le bureau des méthodes choisit les opérations qui seront automatisées afin de diminuer les délais de fabrication, assurer la production de produits de bonne qualité (avec le moins de défauts possibles), diminuer le nombre de tâches répétitives et dangereuses pour le personnel.

### **III.3. Le bureau de planification :**

En fonction de la demande des produits et des prévisions de leurs consommations, ce service coordonne et régule les activités de production.

Il est chargé du choix des sources d'approvisionnement, de la planification des livraisons de matières et consommables et de la gestion des stocks. Il définit et gère le plan industriel et commercial de l'entreprise.

### **III.4. Le bureau d'ordonnancement :**

Il définit et gère le plan directeur de production, organise les activités et décrit l'ordre dans lequel elles sont exécutées au sein des différentes unités de fabrication. Il programme la succession des tâches à réaliser en un délai optimal pour l'atteinte de ses objectifs.

### **III.5. Les ateliers de production :**

Il s'agit des cellules productrices. Les ateliers exécutent les tâches et assurent la transformation des matières premières en produits finis, suivant le plan défini par le bureau d'ordonnancement.

La figure ci-dessus résume le système de gestion de la production.

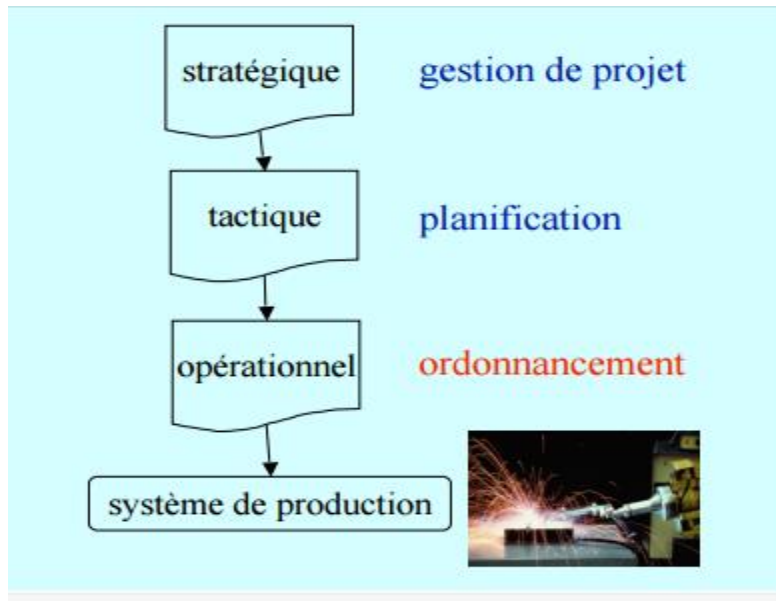


Figure 8 : Structures organisationnelles en gestion de la production

## IV. Gestion hiérarchique de la production :

### IV.1. Gestion stratégique et planification à long terme :

- Elle définit la mission de l'entreprise, la composition du portefeuille de produits, l'identification des segments de marché visés et les choix de processus de production.
- Elle définit aussi la stratégie concurrentielle à savoir la domination par les coûts, la différenciation (par la qualité, la flexibilité, l'innovation, les délais, ...) et la concentration de l'activité.

### IV.2. Planification à moyen terme :

- il s'agit d'une planification qui a pour rôle de coordonner les décisions en matière de production avec le contenu du plan marketing et de la gestion du personnel.
- elle contribue à la gestion de projet.

### IV.3. Planification à court terme :

- C'est l'élaboration du plan directeur de production qui détaille les quantités à produire sur un horizon restreint.
- Elle définit la planification des besoins en composants.

- Contribuer à la gestion des stocks.

#### **IV.4. Ordonnancement et lancement de la production :**

L'ordonnancement permet l'affectation des ordres de fabrication aux postes de travail.

#### **IV.5. Contrôle :**

Il a pour rôle le suivi des ordres de fabrication, le contrôle de qualité, l'observation des indicateurs de performance etc.

Il existe d'autres facteurs importants permettant de différencier ces niveaux, on citera à titre d'exemple :

- le degré d'irréversibilité des décisions,
- la diversité des fonctions de gestion impliquées,
- le degré d'agrégation des informations, des catégories de produits et de ressources,
- le degré d'incertitude,
- la prise en considération ou l'abstraction de certains détails, etc.

### **V. Le rôle de la gestion de la production :**

La gestion de la production est la mise en application de méthodes et de techniques dans le but d'accomplir la transformation des matières en produits fini. Elle se résume en la combinaison de ressources parmi lesquelles les moyens matériels (les machines), les moyens humains (le personnel par classe de qualification) et les matières (matières premières, matières consommables) dans un planning avec pour but d'assurer la fabrication du produit en qualité et en quantité prédéfinies.

Dans un environnement économique devenu concurrentiel, les enjeux financiers sont cruciaux.

Le prix de vente des produits dépend de plus en plus de la demande du marché et reste très influencé par la concurrence.

Afin de rester compétitive et surtout garantir une marge bénéficiaire convenable sur la vente de leurs produits, les entreprises industrielles ont pour principal recours la réduction du coût de production.

Le champ d'action de la gestion de la production dans l'entreprise est vaste, il couvre de nombreuses activités et interpelle les professionnels de différents domaines de formation.

Les contraintes rencontrées sont de divers ordres :

### **V.1.Financières**

La contrainte financière vise une production à un coût optimal en minimisant le coût des matières et des consommables ainsi que le coût de stockage.

D'autres types de cout sont à prendre en considération et qui font partie intégrante du coût de revient, le coût de gestion des magasins, le coût des heures de travail supplémentaires, le coût des arrêts ....La maîtrise ces cout est une forme de garantie pour la commercialisation des produits finis.

### **V.2. Temporelles**

Il s'agit de produire dans les délais, d'assurer une livraison juste à temps, d'éviter les ruptures de stocks, d'éviter le gonflage des stocks de produits finis. Car cela aura une incidence directe sur la satisfaction de la clientèle (pertes de commandes) ou sur le coût de revient du produit finis dû aux coûts supplémentaires du stockage.

### **V.3.Mécaniques**

Respecter les plannings de la maintenance préventive et bien gérer les temps d'arrêt. Il faut bien anticiper sur les pannes et prévoir des solutions alternatives en cas d'arrêt d'une machine (maintenance curative).

### **V.4. Qualité**

Un produit de bonne qualité participe à la fidélisation de la clientèle et véhicule l'image de marque de l'entreprise. L'objectif est donc de produire avec le moins de défauts possible et le moins de déchets.

### **V.5. Planification :**

Une bonne planification permet d'assurer une circulation continue des flux, de détecter et supprimer les goulets d'étranglement dans le circuit de production. Il s'agit aussi à ce niveau de définir un plan de production et les gammes opératoires, d'ordonner les opérations et enfin de gérer la répartition des tâches durant tout le processus de fabrication.

L'organisation de la gestion de la production porte sur la mise en place de solutions visant à satisfaire ces différentes contraintes. Notamment :

- ✓ Le choix de la politique d'approvisionnement des matières : choix des sources d'approvisionnement, livraisons juste à temps.
- ✓ Le choix de la politique de stockage : Le type et la taille des magasins, l'externalisation du stockage.
- ✓ La politique de fabrication : La production continue, La production discontinue, l'ordonnancement de la production, le volume de production par rapport aux objectifs de vente.
- ✓ La politique commerciale : La gestion du réseau de distribution physique, La maîtrise des coûts de distribution. [15]

## **VI. Flexibilité dans les entreprises**

La flexibilité est la capacité d'un système industriel à créer ou gérer la variété, afin de s'adapter aux changements de l'environnement, internes (pannes machines, absences de personnel...) ou externes (commandes urgentes, retard d'appro...), tout en maintenant son équilibre.

La Flexibilité est liée au nombre de choix possibles en réponse à une perturbation tant dis que la réactivité est un processus de recherche de solution cette perturbation. [13]

## **VII. La planification de la production :**

La planification permet de prévoir plusieurs choses importantes, en effet :

- Elle permet de baisser le stress dû à l'incertitude se tout en projeter dans le futur en s'assurant que l'on serait capable d'atteindre les objectifs voulus.
- Elle permet aussi de prendre immédiatement des décisions qui ont un certain délai de mise en œuvre et qui permettront d'atteindre les objectifs (ajustement des ressources aux objectifs ou des objectifs aux ressources).
- En fin de communiquer le plan afin que l'environnement puisse s'adapter à la planification choisie.

Le fait de planifier est donc toujours lié à un ensemble de paramètres importants, assez indépendants de ce qui est réellement planifié. On doit toujours considérer les trois grandes dimensions d'un plan :

- Le domaine : L'environnement de la planification, la portée, entreprise, usine, vacances, carrière, congrès, etc.

- L'objet :

1. La nature des opérations à planifier, La nature de la demande.

2. Les ressources prises en compte (dollars, moyens de production, personnels, etc.)

3. Les mesures de performance

➤ L'unité de mesure de la charge induite par ces opérations (coût, temps, matière première, etc.)

➤ La mesure des coûts associés à l'utilisation des ressources, voir à la variation du niveau de ressources.

- Le temps :

✓ L'unité de mesure du temps et l'horizon pris en compte (année, mois, semaine, heures, etc.).

✓ La fréquence de remise en cause du plan.

On distingue en planification de la production trois niveaux importants :

- le long terme (planification stratégique),
- le moyen terme (planification tactique)
- le court terme (planification opérationnelle). [16]

**Tableau 2 : Les différences entre les trois niveaux de la planification. [16]**

	Stratégique	Tactique	Opérationnelle
Nom de la planification	Plan de production, plan industriel et commercial	Plan directeur de production, plan des besoins matière	Ordonnancement
Espace	L'entreprise	Une usine	Un atelier
Objet	Chiffre d'affaire par client ou pays, ligne de produit ou famille de produit	Produit finis ou famille de produits finis	Produits finis, composants, produits approvisionnés
Unité de temps	Mois	Semaine	Heure
Horizon	Année	Quelques mois	Un mois, voir plus
Ressources prises en compte	Usines, lignes de production, volume de ressources humaines	Lignes de production, type de poste de charge, type de machines	Machines, postes de charge
Mesure des coûts	Coût d'ouverture ou fermeture de lignes de production, coût d'engagement ou de remerciement de personnel	Coûts de stockage, coût de réglage	Pas réellement pris en compte
Mesure des décisions	Ouverture fermeture de site, engagement ou retrait de personnes	Taille des lots à fabriquer. Fabriquer, stocker, sous-traiter.	Ordonnancement détaillé

## VII.1. Exemples de méthodes et outils de planification de la production :

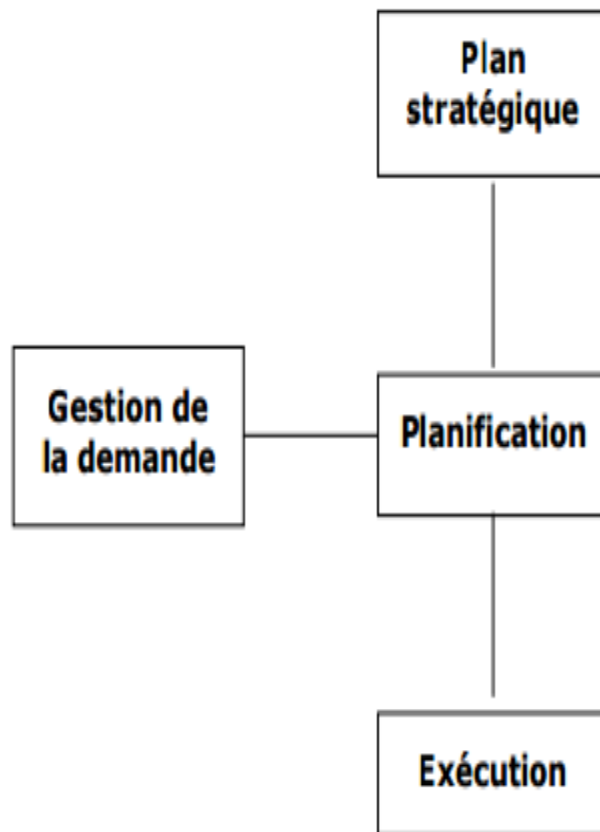
### VII.1.1. MRP2 :

Méthode et Régulation de la Production, reste très utilisée. Gestion du long au court terme. Ne produire que ce qu'il faut quand il faut à partir de prévisions (Le MRP1 ne consiste qu'à un calcul des besoins).

- Historique : (Material requirements Planning), cette méthode, après plusieurs évolutions, a abouti au MRP2 (Manufacturing Resource Planning) que l'on peut traduire par Management des ressources de la production. Elle permet de planifier les ordres de fabrication ou de commande. On peut classer ces différentes évolutions en fonction de leur apparition et aussi de leurs spécificités.
  - ✓ MRP0 : Planification des besoins en composants à l'aide d'une nomenclature (années soixante).



- ✓ MRP1 : Planification des besoins en composants avec prise en compte des capacités (années soixante-dix).
- ✓ MRP2 : La dernière méthode apparue dans les années quatre-vingt découle de MRP1 mais permet d'intégrer des données financières permettant de définir des priorités de fabrication. [18]
- Structure globale du MRP2 : Le MRP2 permet de gérer la production depuis le long terme jusqu'au court terme, elle permet les communications entre la fonction commerciale et la production. La gestion de la demande concerne les prévisions commerciales et les commandes clients. La planification comprend plusieurs niveaux :
  - ✓ Plan industriel et commercial.
  - ✓ Programme directeur de production.
  - ✓ Calcul des besoins nets. Pour chaque niveau, il est nécessaire de déterminer les charges. L'exécution concerne la gestion d'atelier.



**Figure 9 : La structure globale du MRP2**

- Schéma fonctionnel du MRP2 : Sans précaution particulière, le système peut donc proposer un programme de production (ensemble des ordres proposés) conduisant à :

- ✓ Une charge moyenne supérieure à la capacité des ressources,
- ✓ Des périodes sous-chargées alternées avec des périodes surchargées.

Pour éviter un programme de production incohérent :

❖ Il faut d'abord s'assurer :

- ✓ Avant de lancer le Calcul des Besoins :

Que la charge programmée moyenne sera compatible avec la capacité des ressources de production, C'est le rôle du Calcul des Charges Globales, basé sur les prévisions de production à long terme fixées dans le Plan Industriel et Commercial. Il ne s'agit que d'une estimation des charges, car le Calcul des Charges Globales ne prend pas en compte, entre autres, les composants déjà réalisés qui se trouvent dans les stocks. Le calcul des charges globales n'est pas détaillé ici.

- ✓ Pour chaque centre de charge de l'entreprise, semaine après semaine, il n'y aura pas de surcharge. C'est le rôle du Calcul des Charges Détaillées qui se base sur les ordres planifiés par le Calcul des Besoins.

Le gestionnaire de la production devra trouver des solutions pour éviter les surcharges décelées par le calcul des charges détaillées.

Les deux méthodes précédentes comparent une charge prévisionnelle à une capacité, elle aussi prévisionnelle. Lors de l'exécution des ordres de fabrication, il faut vérifier que ces données prévisionnelles correspondent à ce qui se produit réellement. Cette vérification s'effectue grâce au suivi des flux de charges, aussi appelé contrôle des entrées-sorties. [19]

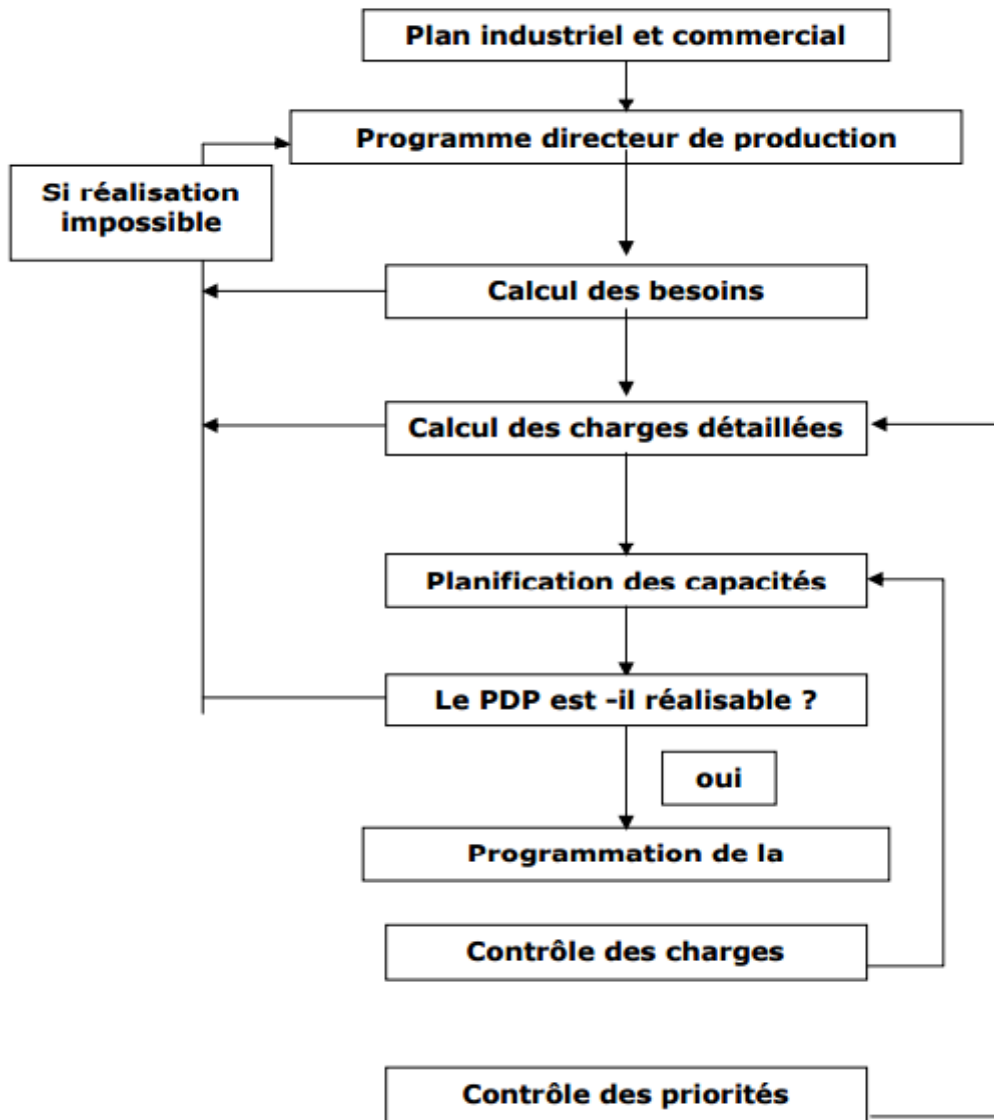


Figure 10 : Schéma fonctionnel du MRP2

- Principe du Calcul des Charges Détaillées : L'objectif du Calcul des Charges Détaillées est de déterminer, de façon précise, l'échéancier des charges et donc des besoins en capacité pour chaque centre de charge de l'entreprise.

Le but est de détecter tout problème de surcharge qui se poserait suite à l'établissement du programme de production prévisionnel.

Pour effectuer le Calcul des Charges Détaillées, il faut connaître tous les ordres de fabrication donnés par le Calcul des Besoins : ordres proposés, ordres planifiés fermes et les opérations non terminées des ordres lancés.

Le calcul consiste à utiliser les :

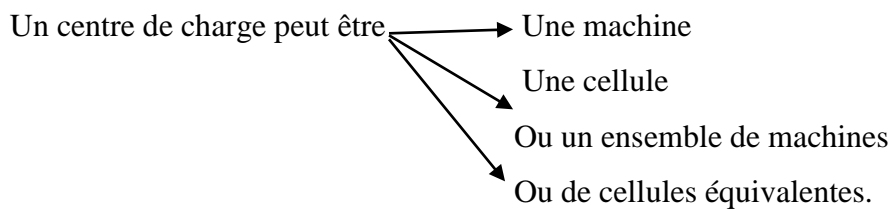
- ✓ Temps standards de changement de série.

- ✓ Temps standards unitaires qui sont donnés dans les gammes de chaque produit.

Chaque ordre de fabrication planifié par le Calcul des Besoins va induire dans certaines périodes, des charges sur chaque machine utilisée dans la gamme de fabrication.

Pour connaître la charge totale d'un centre de charge dans une période :

- ✓ Il suffit d'effectuer l'addition de toutes les charges générées par les ordres de fabrication qui utiliseront cette machine durant cette période.

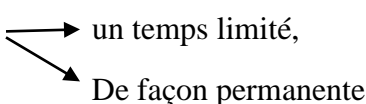


La charge peut être calculée : Temps de changement de série + quantité de pièces à fabriquer par ordre \* temps de travail unitaire de la gamme.

- Les résultats du Calcul des Charges Détaillées : Le résultat principal du Calcul des Charges Détaillées est de permettre de connaître, pour chaque centre de charge, la charge prévisionnelle semaine après semaine. Ceci est présenté sous la forme d'un profil de charge. Le profil de charge donne l'échéancier des charges pour le centre de charge considéré.

Il indique clairement au gestionnaire les périodes de sous-charge et les périodes de surcharge.

Le profil de charge permet de détecter facilement les centres de charge qui sont des goulets d'étranglement, soit



```
graph LR; A[soit] --> B[un temps limité,]; A --> C[De façon permanente.];
```

- Les actions

Lorsqu'un problème de surcharge est détecté, le gestionnaire de la production doit prendre des mesures pour l'éliminer. Plusieurs actions sont possibles pour rétablir l'adéquation charge/capacité :

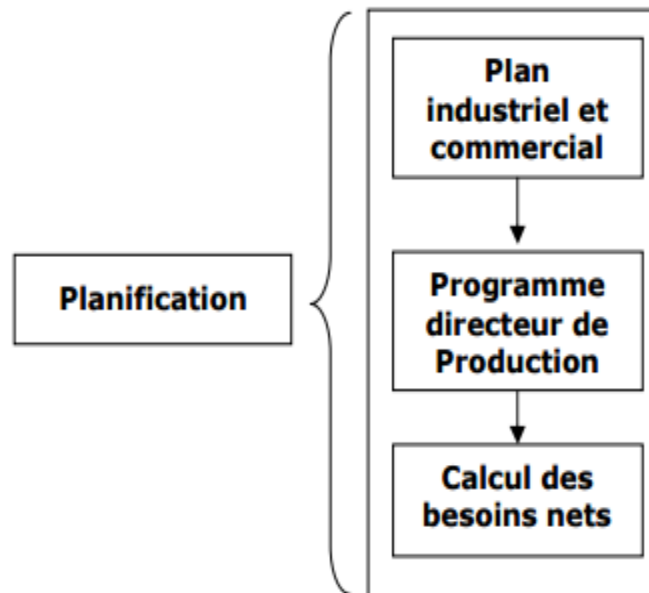
- ✓ Actions sur la capacité : Utiliser une machine supplémentaire, effectuer du travail de nuit, effectuer des heures supplémentaires, effectuer du travail de week-end, faire appel à la sous-traitance.
- ✓ Actions sur les besoins : Prendre de l'avance sur certains ordres de fabrication, prendre du retard sur certaines opérations (à

rattraper sur les opérations suivantes), décaler un ou plusieurs OF, effectuer des coupures de lots.

- Le PIC (Plan Industriel et Commercial) : Objectif est de définir l'activité de l'entreprise par familles de produits de façon à réaliser l'adéquation entre la charge induite par les besoins commerciaux et la capacité de l'entreprise. Le plan industriel et commercial est établi conjointement par les directions commerciale, industrielle et logistique, c'est un plan stratégique pour l'entreprise.

Les délais concernés sont le mois et même le trimestre.

Le plan industriel et commercial est situé au plus haut niveau de la planification.



**Figure 11 : Emplacement de la PIC en MRP2**

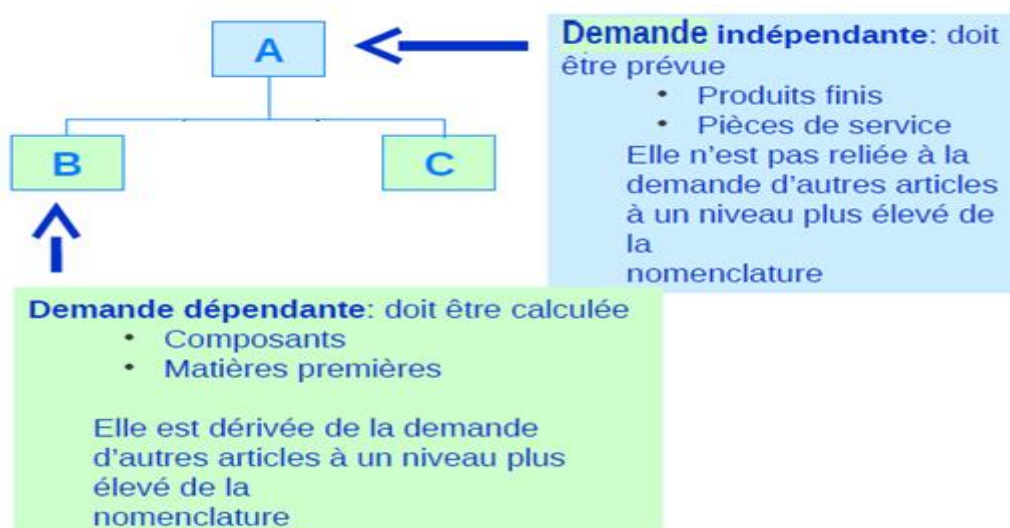
- Le PDP (Plan Directeur de Production) : Il sert d'interface entre le PIC et le calcul des besoins et permet de définir pour la production le besoin en produits réels finis (et non plus en famille de produits).

Principales différences entre le plan global de production et le PDP :

**Tableau 3 : tableau défini la différence entre le PDP et le PIC. [20]**

	<b>Plan global de production</b>	<b>Plan directeur de production</b>
Objectif principal	Choix d'options dans l'utilisation des installations et des ressources	Détermination des quantités et des dates relatives aux produits à fabriquer
Intrant principal	Prévisions de la demande	Commandes fermes ou anticipées
Unité de produit	Unité équivalente	Unité réelle
Horizon	De 12 à 15 mois	Environ 3 mois
Échelonnement des activités	Intervalles de 1 mois	Intervalles de 1 semaine

A partir du PDP on peut ensuite décliner grâce aux nomenclatures les besoins en composants en utilisant le calcul des besoins. [20]



**Figure 12 : la forme d'une nomenclature. [20]**

Alors que le PIC a des périodes mensuelles voir trimestrielles, le PDP est plutôt de l'ordre de la semaine voire de la journée, mais l'horizon peut être beaucoup plus long (le délai de la réalisation des produits finis qui intègre aussi les délais des composants de la nomenclature).

### **VII.1.2. JUSTE A TEMPS :**

C'est une méthode de gestion de la production pour produire seulement ce dont on a besoin quand on en a besoin (réduction des stocks, suppression des gaspillages ...).

### **VII.1.3. JALONNEMENT :**

C'est une méthode de la gestion de la production qui consiste à échelonner et a jalonner dans le temps des opérations successives prévues dans les gammes de fabrication et de montage.

### **VII.1.4. ORDONNANCEMENT :**

Cette méthode de la gestion de production qui permet de répondre à la demande exprimée en amont en termes de spécifications, quantités, dates en visant à optimiser l'utilisation des ressources dans le respect des délais.

### **VII.1.5. GESTION DES STOCKS :**

C'est un outil de la gestion de la production qui consiste à calculer le juste nécessaire en quantité de pièces pour le bon fonctionnement de l'atelier, et de l'entreprise.

### **VII.1.6. KANBAN :**

Une méthode de la gestion de production de pilotage des ateliers, elle peut aussi s'utiliser pour respecter les objectifs du juste à temps.

### **VII.1.7. CAPACITES CHARGES :**

Cette méthode consiste à réaliser l'adéquation entre ce que l'on peut faire et ce que l'on doit faire.

### **VII.1.8. SERIES ECONOMIQUES :**

C'est un outil de calcul de la quantité de pièces à fabriquer dans un lot de fabrication à partir d'un compromis. Il peut être aussi utilisé dans la gestion de stock d'encours.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, on a vue l'importance de certain facteurs dans l'étude et la gestion de la production, cependant le facteur essentiel reste est celui de la planification. Parmi les différentes méthodes de cette planification, notre choix s'est penché sur la méthode MRP car elle est la plus adapté à notre système de production.

## **Chapitre 3 : Gestion et Planification de la production au niveau de Batimetal.**

### **INTRODUCTION**

Dans ce chapitre nous présenterons l'étude de cas au sein de BATICIC (ouest). Cette étude portera sur la planification de la production. Nous aborderons ensuite l'historique et la présentation. Ensuite, nous terminerons ce chapitre par la conception et le fonctionnement de notre système.

### **I. Présentation de l'entreprise :**

#### **I.1.Historique :**

BATIMETAL CHARPENTE Ouest, unité de l'EPE Batimetal, spécialisée dans la conception, le développement, la fabrication, le montage sur site et la vente d'ouvrages en constructions métalliques et chaudronnés a été créé en 1983.

en 1967. La SN Métal se trouvait à la tête de 8 unités nationalisées, ayant appartenues au capital étranger et parmi lesquelles trois d'entre elles font partie du capital de BATIMETAL CHARPENTE Ouest en l'occurrence les ateliers DURAFOR d'Alger, de Annaba et la SOC d'Oran.

La restructuration en 1982/1983 de la SN Métal, donna naissance à cinq entreprises nationales, à savoir :

- L'ENCC : Pour la fabrication des biens d'équipements lourds
- FERROVIAL : Pour les équipements ferroviaires
- L'ENF : Pour la Fonderie lourde et fonderie en acier
- PROMETAL : Pour le mobilier métallique, les radiateurs réchauds, les cuisinières et produits métalliques emboutis, émaillés... etc.
- BATIMETAL : Spécialisée dans les ossatures et ouvrages métalliques destinés aux infrastructures collectives et sociales (parking, écoles, centre de stockage et de distribution, hôpitaux et autres).



BATIMETAL hérita également des projets en cours de réalisation devant prendre en charge la production des supports métalliques destinés aux projet de production de panneaux simple peau et panneaux sandwichs ainsi que d'une unité de l'ex ONAMHYD. Puis le 30 décembre 1997, dans le cadre d'une deuxième restructuration des entreprises relevant du portefeuille du Holding Public dénommé SIDMET, la société BATIMETAL CHARPENTE Ouest « Ex BATICIC » fut érigée en filiale du groupe BATIMETAL

A cette occasion BATIMETAL CHARPENTE Ouest « Ex BATICIC » hérita des unités de production de charpente métallique et de chaudronnerie et devint à ce titre dépositaire du « cœur du métier de base » de BATIMETAL. En janvier 2005, suite à la restructuration organique de BATIMETAL CHARPENTE Ouest « Ex BATICIC » mère, fut créée BATIMETAL CHARPENTE Ouest Spa « Ex BATICIC ». Depuis le mois de janvier 2005, au capital de 1.200.000.000 DA, détenu à 100% par Groupe BATIMETAL.

En Avril 2014 un changement de la dénomination sociale de la Société de BATICIC Ouest à BATIMETAL charpente Ouest a été décidé par le propriétaire pour mieux refléter l'intégration, et l'appartenance de la Filiale au sein du Groupe BATIMETAL. [17]

## **I.2.Domaines de production :**

### **I.2.1. Dans le domaine de la charpente métallique :**

- Hangar pour le domaine agricole, stockage et commercial.
- Halls industriels avec ou sans pont roulants.
- Bâtiment administratifs à un ou plusieurs étages.
- Infrastructures sportives (Salles OMS, salles de proximités, Piscines).
- Parking à étage.
- Chalets.
- Entrepôts frigorifiques.
- Séchoirs à tabac.
- Ponts roulants.

### **I.2.2. Dans le domaine de la chaudronnerie :**

- Fabrication d'équipements pour cimenteries.

- Viroles de four. Wagonnets de cuisson.
  - ✓Fabrication d'équipements pour Briqueteries.
- Wagonnets de séchage.

Fabrication et montage d'équipements de stockage (toutes dimensions) :

- Bac pour hydrocarbures.
- Citernes eau potables.
- Ballons d'eau chaude.
- Réservoirs à eau.
- Bacs à boue.
- Réservoirs d'huiles.

### **I.3. Organisation :**

La Société BATIMETAL CHARPENTE OUEST est dirigée par un Président Directeur Général assisté par des structures centrales fonctionnelles d'animation, de coordination, et de soutien.

BATIMETAL CHARPENTE OUEST dispose d'un siège social et de deux unités de production et dispose d'importants moyens humains et matériels. BATIMETAL CHARPENTE OUEST a acquis une riche expérience et un savoir-faire qui lui permettent de prendre en charge les études, la fabrication et le montage sur site de tout produit entrant dans le domaine de la charpente métallique et de la chaudronnerie.

Le dernier schéma d'organisation de l'entreprise s'efforce de traduire la volonté de recentrer ses structures sur leur métiers de base, notamment les ressources Humaines et finances, de stimuler la flexibilité de l'entreprise par le développement d'activités centrales émergentes comme l'Audit, HSE, Juridique, Planification et informatique et aussi recentrer le cadre institutionnel de consultation et de concertation par des organes de pilotage plus adaptés.

#### **I.3.1. Les Organes de Pilotage :**

L'entreprise possède deux organes de pilotage qui sont :

- Le Comité de Pilotage des Processus (CPP).
- Le Conseil de revue de direction de l'entreprise (CRDE).

### I.3.2. Au niveau central

- Direction du budget et du contrôle de gestion.
- Direction technico commerciale(DTC).
- Direction de l'Administration et des Ressources Humaines (DARH).
- Direction des Finances et comptabilité (DCF).
- Cellule Audit et systèmes.
- Cellule informatique et réseaux.

### I.3.3. Au niveau opérationnel

- Direction de l'unité d'AIN DEFLA.
- Direction de l'unité d'Oran.
- Pilote des processus.

### I.4. Organigramme Générale :

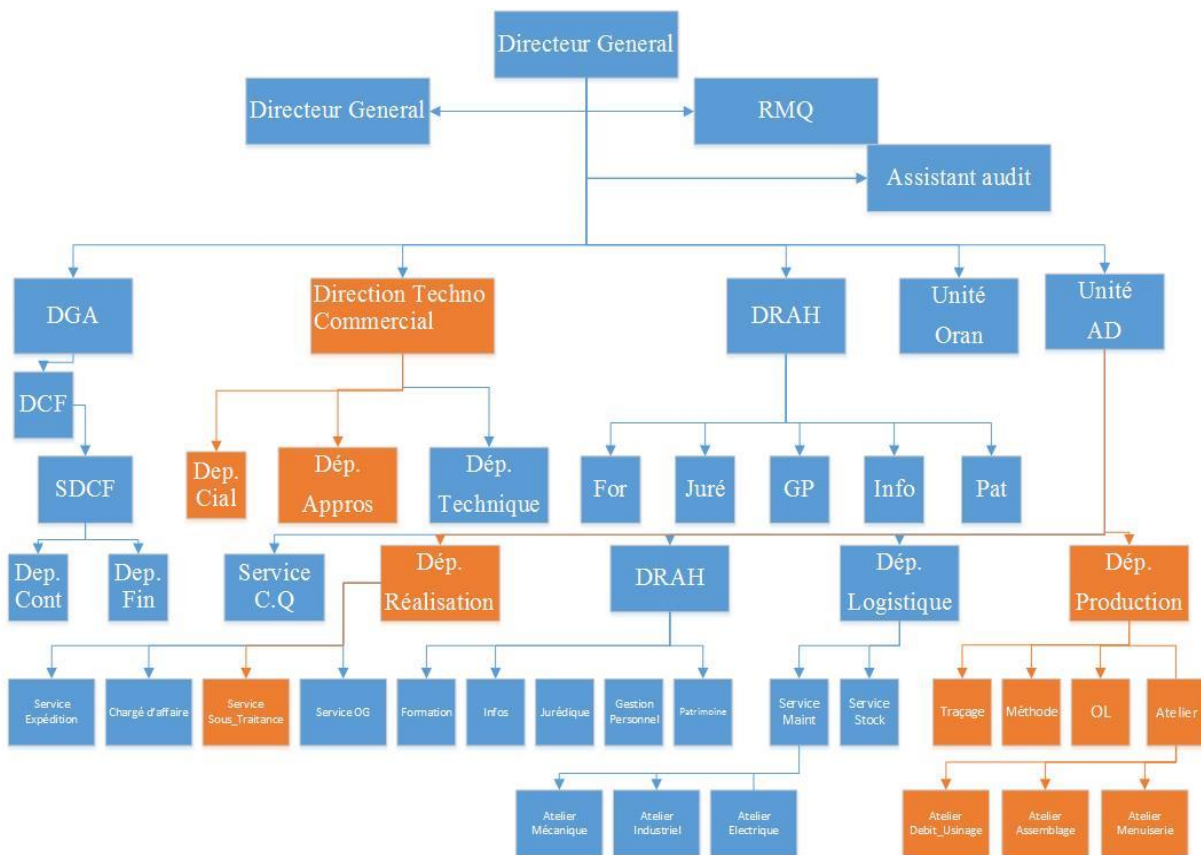


Figure 13 : Organigramme Général de l'entreprise BatiMetal

## I.5. Caractéristique du processus de production :

La structure d'organisation de la production de type ateliers spécialisés.


La fabrication des charpente métallique et chaudronnerie est réalisé dans trois centres de découpage, perçage, assemblage et menuiserie en cas la production légère.

Les limites sur la capacité de production se manifestent par le manque de disponibilité des machines ou rarement par un manque de main d'œuvre.

## I.6. Prévision de vente :

La demande est exprimée par des commandes fermes des clients. Plus de 90% de la production est absorbée par les clients locaux :

-  Naftal : Centre de stockage des produits pétroliers raffinés.
-  SonelGaz : Réalisation de la centrale thermique.
-  Enip : Réalisation de plusieurs réservoirs de stockage.  
Rénovation des fours.
-  SNVI : Réalisation des unités fondées, d'emboutissage, carrosserie et de mécanique de complexe.
-  ECOLE : Réfection atelier cuisson et rénovation des tours et transporteurs.
-  ECOE : Montage silos à gravier et rénovation de fours.
-  ANBT : Fabrication d'équipements hydromécaniques des grands d'Algérie.

-  ArcelorMittal : Rénovation de l'aciérie à oxygène du Complexe d'El-Hadjar (Annaba) & Rénovation des ponts roulants.

Il y a encore des clients potentiels tels que KBR (Fabrication de bâtiment industriel), JGC (Fabrication de charpente métallique), ANSALDO ENERGIA (Fabrication des consoles et des supports chaudière pour la centrale thermique), etc...

## II. Le rôle des différentes structures :

Notre étude est concentrée uniquement sur la direction commercial et production.

### II.1. La direction techno commercial :

La mission principale de la Direction Commerciale consiste à connaître et satisfaire les besoins de la clientèle à travers une organisation adaptée et un réseau de distribution efficace.

C'est une direction responsable des fonctions suivant :

- Administration des ventes.
- Suivi les commandes clients.
- Approvisionnement.
- Gestion des stocks.

Elle assure les taches suivant :

- ✓ Planification et programmation des approvisionnements.
- ✓ Gestion et suivi contrats d'achats et de ventes.
- ✓ Etude des documents d'appel d'offres, d'achat et de vente.
- ✓ Suivi de la clientaire et marketing après-vente.

#### II.1.1. Quelques définitions :

- Client : Organisme ou personne qui reçoit un produit.
- Exigence : Besoins ou attentes formulés habituellement implicites ou imposés.
- Offre : Tous documents commerciaux établis par BATIMETAL Charpente Ouest, selon les dispositions préétablies et remis au client en réponse à un appel d'offre, une consultation en vue de l'attribution d'un contrat ou d'une commande.

- Appel d'offre : : Toute demande d'un client exprimant un besoin à travers un dossier d'affaire contenant un descriptif des spécifications, un quantitatif et des plans.

## **II.1.2. FICHE D'IDENTITE DU PROCESSUS PRISE EN CHARGE D'UNE NOUVELLE COMMANDE :**

### **II.1.2.1. Finalité du Processus :**

- Disposer d'un carnet de commandes adéquat.
- Satisfaire les besoins et attentes des clients.

### **II.1.2.2. Eléments d'entrée et de sortie :**

- Eléments d'entrée :
  - ✓ Dossiers Appels d'Offres.
  - ✓ Consultations écrites et ou verbales.
  - ✓ Exigences légales et réglementaires.
  - ✓ Commandes Clients.
- Eléments de sortie :
  - ✓ Offres.
  - ✓ Contrats.
  - ✓ Factures/Bons de livraison.
  - ✓ Plan de charge.

### **II.1.2.3. Risques à maîtriser :**

Contrats mal négociés, Factures erronées, Bons de livraison erronés, Produits fournis non conformes.

### **II.1.2.4. Documents associés :**

- Traitement de la réclamation client.
- Evaluation satisfaction client.
- Facturation & recouvrements.

- Gestion Produit Fini et Expédition.

### II.1.2.5. OBJET DE LA PROCEDURE :

La présente procédure a pour objet de définir le processus commercial dans ses différentes étapes du traitement de l'offre jusqu'à la prise en charge de la commande.

### II.1.2.6. DOMAINE D'APPLICATION :

La présente procédure est applicable à tout client de BATIMETAL Charpente Ouest.

### II.1.3. Logigramme : Traitement de l'offre et de la commande :

Définition les abréviations :

**D.U** : Directeur d'unité.

**RP** : Réception provisoire.

**D.C** : Directeur Commercial.

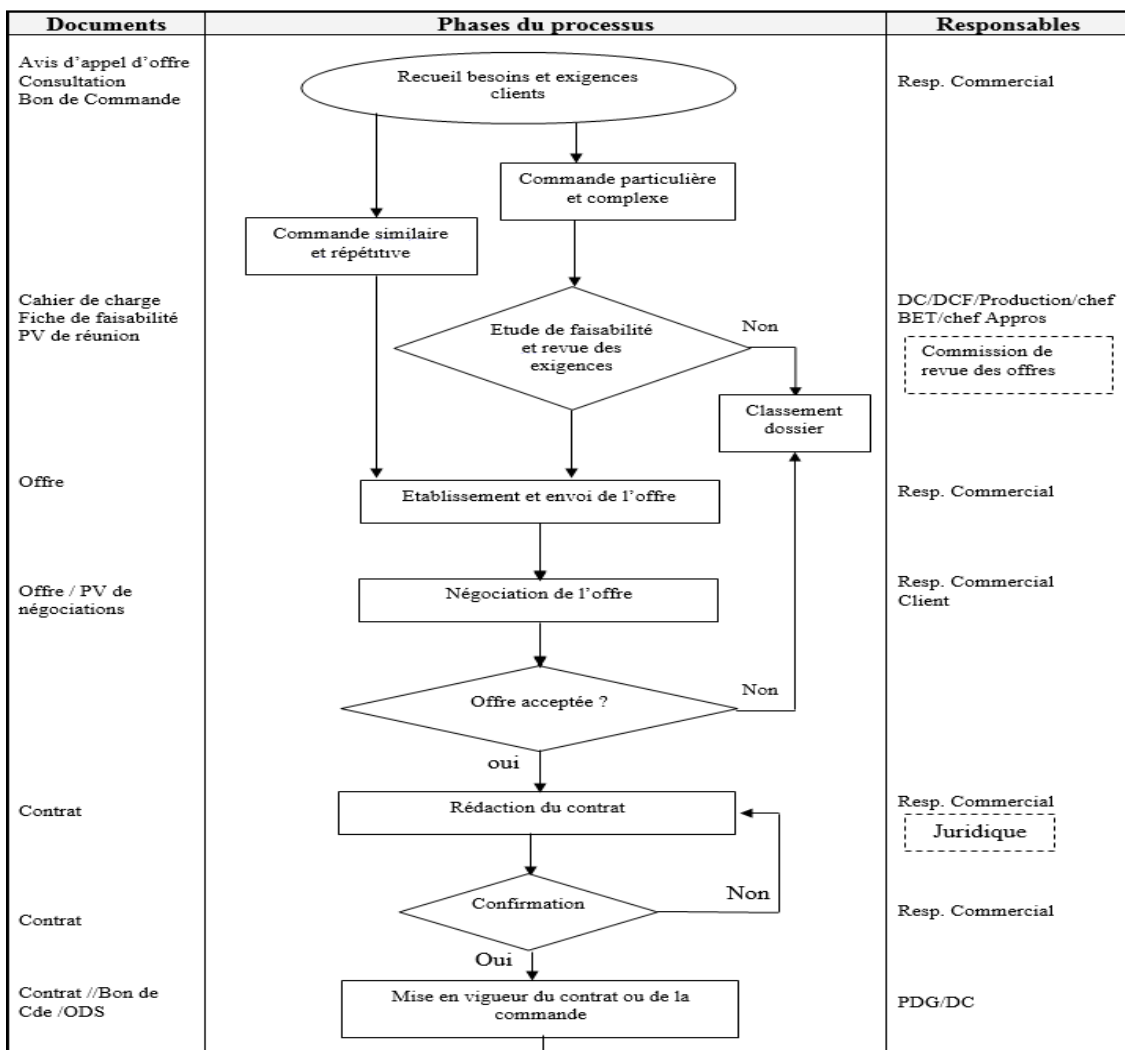
**OGC** : Ordre général de construction.

**UCC** : Unité Charpente et chaudronnerie.

**DGD** : Décompte Général et Définitif.

**ODS** : Ordre de service.

**RD** : Réception définitive.



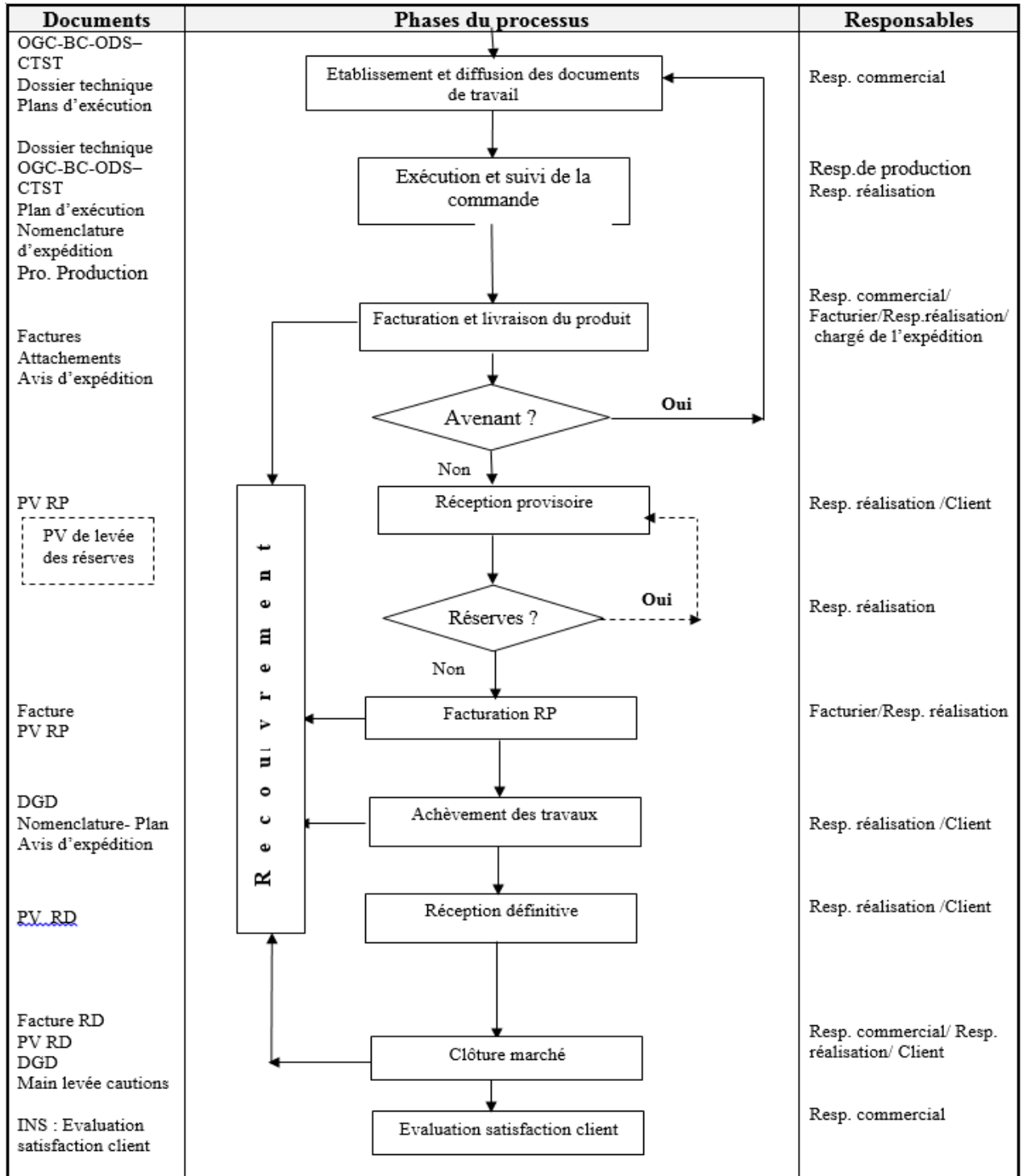


Figure 14 : Processus de prise en charge d'une nouvelle commande



## **II.2. La direction de production :**

La mission principale de la direction de production consiste fabriquer et livrer les produits conformes dans les délais requis.

### **II.2.1. FICHE D'IDENTITE DU PROCESSUS Production :**

#### **II.2.1.1. Eléments d'entrée et de sortie :**

- Eléments d'entrée :
  - ✓ OGC.
  - ✓ Dossier de fabrication.
  - ✓ Programme de production.
  - ✓ Matières premières.
- Eléments de sortie :
  - ✓ Produits réalisés conformes dans les délais requis.
  - ✓ Fiche de mise à dispositions produits finis.

#### **II.2.1.2. Risques à maîtriser :**

- Produit non conforme.
- Non-respect des délais de production.

#### **II.2.1.3. Documents associés (Onze mode opératoire) :**

- **Traçage** : c'est l'établissement de nomenclatures et croquis à partir de plans d'ensemble et exécution sur des documents déterminés pour la reproduction réelle en atelier.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour reproduire et détailler un plan ou plusieurs plans sur des documents appelés (nomenclatures, croquis etc....).

Méthode :

- ✓ Consulter et vérifier le dossier plan.
- ✓ Etablir la nomenclature d'exécution.
- ✓ Etablir le croquis d'exécution.
- ✓ Ressortir des cartons de goussets à partir des plans d'exécutions.
- ✓ Etablir la nomenclature d'expédition.

- ✓ Consulter et vérifier le dossier traçage avant la transmission.
- ✓ Etablir le bordereau de mise à disposition au service de la préparation méthode.

- **Préparation et méthodes :** c'est une fonction technique définissant les différentes opérations que doit subir le produit lors de sa transformation à toutes les étapes y afférentes.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour la distribution des opérations et mise en paquet.

Méthode :

- ✓ Consulter et vérifier le dossier.
  - ✓ Etablir la mise en paquet et distribution des opérations.
  - ✓ Etablir une fiche LCA.
  - ✓ Etablir DM.
  - ✓ Saisir les données sur micro-ordinateur.
  - ✓ Etablir les bons de travail.
  - ✓ Transmettre le dossier à la section méthodes.
  - ✓ Transmettre le dossier à l'ordonnancement et lancement.
- **Débitage :** c'est une action de découper des morceaux.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution des opérations de débitage.

Méthode :

- ✓ Consulter le BSM.
- ✓ Procéder à la réception des matières premières.
- ✓ Préparer la machine de débitage.
- ✓ Procéder à la coupe suivant le bon de travail et le croquis.

- ✓ Contrôler les pièces débitées.
- ✓ Identifier et évacuer les pièces débitées.
- ✓ Enregistrer les temps consommés.

- **Grenaillage** : c'est un décapage d'une surface au moyen de grenaille projetée par la force centrifuge d'une turbine. Grenaille est un Métal ou métalloïde réduit en menus grains.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution d'une opération de grenaillage.

Méthode :

- ✓ Réceptionner le bon de travail.
  - ✓ Procéder à la réception des matières usinées pour le grenaillage.
  - ✓ Régler et préparer la grenailleuse.
  - ✓ Procéder au grenaillage.
  - ✓ Contrôler l'état des surfaces obtenues.
  - ✓ Identifier et évacuer les pièces grenaillées.
  - ✓ Enregistrer les temps consommés.
- **Perçage** : c'est une opération qui s'effectue à l'aide de forets ou poinçons visant à la mise en forme des pièces par enlèvement de la matière.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution d'un perçage.

Méthode :

- ✓ Réceptionner le bon de travail et de la documentation.
- ✓ Procéder à la réception des matières premières.
- ✓ Préparer la machine de perçage.
- ✓ Procéder au perçage.
- ✓ Contrôler le perçage effectué.
- ✓ Identifier et évacuer les pièces percées.
- ✓ Enregistrer les temps consommés.

- **Cintrage** : C'est l'action de cintrer : donner une courbure à une pièce.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution d'un cintrage de tôles à la machine.

Méthode :

- ✓ Consulter le BSM.
  - ✓ Procéder à la réception des matières premières.
  - ✓ Consulter le croquis de cintrage.
  - ✓ Régler et préparer la machine.
  - ✓ Procéder au cintrage proprement dit suivant croquis de cintrage.
  - ✓ Contrôler le cintrage.
  - ✓ Identifier et évacuer les pièces cintrées.
  - ✓ Enregistrer les temps consommés.
- **Filetage** : c'est une opération qui vise la réalisation d'une rainure hélicoïdale dans une pièce cylindrique.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution d'un filetage à la machine.

Méthode :

- ✓ Consulter le bon de travail.
  - ✓ Réceptionner les pièces à fileter.
  - ✓ Consulter le croquis de filetage.
  - ✓ Monter le jeu d'outils correspondant au diamètre de filetage.
  - ✓ Exécuter un chanfrein d'ébauche.
  - ✓ Exécuter le filetage (première pièce) et contrôler la première pièce.
  - ✓ Continuer la pièce suivante en respectant le même principe.
  - ✓ Graisser la partie filetée et évacuer après contrôle quantité.
  - ✓ Enregistrer les temps consommés
- **Dressage** : C'est l'action de rendre plan, de mettre droit des pièces déformées.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution d'opération de dressage.

Méthode :

- ✓ Réceptionner et consulter le bon de travail.
  - ✓ Réceptionner les pièces déformées.
  - ✓ Dresser la pièce en surveillant visuellement.
  - ✓ Identifier et évacuer les pièces dressées.
  - ✓ Enregistrer les temps consommés.
- **Pliage** : c'est une action de plier, mettre en double ou plusieurs fois en rabattant une partie contre l'autre.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution d'une opération de pliage.

Méthode :

- ✓ Réceptionner et consulter le bon de travail.
- ✓ Procéder à la réception des matières premières.
- ✓ Préparer la plieuse.
- ✓ Procéder au pliage.
- ✓ Contrôler les pièces pliées.
- ✓ Identifier et évacuer les pièces pliées.
- ✓ Enregistrer les temps consommés.

**Assemblage** : c'est une opération réalisée en atelier visant à assembler un produit ou une pièce d'un produit à partir d'éléments préalablement usinés.

Il existe deux types d'assemblage :

- Assemblage par point soudure.
- Assemblage par boulonnage.

Objet :

Le présent mode opératoire a pour objet de définir les règles pratiques à suivre pour l'exécution des opérations ou une opération d'Assemblage.

Méthode :

- ✓ Consulter la documentation nécessaire à l'opération d'assemblage.
- ✓ Préparer la surface du travail.

- ✓ Préparer, si nécessaire, le gabarit d'assemblage.
- ✓ Procéder à la réception de la matière première.
- ✓ Exécuter l'assemblage suivant plan d'exécution et nomenclature d'exécution.
- ✓ Contrôler l'exécution de l'opération.

#### **II.2.1.4. OBJET DE LA PROCEDURE :**

La présente procédure a pour objet de définir les dispositions prises par BATIMETAL Charpente Ouest, pour la maîtrise de processus de production.

#### **II.2.1.5. DOMAINE D'APPLICATION :**

La présente procédure s'applique à l'ensemble des activités liées à la production au niveau des ateliers de BATIMETAL Charpente Ouest.

#### **II.2.2. Dossier de fabrication :**

Le dossier de fabrication contient :

- Fiche LCA.
- Nomenclatures.
- Plans d'exécution.
- Epures.
- Croquis.
- Gabarit...etc. .

#### **II.2.3. Planification de la fabrication :**

Le responsable de production arrête le programme des opérations de fabrication en fonction de son plan de charge et des priorités.

#### **II.2.4. Lancement de fabrication :**

Le lancement se fait en fonction du programme de fabrication arrêté.

#### **II.2.5. Contrôles associés :**

Les contrôles sont effectués à la fin de chaque étape de fabrication par le contrôleur conformément au plan de contrôle. Les contrôles concernent :

- ✓ La matière première ;
- ✓ Le produit au cours de fabrication ;
- ✓ Le produit fini.

### II.2.6. Logigramme : Traitement de l'offre et de la commande :

Définition les abréviations :

**OGC** : Ordre général de construction.

**LCA** : Lancement contrôle avancement.

**DM** : Demande de matière.

**BSM** : Bon de sortie matière.

**PF** : Produit fini.

**MOP** : Mode opératoire.

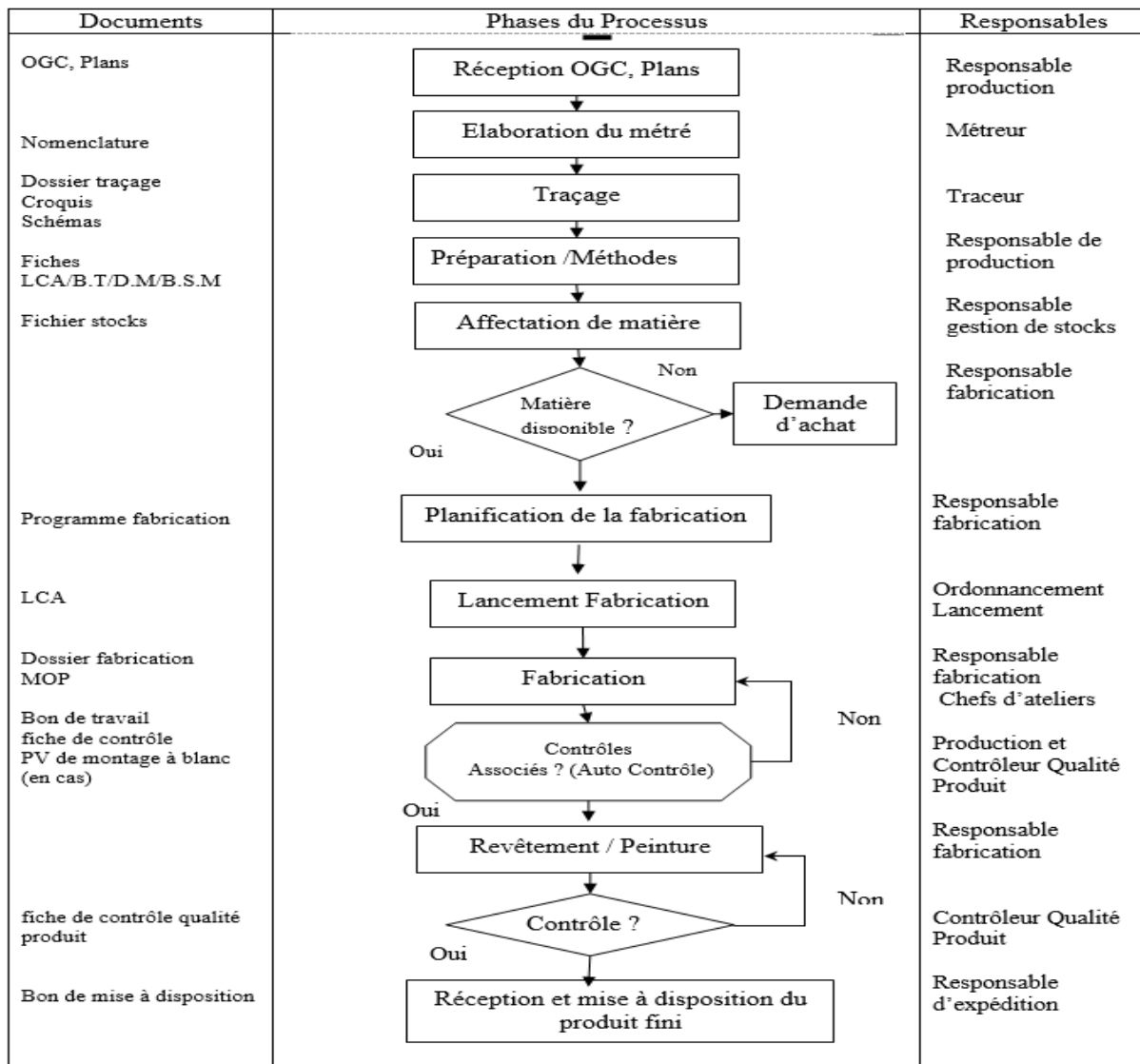


Figure11 : Organigramme du département de production

## **IV. Politique de planification adoptée :**

Afin de parvenir à une planification complète et globale pour l'entreprise Batimetal. Nous devrions connaître le déroulement de la gestion de production et la politique de prise en charge et de suivi des commandes client. Donc, nous étudions bien les divers facteurs et employés influents sur la production en Batimetal. Cette entreprise produit selon les exigences des clients seulement pendant chaque période (production sur commande).

Lorsque nous appliquons la méthode MRP à Batimetal, On n'a pas besoin de travailler de manière prévisionnel parce que nous ne pouvons pas prédire les besoins des clients qui sont souvent spécifiques. En outre, cette entreprise fonctionne le système de production sur commande (Production juste à temps).

Cette entreprise fabrique deux types de produits : produits standards et produits spécifiques, mais ils sont rarement demandé à produits standards (donc appliquer le système de la production sur commande sur toutes les commandes). Pour cette raison l'entreprise Batimetal décompose les commandes en deux types : commande légère (contient des produits standards) et commande complexe (contient des produits spécifique).

Aux niveaux des ateliers, il y'a trois ateliers : débit usinage, assemblage et menuiserie. Les deux premiers destinés aux commandes complexes et l'autre pour les commandes simples.

La planification de production de l'entreprise Batimetal comme toutes les planifications de production nécessaire un plan qui calcule les besoins pour chaque produit fini, produit semi fini...pour chaque période. Ceci est ce qui lui donne le plan de directeur de production (PDP).

### **IV.1. Mis à jour du PDP :**

Le plan est influencé par de nombreuses variables qui reflètent la série au cours de la vie de la composition du produit fini au sein de l'entreprise (le nombre de commande pour chaque produit fini, la capacité pour chaque atelier, le délai d'approvisionnement et de la fabrication). Quand une commande arrive avant l'expiration de la période :

- ✓ Modifier la commande ferme pour chaque produit fini.
- ✓ Lot de fabrication = commande ferme modifiée.



- ✓ Si Lot est supérieur à la capacité de l'atelier alors il faut modifier la capacité sinon ajouter cette nouvelle commande à la prochaine période.

## **IV.2. Plan de fabrication :**

Afin de parvenir à une planification qui comprend tous les cours de la période de vie du produit à partir de matières premières jusqu'à la produit fini (la gamme de production). Il faut établir un plan contient toutes les différents opérations et outils (humain et matériel) qui contribuent à la réalisation de cette produit ainsi garder le délai pour chaque opération pour respecter la date de de livraison.

Depuis le plan de de fabrication varie selon le nombre de la commande, cela signifie qu'il varie selon le plan PDP.

Le plan de fabrication compose en deux plans :

### **IV.2.1. Plan restructuration de la matière première :**

- Les opérations et leurs délais.
- Les machines associées
- La quantité préparée.

### **IV.2.2. Plan d'assemblage :**

- Les opérations et leurs délais.
- Les éléments assemblés.
- Les machines associées.
- La quantité préparée.

Quand la commande complexe ; restructuration de la matière première arrivé sur l'atelier débit usinage et l'autre sur l'atelier assemblage. Et dans le cas la commande est simple ; les deux plans sont envoyés au niveau de l'atelier menuiserie.

### **IV.3. Plan d'approvisionnement :**

Pour la fabrication d'un produit. Il devrait être fourni tous les moyens nécessaires. Dans le premier niveau de la fabrication (dernière niveau de la nomenclature) on trouve les matières premières et les composants. Le rôle essentiel c'est la satisfaction des besoins des différents centres de production et d'assemblage en matières premières et composants.

Ce plan contient :

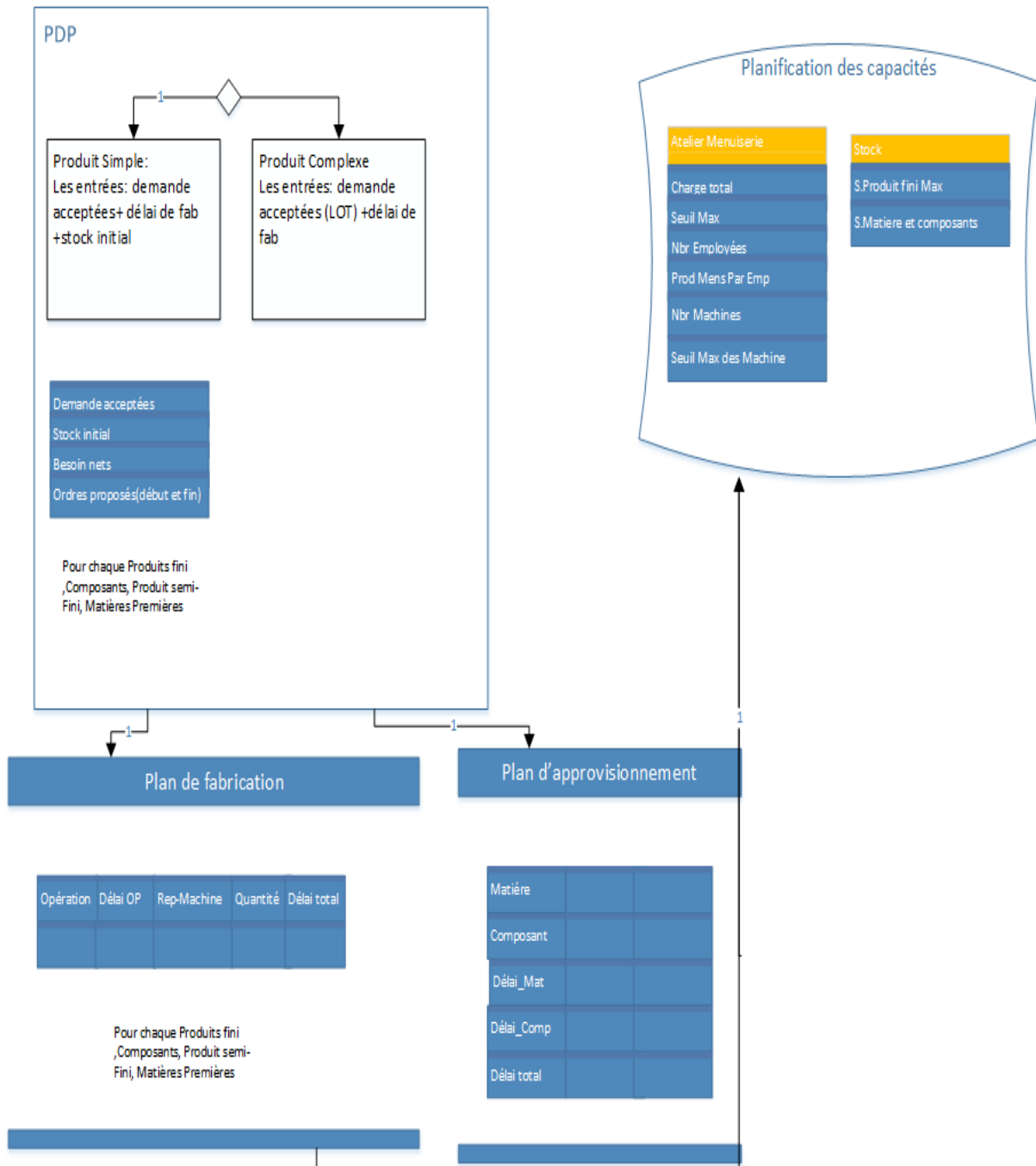
- Les matières premières et leurs quantités.
- Les composants et leurs quantités.
- Les délais de livraison pour les matières premières, Les composants.

### **IV.4. Suivi et contrôle de la réalisation :**

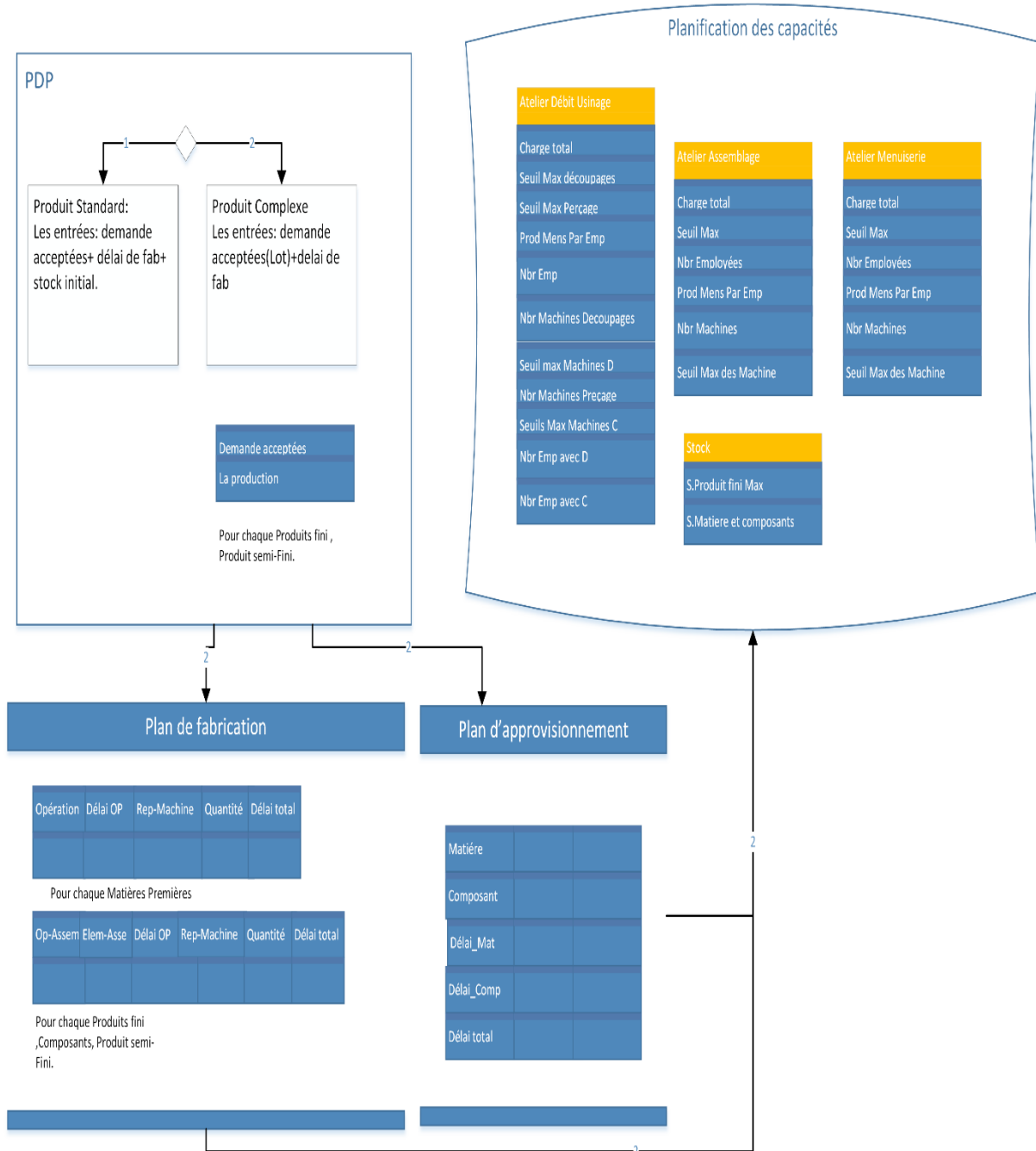
La planification doit couvrir toutes les pistes de la production et de l'approvisionnement. Pour cela. L'entreprise Batimetal prépare un l'agent qui surveille le processus de production et un autre pour le processus d'approvisionnement afin d'assurer le bon fonctionnement de réalisation des commandes. Parmi les principales tâches de l'agent contrôleur est d'informer le chef département sur une défaillance au cours du processus de production (absence d'un employeur ou une panne d'une certaine machine).

Au cours du contrôle. Agent révèle un défaut en remarquant la présence du retard dans certain opération.

La planification de l'entreprise Batimetal se déroule comme suit :



**Figure 15 : la planification de production au niveau de l'entreprise Batimetal pour les commandes simple.**



**Figure 16 la planification de production au niveau de l'entreprise Batimetal pour les commandes complexe.**

Remarque :

- Le seuil max= production mensuelle\* Nombre employées (avec huit heures de travail).
- Pour augmenter la capacité :
  - ✓ Embouche (augmenter les nombres d'employées).
  - ✓ Les heures supplémentaires (augmente les heures de travail).
  - ✓ Ajouter des machines. Dans ce cas il faut ajouter en parallèle les employées.

## IV.5 Dictionnaire de donnée :

Codification	Description	Type	Unité	Méthode de calcul
<b>Demande accepte</b>	Commande ferme	Chaine de caractère		
<b>Stock initial</b>	Le stock préliminaire (avant le lancement d'un lot)	Nombre	TONAGE	Stock
<b>Besoin nets</b>	Les exigences nécessitent la fabrication	Nombre	TONAGE	Besoin brute- Stock initial
<b>Ordre propose début</b>	Lancement d'un lot	Nombre	TONAGE	LOT
<b>Ordre propose Fin</b>	Fin de fabrication	Nombre	TONAGE	LOT
<b>Opération</b>	Opération associé	Nombre		
<b>Durée OP</b>	Le délai opération	Nombre	TEMPS (MINUTES)	
<b>Rep Machine</b>	Le repère de la machine	Nombre		
<b>Quantite</b>	La quantité	Nombre	TONAGE	
<b>Delai total</b>	Le délai nécessaire pour les produits finis et semi finis	Nombre		Somme (Delai OP1+delai OP2...+delai OPn)
<b>Matiere</b>	La matière première demandée	Chaine de caractère		
<b>Composant</b>	Le composant demandé	Chaine de caractère		
<b>Delai_Mat</b>	Le temps de livraison de matière	Nombre	TEMPS (JOURS)	
<b>Delai_comp</b>	Le temps de livraison de composant	Nombre	TEMPS (JOURS)	
<b>Delai_total</b>	Le temps de livraison	Nombre	TEMPS (JOURS)	Somme (Delai Mat+delai O)
<b>Charge_total</b>	Les quantités des produits finis demandés	Nombre	TONAGE	Quantite
<b>Seuil_max</b>	La capacité maximale de l'entreprise	Nombre	TONAGE	
<b>Nbr_emp</b>	Nombre des employées	Nombre		
<b>Prod_mens</b>	La production mensuelle d'une personne (U/MOIS)	Nombre	TONAGE	
<b>Nbr_mach</b>	Le nombre des machines associés	Nombre		

<b>Seuil_max_machine</b>	La production maximale d'une machine (Unités/Mois)	Nombre	TONAGE	
--------------------------	--	--------	--------	--

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons modélisé notre système, le but le plus important était d'introduire la notion des systèmes multi-agent dans la pratique de planification de production afin d'automatisé quelque taches et respecter des délais de livraison, Nous présenterons dans l'étape suivante l'architecture de notre système multi agent.

## Chapitre 4 : Architecture Multi Agent Pour la Planification

### Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons et décrirons l'architecture de notre système pour la planification de production. Tout d'abord, une présentation de l'architecture générale du SMA sera délivrée, nous définirons par la suite les différents agents, leur rôle et leurs comportements. Et en fin, une modélisation des différents scenarios possible.

### I. Architecture générale du système Multi agents proposé :

La figure 17 présente l'architecture générale de la solution adoptée pour la planification.

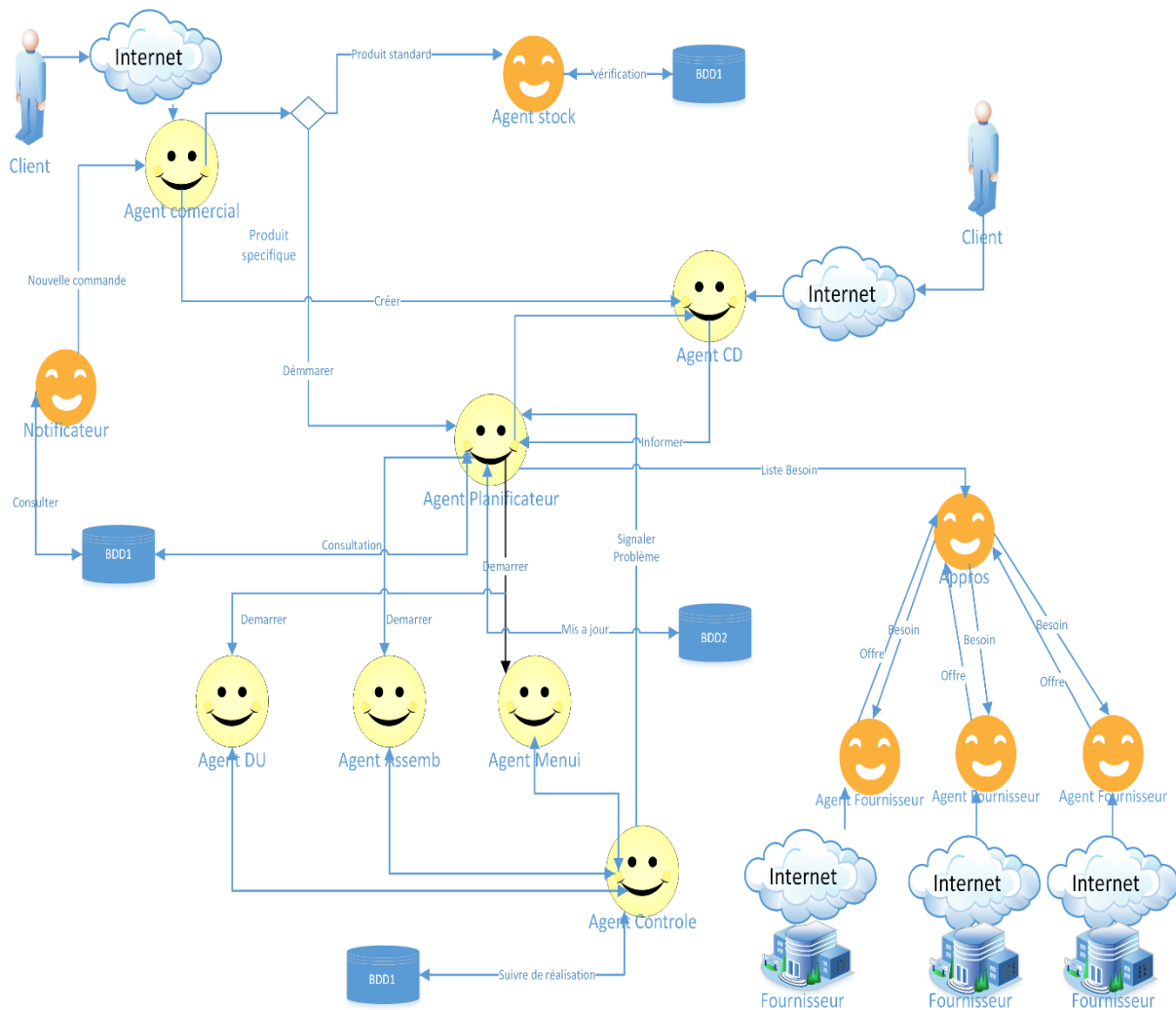


Figure 17 : Figure défini l'architecture générale de notre système multi agent.

Suite à une commande client le système réagit de la façon suivante (Figure 18,19).

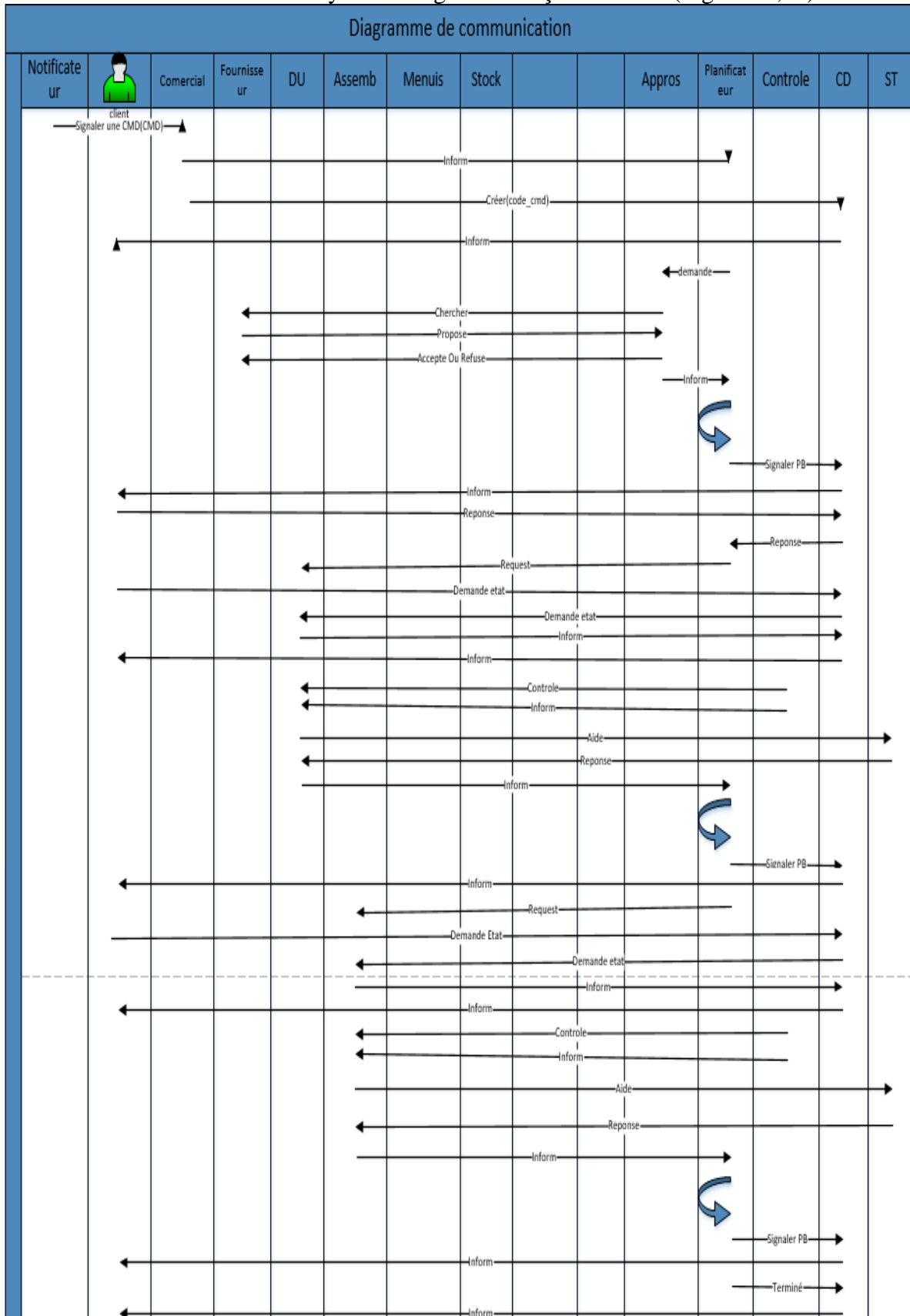


Figure 18 : diagramme de communication à la réception d'une commande



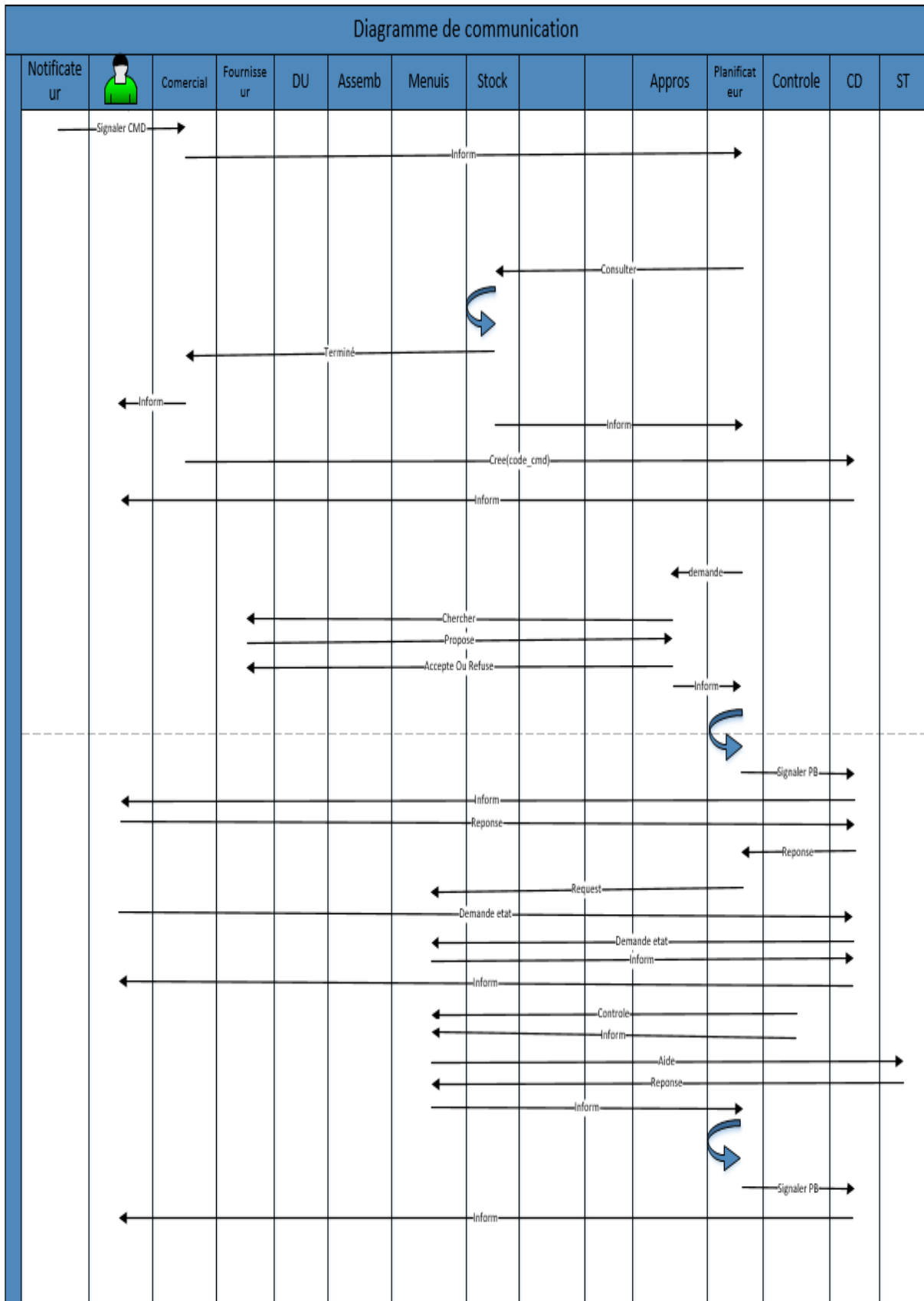


Figure 19: diagramme d'interaction (Commande simple).

## **I. Présentation des agents :**

### **I.1. Agent Notificateur :**

Le rôle de cet agent est la détection d'insertion de la réception d'une nouvelle commande client, il possède le droit d'accès à la base de données du système GPAO existant pour détecter une nouvelle entrée. Il possède le comportement :

- Réveiller et notifier l'agent commercial (si une commande est détectée).

### **I.2. Agent Commercial :**

C'est un agent de management, il donne les ordres et valide les changements dans les plans en interagissant avec le responsable commerciale via une IHM (Interface Homme Machine).

Comportement :

- Traitement des nouvelles commandes.
- Personnalisation de la commande.
- Interagir avec le stock (accès à la BD).
- Négocier avec le client en cas de pénurie sur stock.
- Réveiller l'agent planificateur.

### **I.3. Agent Planificateur :**

C'est le responsable de la réalisation des calculs de planification permettant la génération des plans suivants : PDP, Plan de fabrication, Plan d'approvisionnement et la définition des tailles des Lot de production.

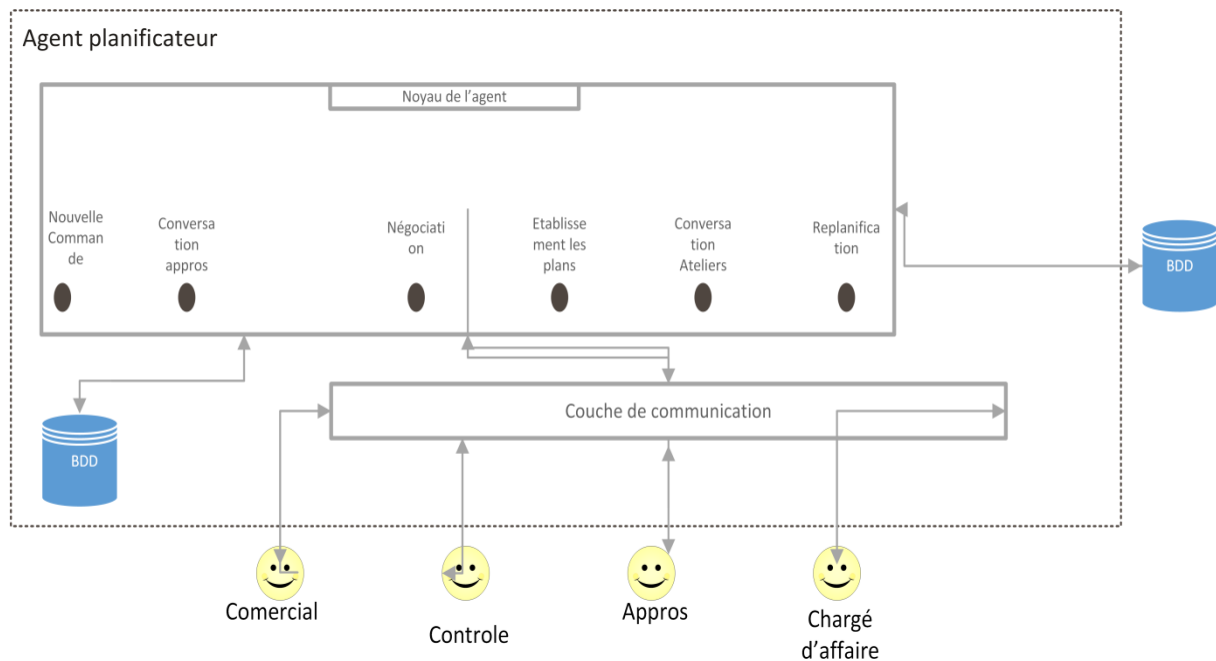
Cet agent Utilise deux bases de données : la base de données propre au logiciel GPAO existant pour la consultation du détail des commandes clients (contenues de la commande par produits finis), et la deuxième base de données propre au SMA comportant les plans cités.

Il est responsable des taches suivantes :

- Calculer les besoin en matières et composants selon la méthode MRP
- construire le PDP et les différents plans en collaboration avec l'agent *APPROS* (qui lui notifie les meilleurs délais d'approvisionnement).
- Mettre à jour les plans en cas de problème d'exécution ou d'approvisionnement, ce comportement se fait en collaboration avec l'agent contrôleur.

Comportement (figure 20) :

- Traitement d'une nouvelle commande sous la direction de l'agent commercial.
- Création des agents chargée d'affaire.
- Contacter les agents chargés d'affaire en cas de modification.
- Construction et mise à jour du PDP, Plan de fabrication et du plan des besoins.
- Transmettre le plan de fabrication aux niveaux des ateliers.
- Re-planification en cas de changement de situation de travaux.



**Figure 20 : structure de l'agent planificateur.**

#### **I.4. Agent chargé d'affaire :**

C'est le seul agent qui communique directement avec le client via la messagerie électronique. Il simule le chargé d'affaire humain. Il existe pour chaque affaire (commande) un agent chargé d'affaire qui la suit, créé et réveillé par l'agent planificateur.

Comportement :

- Informer le client sur l'avancement des travaux, suite à une demande client.
- Informer Le client en cas de changement imprévu des délais.

#### **I.5. Agent contrôleur :**

Son rôle principal est le contrôle de la fabrication au niveau des ateliers.

Comportement (figure 21):

- Accès périodique aux fiches d'exécution et de suivi.
- Saisir une défaillance (soit une panne ou une absence).et appelé le chef atelier pour régler le problème au niveau interne. Sinon contacter le planificateur pour prendre les mesures nécessaires.

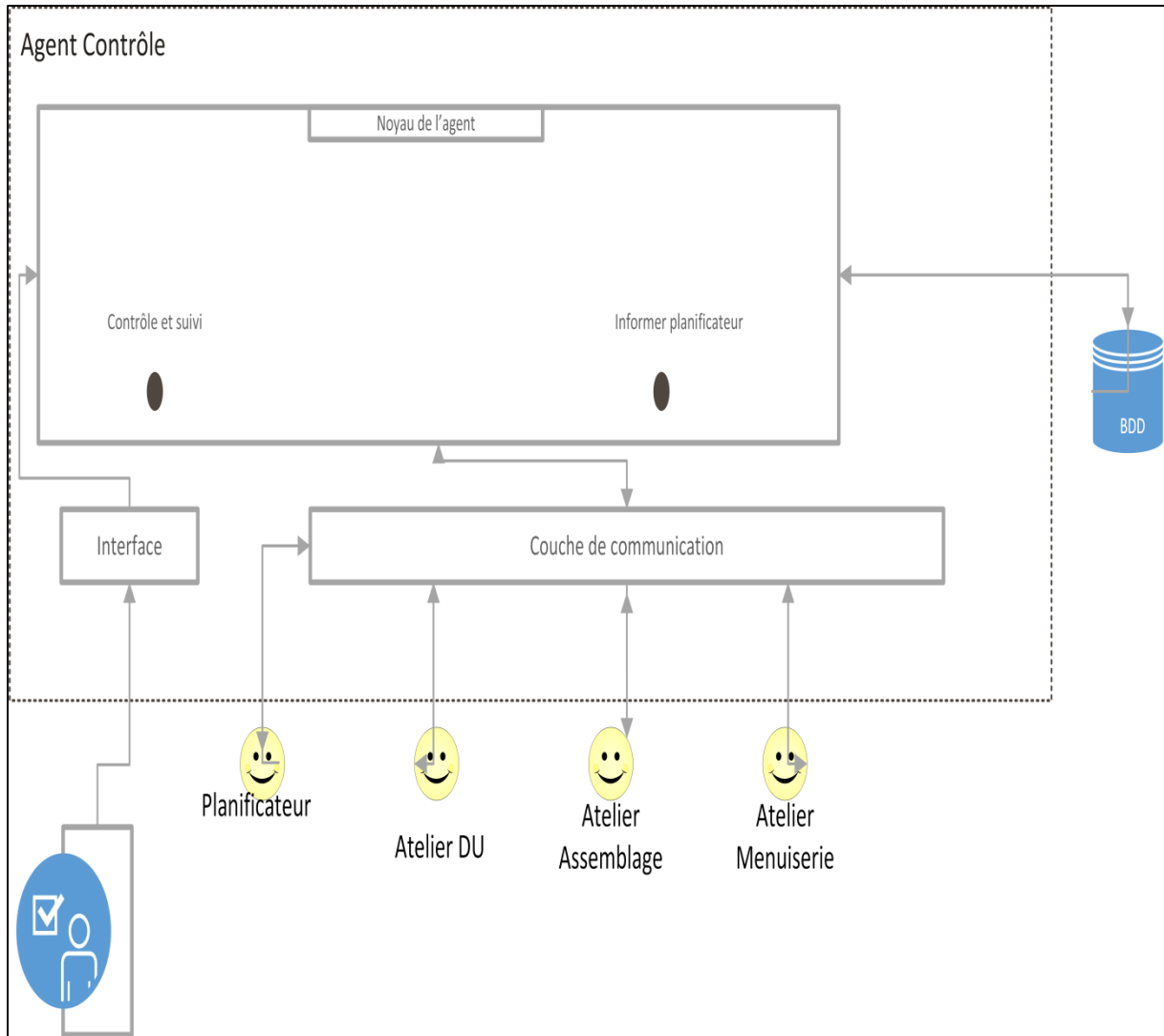


Figure 21 : structure de l'agent contrôleur.

## I.6. Agent chef-atelier (débit usinage, assemblage ou menuiserie) :

C'est un agent jouant le rôle d'un chef atelier humain, il est capable de modifier la capacité de cet atelier et appeler l'agent sous-traitant en cas de besoin.

Comportement :

- Accès aux plans de fabrication.
- Calculer le seuil maximal pour chaque opération au niveau de cet atelier (par rapport au Nombre d'employés et les machines associés).

- Collaborer avec l'agent contrôleur pour trouver une solution locale au défaut et retard.
- Calculer de nouvelles capacités et informer le responsable humain pour l'application des propositions (suite à un retard détecté par le contrôleur)

### I.7. Agent d'approvisionnement :

C'est l'agent responsable du traitement des offres des fournisseurs et du choix des périodes de lancement des commandes aux fournisseurs, il collabore avec les agents fournisseurs pour le suivi des commandes effectuées.

Comportement (Figure 22):

- Accès aux fiches des besoins et au plan d'approvisionnement.
- Consultation des agents fournisseurs.

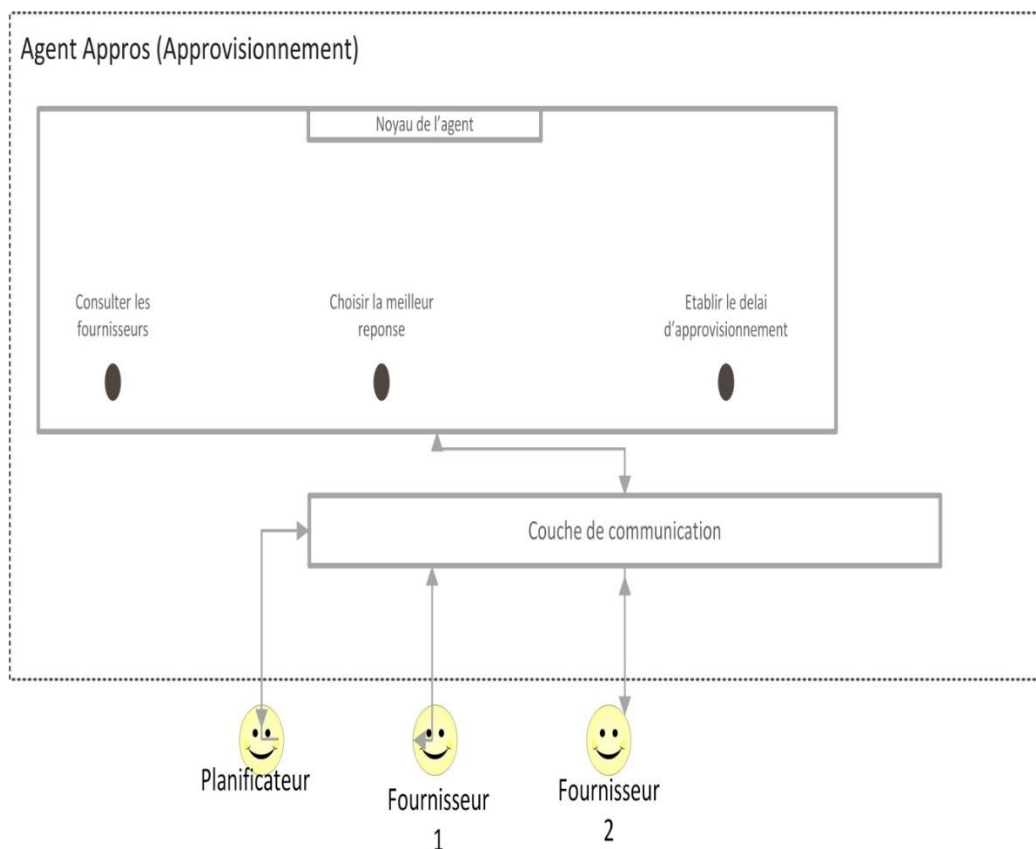


Figure 22 : Structure de l'Agent APPROS.

## **I.8. Agent Sous-Traitance :**

Chaque agent sous-traitant représente une famille d'entreprise de sous-traitance, il négocie et communique avec ces entreprises dans le cas où notre entreprise a besoin de sous-traitance

Comportement :

- Trouvé un sous-traitant physique suit à une demande reçue de la part du Planificateur dans le cas d'une stratégie globale ou de la part des chef-atelier dans le cas de tentative de résolution de problème en local de l'atelier.

## **I.9. l'Agent Fournisseur:**

Il existe plusieurs agents fournisseurs ou chacun d'entre eux est un représentant d'un fournisseur physique.

Comportement :

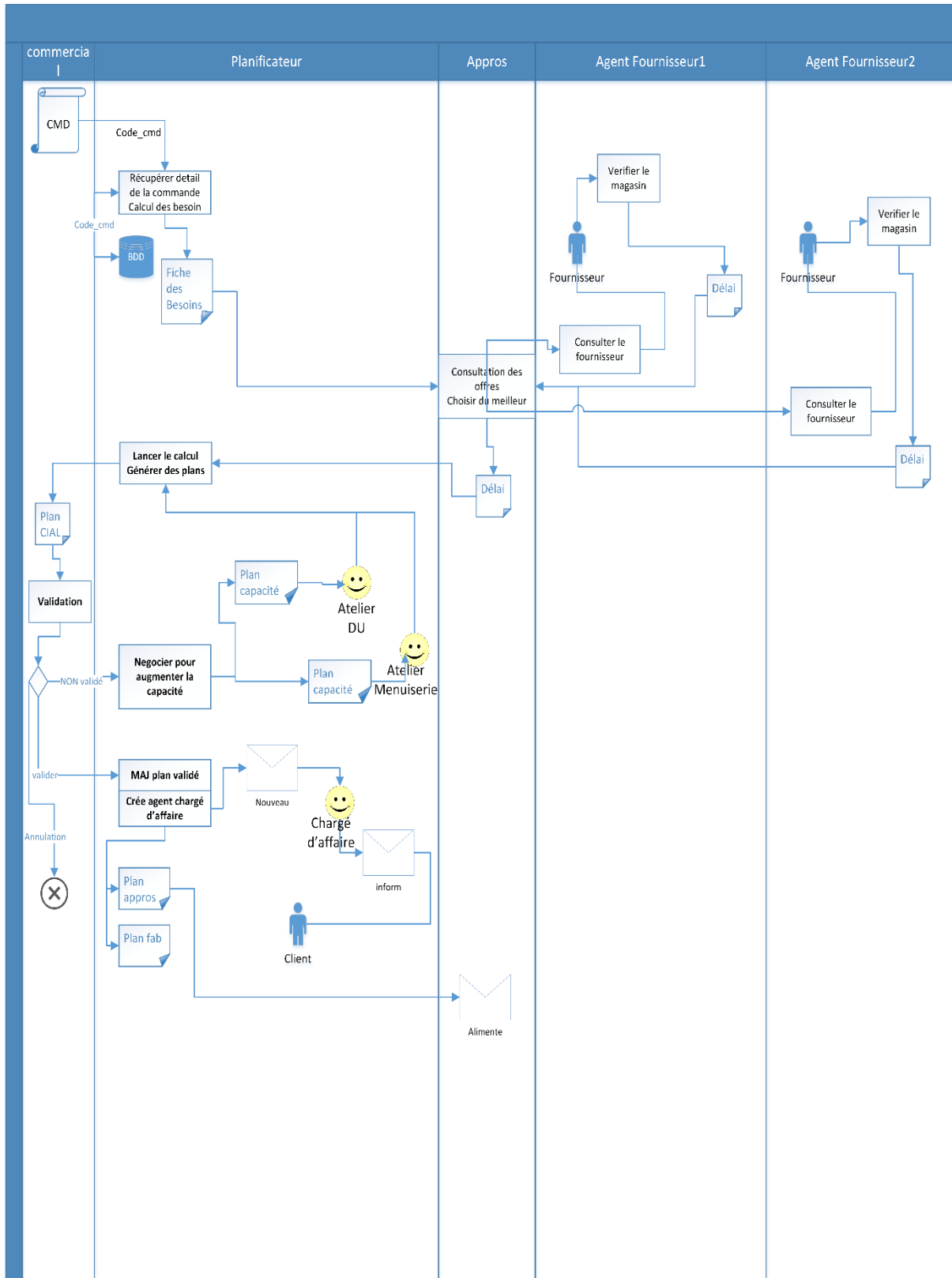
- Accès aux fiches des besoins demandés.
- Consulter les offres du fournisseur associé.
- Négocier avec le fournisseur : notre agent est menu d'une boîte email pour la communication avec le fournisseur de matière.
- Etablir la commande au fournisseur (après la validation de l'agent approuvé).

## **II. les Scénarios :**

### **II.1. Scenario de prise en charge d'une nouvelle commande :**

Toute nouvelle commande implique une nouvelle planification et génération des plans, ce scénario est déclenché quand l'agent Notificateur détecte une nouvelle commande (figure 23)

# Architecture Multi Agent Pour la Planification



**Figure 23 : Scenario de prise en charge d'une nouvelle commande**



## II.2. Scenario associé au non-respect des délais d’approvisionnement :

Ce scénario indique la façon de régler le problème d’un non-respect de délai d’approvisionnement suite à une opération de suivi des commandes au fournisseur effectué par l’agent fournisseur (voir figure 24)

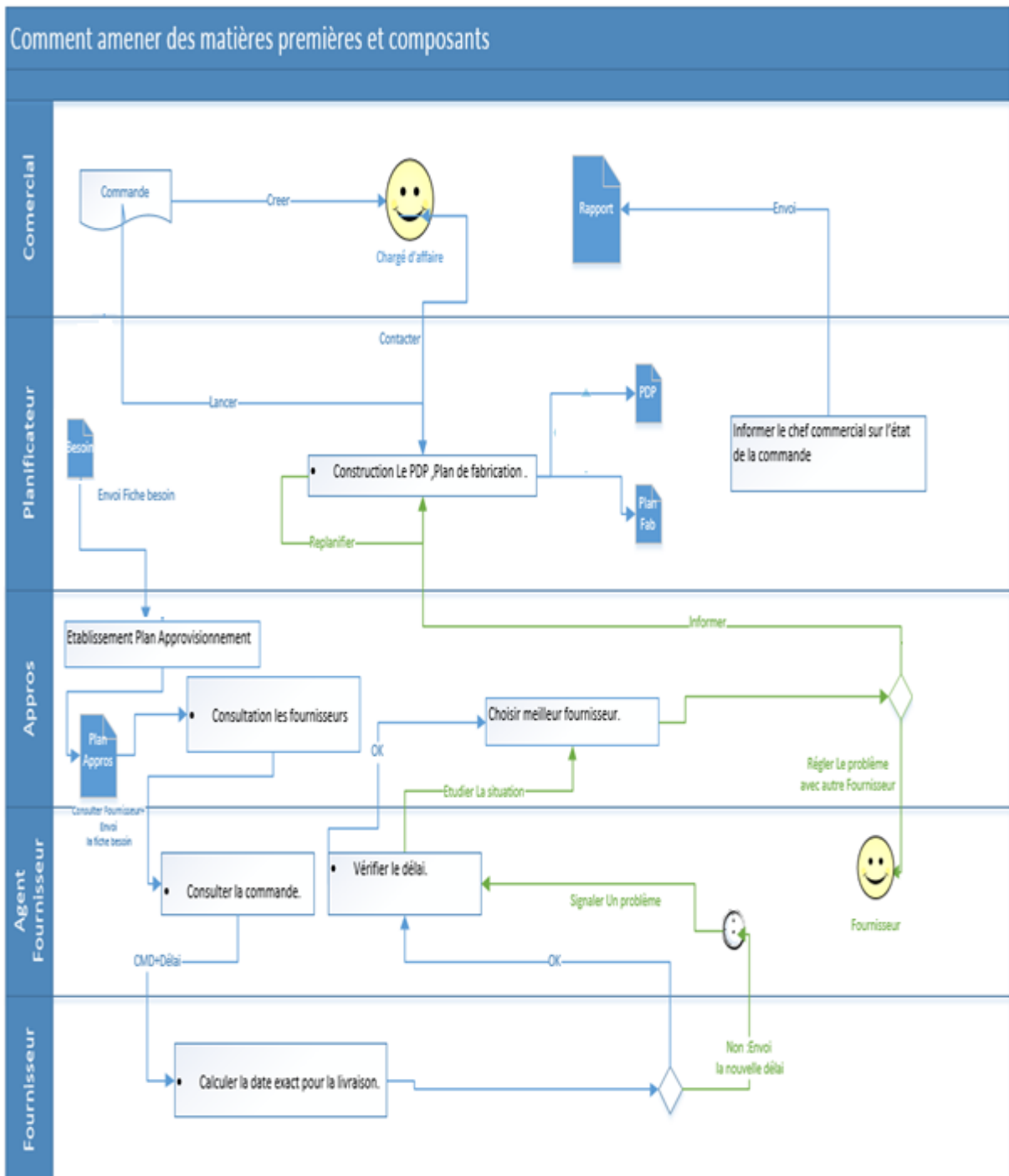


Figure 24 : Diagramme défini le scénario comment régler le temps d’approvisionnement.

### II.3. Scenario de prise en charge d'une défaillance détecté:

Le suivie d'exécution des plan de fabrication par l'agent contrôleur peut détecter un mal fonctionnement et un retard dans la réalisation se qui nécessite une procédure de réglage du problème ou de lancement d'une re-planification (figure.....).

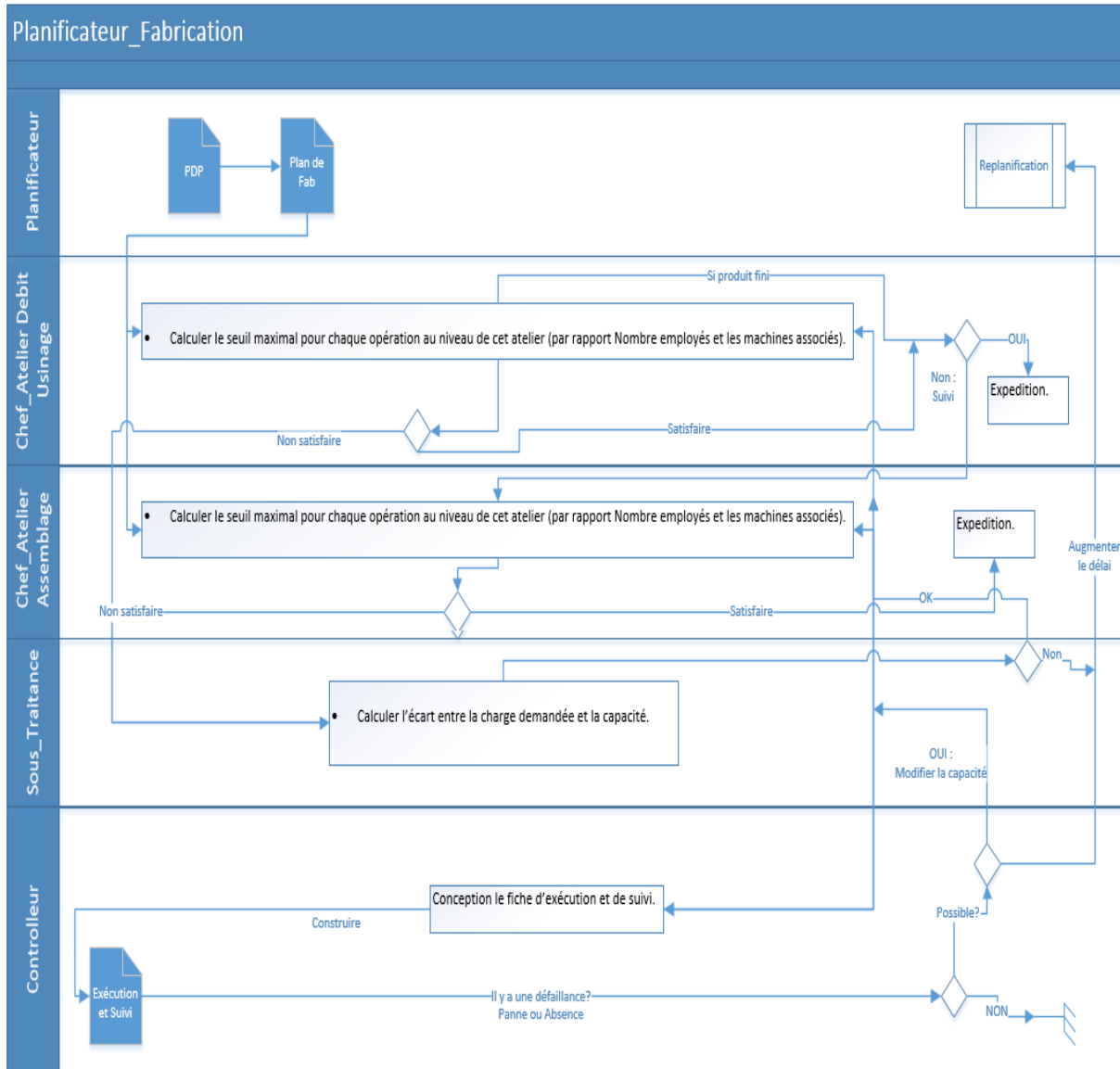


Figure 25 : Scenario de prise en charge d'une défaillance détecté.

### II.4. Scenario notification à la clientèle :

Ce scénario est limité à aviser le client sur l'état de son commande.

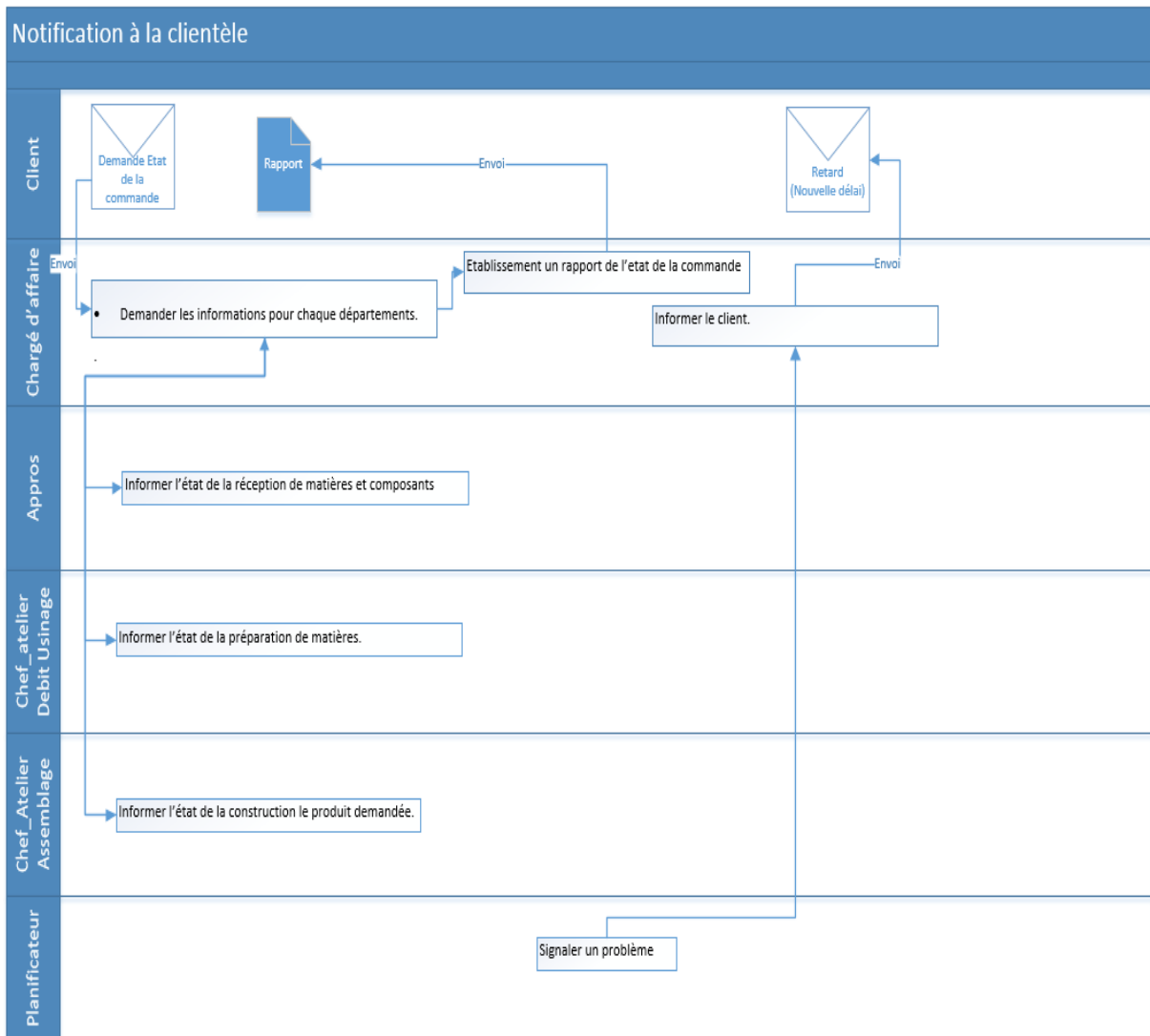


Figure 26 : Scenario notification à la clientèle.

## Conclusion

En clair, comme nous venons de le voir, ce chapitre était consacré, à la conception de l'architecture générale de notre application. Dans le chapitre suivant nous allons passer à l'étape d'implémentation de notre système multi agent.

## **Chapitre 5 : Implémentation de la solution**

### **INTRODUCTION**

Nous avons défini une conception mieux appropriée aux besoins de l'application. Qui servent à la constitution de notre application et de ses fonctionnalités. Nous décrivons l'environnement de création du système et de la base de données, ensuite nous présenterons quelques interfaces résultantes.

### **I. Outils de développement :**

#### **I.1. Microsoft Visio :**

Microsoft Visio (officiellement Microsoft Office Visio) est un logiciel de diagrammes et de synoptiques pour Windows qui fait partie de la suite bureautique Microsoft Office mais se vend séparément. Dans Visio, les graphiques utilisés pour créer des diagrammes sont vectoriels.

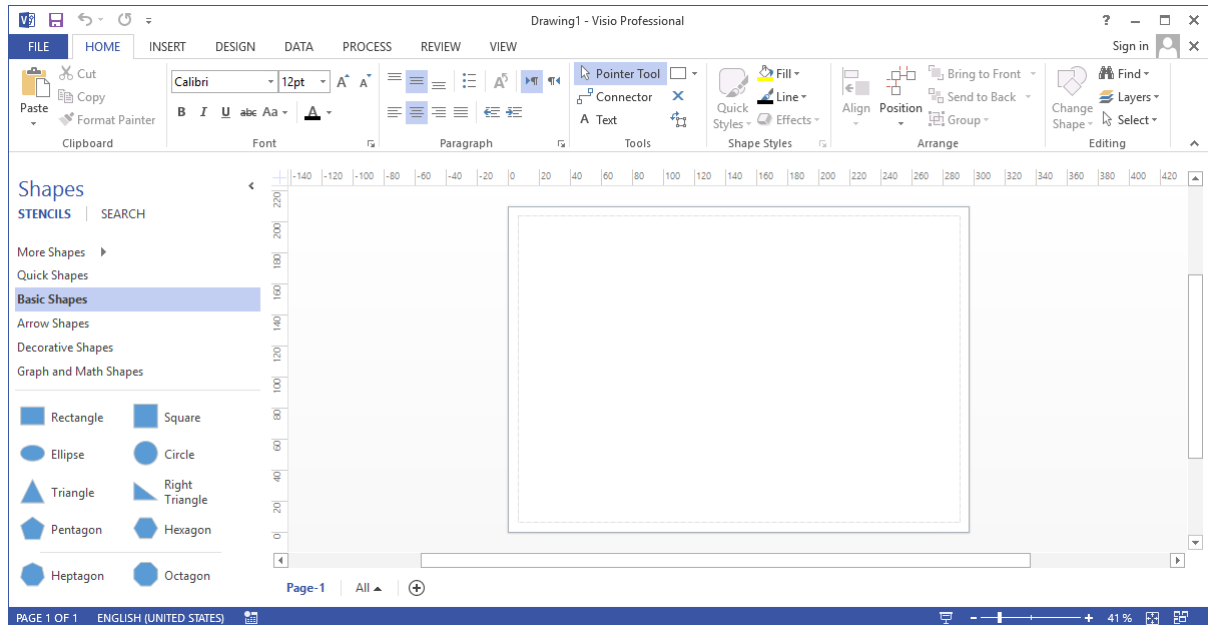
Les versions Standard et Professionnel de l'édition 2007 partagent la même interface, mais cette dernière permet de faire des diagrammes plus avancés, grâce à des modèles supplémentaires.

Cette version (Visio 2013) offre également une fonctionnalité qui permet aux utilisateurs de relier facilement leurs diagrammes à un grand nombre de sources de données et d'afficher les informations recueillies graphiquement.

---

## Implémentation de la solution

---



**Figure 27 : Microsoft Office Visio 2013**

### **I.2. Eclipse :**

Eclipse est un projet, décliné et organisé en un ensemble de sous-projets de développements logiciels, de la Fondation Eclipse visant à développer un environnement de production de logiciels libre qui soit extensible, universel et polyvalent, en s'appuyant principalement sur Java.

Son objectif est de produire et fournir des outils pour la réalisation de logiciels, englobant les activités de programmation (notamment environnement de développement intégré et Framework) mais aussi d'AGL recouvrant modélisation, conception, testing, gestion de configuration, reporting... Son EDI, partie intégrante du projet, vise notamment à supporter tout langage de programmation à l'instar de Microsoft Visual Studio.

Nous avons choisi Eclipse parce qu'il fournit tous les outils qui nous sont nécessaire pour développer, tester, déboguer et déployer des applications, incluant une importante bibliothèque de composants réutilisables, un ensemble d'outils de conception, des modèles d'applications et de fiches, ainsi que des experts de programmation, Ces outils simplifient le prototypage et réduisent la durée de développement.

---

## Implémentation de la solution

---

Eclipse aussi offre une grande souplesse pour l'exploitation des bases de données ainsi que l'édition des états de sorties à imprimer. [21]

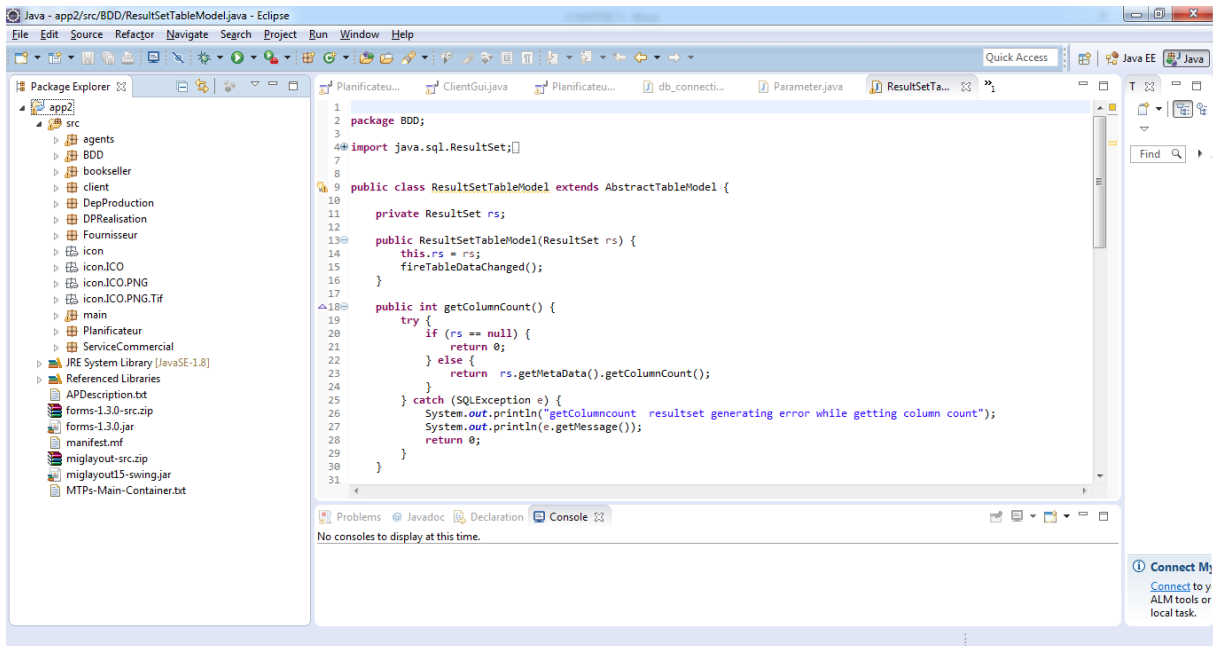


Figure 28 : ECLIPSE IDE

### I.3. La plateforme JADE :

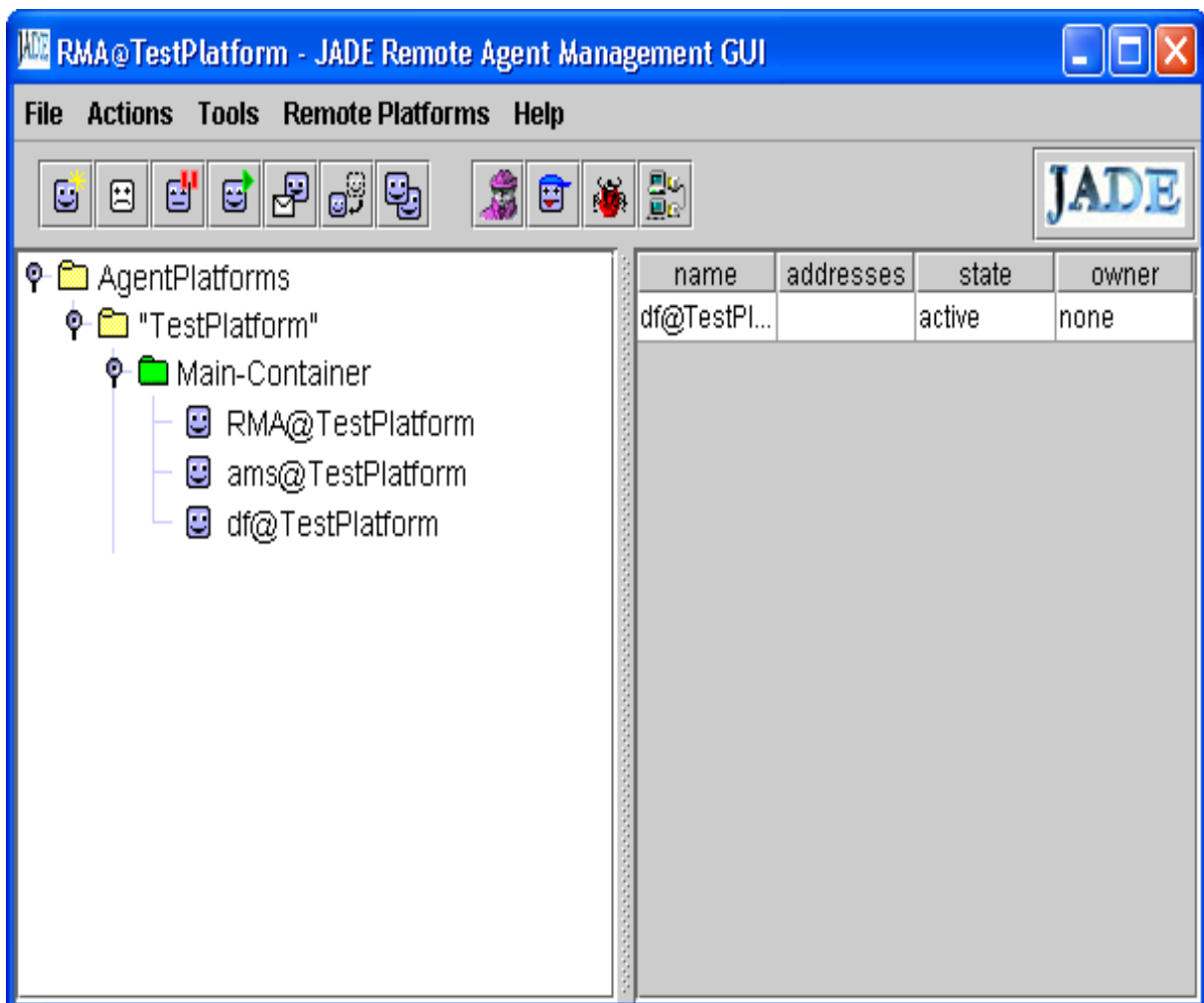
JADE (JAVA Agent DEvelopment Framework) est une plate-forme multi-agent créé par le laboratoire TILAB. C'est un Framework qui permet le développement de systèmes multi agents et d'applications conformes aux normes FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents).

La FIPA est une organisation en 1996 dont l'objectif est de produire des standards pour l'interopération d'agents logiciels hétérogènes. [22]

JADE possède trois modules principaux (nécessaire aux normes FIPA).

- DF « Directory Facilitator » fournit un service de « pages jaunes » à la plate-forme.
- ACC « Agent Communication Channel » gère la communication entre les agents.
- AMS « Agent Management System » supervise l'enregistrement des agents, leur authentification, leur accès et l'utilisation du système.

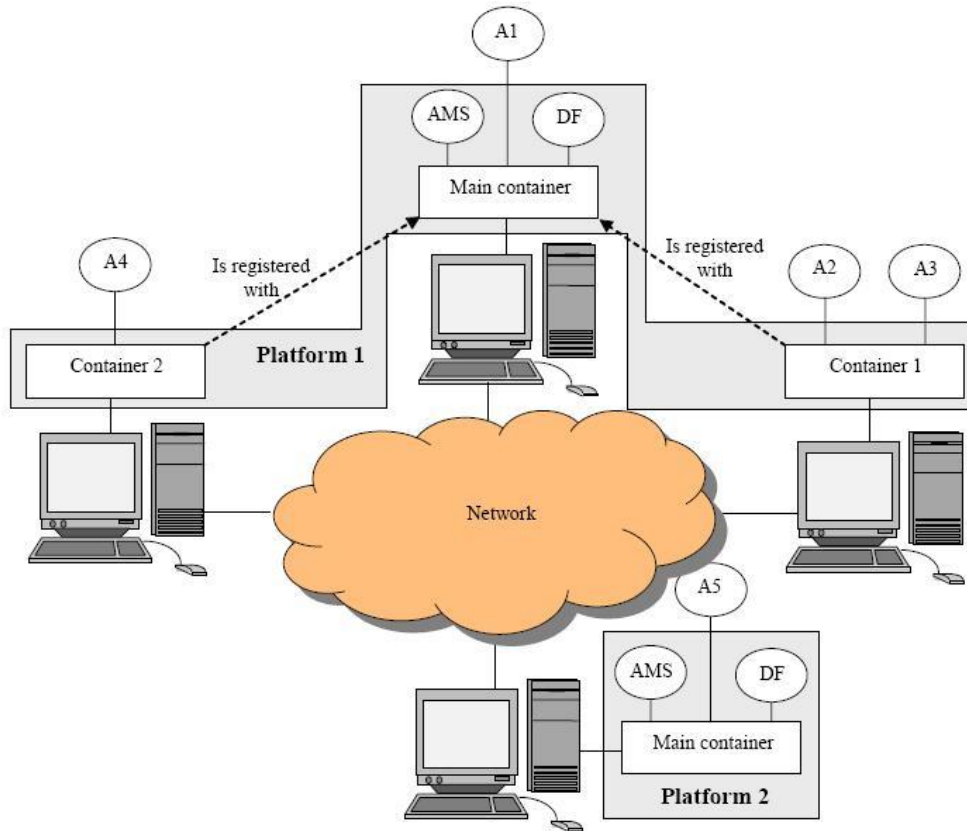
Ces trois modules sont activés à chaque démarrage de la plate-forme.



**Figure 29 : Figure définit la plateforme JADE**

Chaque instance du JADE est appelée conteneur « Container », et peut contenir plusieurs agents. Un ensemble de conteneurs constitue une plateforme.

Chaque plateforme doit contenir un conteneur spécial appelé main-container et tous les autres conteneurs s'enregistrent auprès de celui-là dès leur lancement.



**Figure 30 : Architecture Logicielle de JADE.**

## I.4. WampServer :

WampServer est une plate-forme de développement Web sous Windows pour des applications Web dynamiques à l'aide du serveur Apache2, du langage de scripts PHP et d'une base de données MySQL. Il possède également PHPMyAdmin pour gérer plus facilement vos bases de données. WampServer n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (Apache et MySQL), un interpréteur de script (PHP), ainsi que phpMyAdmin pour l'administration Web des bases MySQL. Le 26 juin 2013 est sortie la version 2.4. Cette version intègre Apache 2.4.4, MySQL 5.6.12, PHP 5.4.16, Php Myadmin 4.0.4, SQL Buddy 1.3.3. WampServer réside dans la possibilité d'y installer et d'utiliser n'importe quelle version d'Apache ou MySQL en un clic. Ainsi, chaque développeur peut reproduire fidèlement son serveur de production sur sa machinelocal. [23]



## Implémentation de la solution

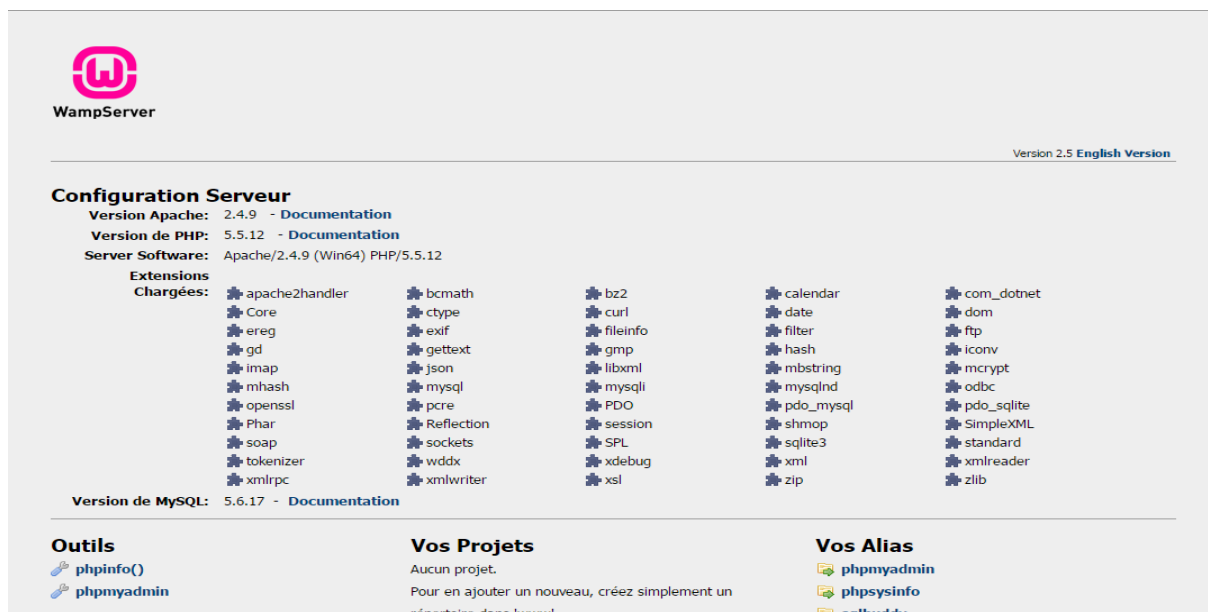


Figure 31 : Wampserver

### I.4.1. L'interface PhpMyAdmin :

PhpMyAdmin est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL réalisée en PHP. PhpMyAdmin est une interface de gestion de base de données MySQL écrite en PHP. C'est une application fort répandue dans le milieu de l'hébergement web mutualisé, car elle permet au fournisseur de service de donner un accès à ses utilisateurs à leur propre base de données, Afin d'y effectuer des recherches, des opérations de maintenance (sauvegarde, optimisation) , de créer des tables , ... . Pour la mise en place du serveur de base de données en lui-même. [23]

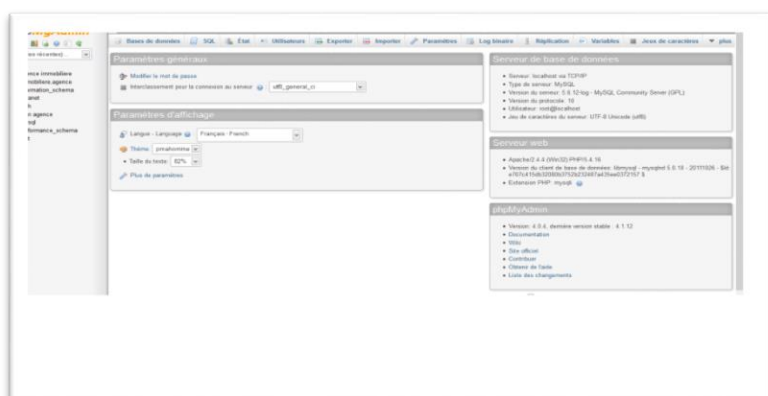


Figure 32 : PHPMYADMIN

## I.5. NOTPAD++ :

Notepad++ est un éditeur de code source qui prend en charge plusieurs langages. Ce programme, codé en C++ avec STL et win32 api, a pour vocation de fournir un éditeur de code source de taille réduite mais très performant. En optimisant de nombreuses fonctions tous en conservant une facilité d'utilisation et une certaine convivialité, Notepad++ contribue à la limitation des émissions de dioxyde de carbone dans le monde : en effet, en réduisant l'utilisation de CPU, la consommation d'énergie des ordinateurs chute considérablement, en conséquence de quoi, la terre est plus verte. [24]

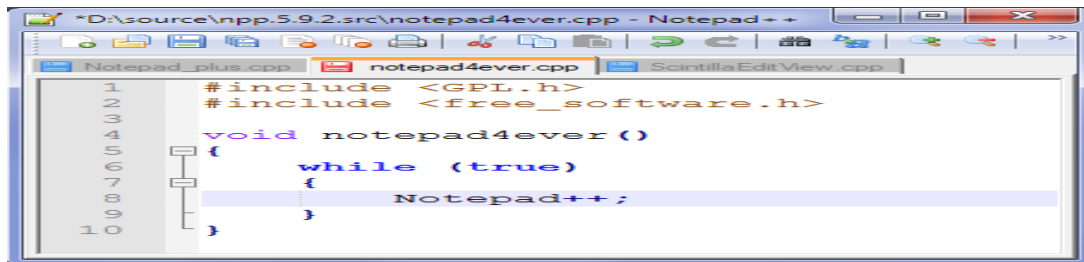


Figure 33 : Notepad++.

## II. Les langages d'implémentation utilisée :

### II.1. Le langage Java :

Le langage Java est un langage de programmation informatique orienté objet créé par James Gosling et Patrick Naughton, employés de Sun Microsystems, avec le soutien de Bill Joy (cofondateur de Sun Microsystems en 1982), présenté officiellement le 23 mai 1995 à SunWorld

La particularité et l'objectif central de Java est que les logiciels écrits dans ce langage doivent être très facilement portables sur plusieurs systèmes d'exploitation tels que UNIX, Windows, Mac OS ou GNU/Linux, avec peu ou pas de modifications. Pour cela, divers plateformes et frameworks associés visent à guider, sinon garantir, cette portabilité des applications développées en Java. [25].

## **II.2. Le langage de requête SQL :**

Après, nous en arrivons maintenant à l'outil que nous allons associer pour développer des applications web avec simplicité et puissance.

MySQL est une base de données relationnelle libre qui a vu le jour en 1995 et très employée sur le Web , souvent en association avec JAVA ( langage) et Apache (serveur web) .MySQL fonctionne indifféremment sur tous les systèmes d'exploitation ( Windows , Linux , Mac OS notamment).

Le langage SQL (acronyme de Structured Query Language) est un langage universellement reconnu par MySQL et les autres bases de données et permettant d'interroger et de modifier le contenu d'une base de données. Les autres bases de données utilisées en informatique sont essentiellement Microsoft SQL Server et Oracle. [26]

## **III. Description de l'application :**

### **III.1. Plateforme d'exécution du système:**

Nous avons besoin un ensemble de bibliothèques logicielles de base du langage de programmation Java et les outils avec lesquels le code Java peut être compilé, transformé en byte code destiné à la machine virtuelle Java.

Il existe plusieurs éditions de JDK, selon la plate-forme Java<sup>1</sup> considérée (et bien évidemment la version de Java ciblée).

- JSE pour la Java 2 Standard Edition également désignée J2SE.
- JEE, sigle de Java Enterprise Edition également désignée J2EE.
- JME 'Micro Edition', destinée au marché mobiles.

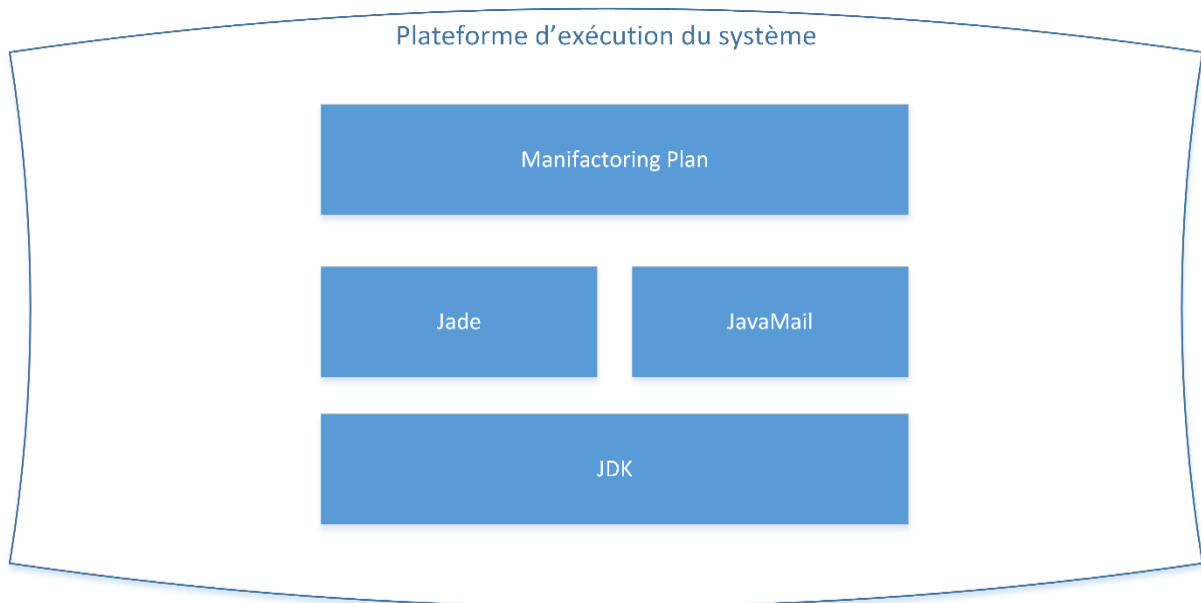
Afin d'exécuter les comportements d'un agent à l'aide JADE, Il faut trouver les API de Jade dans la bibliothèque de notre application. Et enfin pour la communication externe (avec le

---

## Implémentation de la solution

---

client et les fournisseurs); Le Java Mail est l'API standard de gestion des courriers électroniques de J2EE.



**Figure 34 :Plateforme d'exécution du systeme**

### **III.2. Infrastructure techniques :**

La figure 35 présente l'infrastructure physique et le déploiement des différents containers de notre communauté d'agents.

## Implémentation de la solution

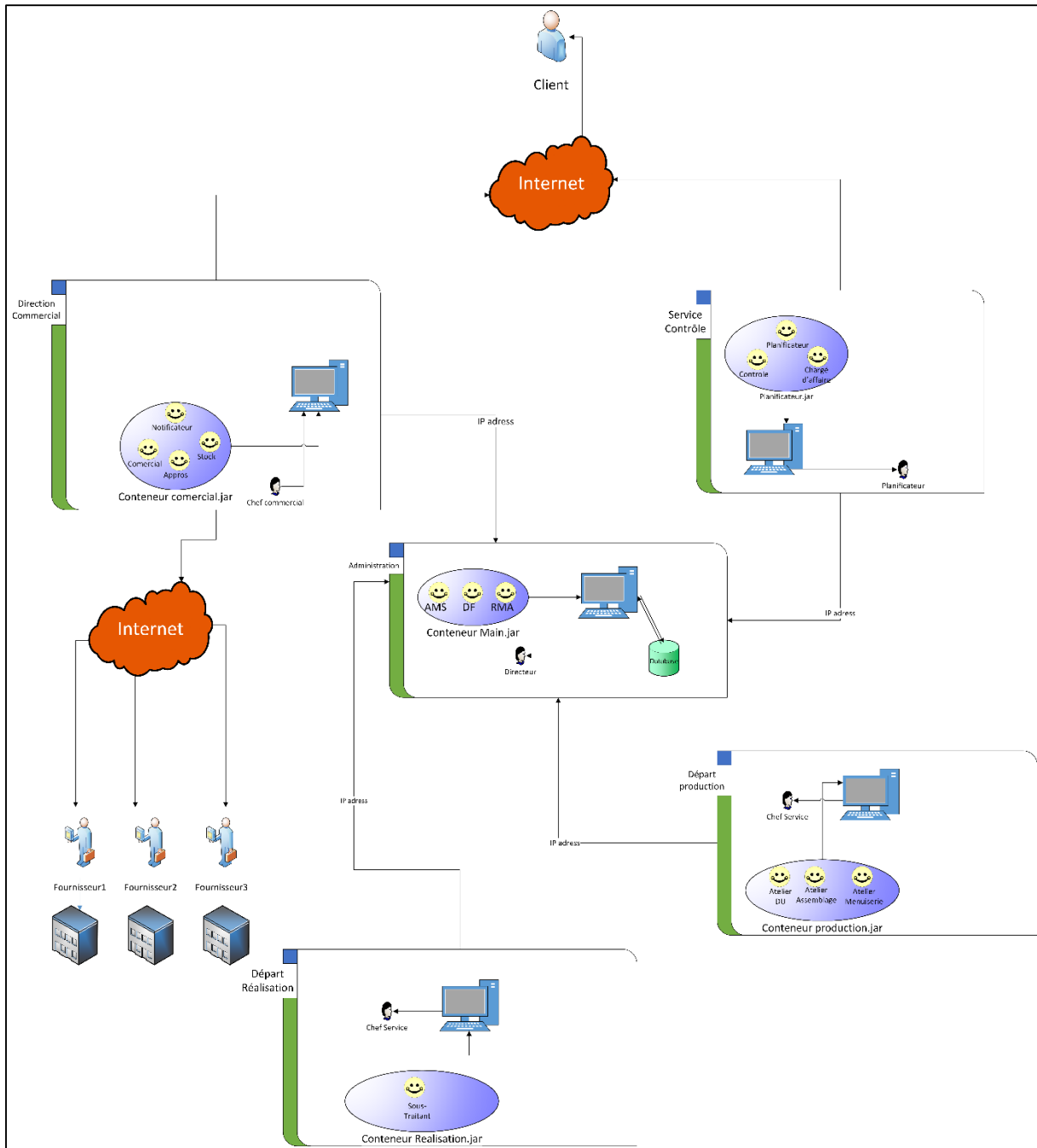


Figure 35 : Infrastructure physique de la solution

## CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement l'implémentation de notre système en spécifiant l'environnement de développement, l'implémentation de la base des données et la démarche suivie pour la réalisation. Nous avons, au premier lieu, présenté les différents outils

---

## Implémentation de la solution

---

et langages que nous avons utilisé. Par la suite, nous avons présenté quelques interfaces de notre application.

## **Conclusion et perspective**

Nous nous sommes intéressés dans ce travail aux systèmes multi-agents, et plus particulièrement à la Modélisation d'un système multi-agents pour La planification de la production et la mise à jour des plans suite au changement de l'environnement de travail. Notre but a été de proposer une architecture Multi agent qui simule l'organisation humaine adopté dans le domaine de la planification de la production. Nous avons clarifié la coopération des agents pour la résolution de différentes parties du problème et on a présentés les comportements principaux de chaque agent. Pour ce qui concerne les calcule et la génération des plan nous avons basé sur des algorithmes simple, sans s'approfondir dans la recherche de solution optimale, de ce fait nous pensons que notre travail pourra être amélioré en introduisant des technique d'optimisation du domaine d'ordonnancement, aussi par rapport à la découverte de nouveaux fournisseurs et de nouveaux sous-traitants, et par rapport à la tache de négociation nous pensons que notre système pourra être amélioré.

## Bibliographie :

- [1] : Youssfi Mohamed, Signaux Systèmes Distribués et Intelligence Artificielle (SSDIA) Université Hassan II Casablanca.
- [2] : KUNDUR, P. (1994). Power system stability and control. Première édition, McGraw-Hill Inc., New York, 979-985.
- [3] : AJJARAPU, V. LAU, P.L et BATTULA, S. (1994). An optimal reactive power planning strategy against voltage collapse. IEEE Transactions on System, vol. 9 No.2, 906-917.
- [4] : FERBER J., Les Systèmes Multi-Agent - Vers une Intelligence Collective, InterEditions, 1995.
- [5] : René Mandiau, Emmanuelle Grisling Lestrugéon. « Systèmes Multi-agents ». Techniques de l'ingénieur, traité Informatique Industrielle S7216. 2002.
- [6] : BUFFET, Olivier. Une double approche modulaire de l'apprentissage par renforcement pour des agents intelligents adaptatifs. 2003.
- [7] : Imane, Melle BELLIFA. Approche Multi-Agent pour la reconnaissance de Diabète. 03 Juillet 2011.
- [8] : BADEIG, Fabien. Un environnement actif pour la simulation multi-agents. septembre 2010.
- [9] : B, Chaib-draa, I, Jarras and B, Moulin. Systèmes multiagents : Principes généraux et applications. 2001.
- [10] : F.Vernadat and P.Azéma. prototypage de système d'agents communicants. In journée système multi-agents PRC-GDR intelligence artificielle .Nancy. decembre 1992.
- [11] : Jean-Pierre Briot et Yves Demazeau Principes et architecture des systèmes multi-agents 11 octobre 2001 .Paris.
- [12] : Yves CRAMA Eléments de GESTION DE LA PRODUCTION Ecole d'Administration des Affaires Université de Liège, 2002.
- [13] : Vincent GIARD, Gestion de la production, Economica, 2003, 3ème édition.



- [14] : K. Boskma, *Productie en Logistiek*, 2ème édition, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987.
- [15] : A.C. Hax et D. Candeia, *Production and Inventory Management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1984.
- [16] : Pierre Lopez, LAAS-CNRS, Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes, Centre National de la Recherche Scientifique Toulouse.
- [17] : Site web (<http://www.groupebatimetal.com/filiales/batimetal-charpente-ouest.html>).
- [18] : *Management des opérations : principes et applications* Par Larry P. Ritzman, Jacky Renart, Lee J. Krajewski, Christopher Townley.
- [19] : Gérard CASANOVA 11-07-2011 Université de Lorraine, AUNEGE
- [20] : *Gestion des opérations et de production*, Service d'enseignement de la Gestion des Opérations et de la Logistique, HEC Montréal, 2009.
- [21] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Eclipse\\_\(projet\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(projet)).
- [2] : [https://archives.limsi.fr/Individu/jps/enseignement/examsma/2005/1.plateformes\\_3/index-Ferguen.html](https://archives.limsi.fr/Individu/jps/enseignement/examsma/2005/1.plateformes_3/index-Ferguen.html)
- [23] : [www.wampserver.com/](http://www.wampserver.com/)
- [24] : <https://notepad-plus-plus.org/fr/>
- [25] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(langage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Java_(langage)).
- [26] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Structured\\_Query\\_Language](https://fr.wikipedia.org/wiki/Structured_Query_Language).

