

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahman Mira - Béjaïa -  
Faculté des Sciences Exactes  
Département Informatique



جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa

# MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Option : Génie Logiciel

Thème :

Conception et réalisation d'un module plan directeur  
de production (PDP) sur Odoo

Réalisé par :

TAIRI Mayess

BELKHELFA Mehdi

Soutenu le 03/07/2024 devant le jury composé de :

	Nom & Prénom	Établissement
<b>Président</b>	Mme. YAICI Malika	Université de Bejaia
<b>Encadrant</b>	Mme. KHALED Hayette	Université de Bejaia
<b>Examineur</b>	Mme. GHANEM Souhila	Université de Bejaia

Promotion : 2023 - 2024

# Dédicaces

*Je dédie ce travail à*

*Mes parents, qui ont toujours été là pour moi avec leur soutien et leur amour.*

*Je tiens à leur exprimer ma reconnaissance pour leurs sacrifices,  
leur éducation et leurs encouragements  
tout au long de ces années.*

*Mes frères et sœurs Rassim, Tiziri, Ithri, Camelia pour  
leur bienveillance et leur soutien durant cette période.*

*Mes amis les plus proches Massil, Amir, Karim Yanis, M'henni, Samy, Lila, Celia,  
Sparky, Rocklee  
pour toute l'aide qu'elles m'ont apportée, leur  
accompagnement et tous les bons souvenirs que nous  
avons pu partager ensemble.*

**TAIRI Mayess**

# Dédicaces

*Je dédie ce travail à*

*Mes parents, qui ont toujours été là pour moi avec leur soutien et leur amour.*

*Je tiens à leur exprimer ma reconnaissance pour leurs sacrifices,*

*leur éducation et leurs encouragements*

*tout au long de ces années.*

*Mes frères et sœurs khaled, Maroua pour*

*leur bienveillance et leur soutien durant cette période.*

*Mes amis les plus proches Lisa, Mohamed, Raouf, Asma, Ryan, Melina, Yanis,*

*Redouane, Maroua, Rocklee*

*pour toute l'aide qu'elles m'ont apportée, leur*

*accompagnement et tous les bons souvenirs que nous*

*avons pu partager ensemble.*

***BELKHELFA Mehdi***

# Remerciements

*Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à notre encadrant,  
Madame KHALED Hayette, pour son encadrement, ses orientations,  
sa compréhension et son soutien précieux.*

*Nos remerciements s'étendent également aux responsables et au personnel  
de la société « ISATIS », en particulier à Monsieur Rafik ZIANI,  
pour leur accueil tout au long de notre stage.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury d'avoir consacré  
une partie de leur temps à examiner ce mémoire, pour l'intérêt  
qu'ils ont porté à notre travail et pour leurs contributions à l'enrichir.*

*Nous exprimons notre gratitude envers nos parents,  
nos frères, nos sœurs et nos amis.*

*Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui, de près ou  
de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet.*

# Table des matières

Table de figure

Liste des tableaux

Liste des abréviations

<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Généralités sur la planification de production des entreprises</b>	<b>4</b>
1.1 Introduction . . . . .	5
1.2 La gestion de la chaîne d'approvisionnement . . . . .	5
1.2.1 Définition . . . . .	5
1.2.2 Le processus de gestion de la chaîne d'approvisionnement . . . . .	6
1.2.3 Les avantages de la gestion de la chaîne d'approvisionnement . . . . .	7
1.3 La gestion des stocks . . . . .	8
1.3.1 Le rôle de la gestion des stocks . . . . .	8
1.3.2 Objectif de la gestion des stocks . . . . .	8
1.3.3 les risques d'une mauvaise gestion de stocks . . . . .	9
1.3.4 Limites des méthodes traditionnelles de gestion des stocks . . . . .	10
1.4 La solution MRP . . . . .	11
1.4.1 C'est quoi le MRP . . . . .	11
1.4.2 Bref histoire sur l'évolution de MRP . . . . .	11
1.4.3 MRP II . . . . .	12
1.5 Planification industrielle . . . . .	13
1.5.1 Le plan Industriel et Commercial (PIC) . . . . .	13
1.5.2 Le programme directeur de production (PDP) . . . . .	14
1.5.3 Le Plan de Charge (PDC) . . . . .	15
1.6 Qu'est ce qu'un ERP . . . . .	16

---

TABLE DES MATIÈRES

---

1.7	Logiciels de Gestion Intégrant des Systèmes PDP . . . . .	17
1.7.1	Sage X3 . . . . .	17
1.7.2	MRPeasy . . . . .	18
1.8	L'ERP Odoo . . . . .	18
1.8.1	Définition Odoo . . . . .	18
1.8.2	Architecture fonctionnelle et technique d'Odoo . . . . .	19
1.8.3	Structure d'un module Odoo . . . . .	20
1.9	ISATIS . . . . .	21
1.10	Conclusion . . . . .	21
<b>2</b>	<b>Conception</b> . . . . .	<b>22</b>
2.1	Introduction . . . . .	23
2.2	Cahier de charge . . . . .	23
2.2.1	Contexte . . . . .	23
2.2.2	Objectifs . . . . .	25
2.2.3	Besoins fonctionnels . . . . .	26
2.2.4	Besoins non fonctionnels . . . . .	27
2.2.5	Délais de réalisation . . . . .	27
2.3	Pilotage du projet avec scrum . . . . .	28
2.3.1	Affectation des rôles . . . . .	28
2.3.2	User-Stories . . . . .	28
2.3.3	Identification des acteurs . . . . .	29
2.3.4	Diagramme de contexte . . . . .	29
2.3.5	Diagramme de cas d'utilisation global . . . . .	30
2.3.6	Description textuelle des cas d'utilisation . . . . .	32
2.4	Planification des releases . . . . .	35
2.5	Product Backlog . . . . .	35
2.6	Sprint 1 . . . . .	36
2.6.1	Diagramme sequence . . . . .	36
2.6.2	Diagramme de classe configuration . . . . .	37
2.7	Sprint 2 . . . . .	37
2.7.1	Diagramme sequence . . . . .	38
2.8	Sprint 3 . . . . .	39
2.8.1	Diagramme sequence . . . . .	39
2.9	Sprint 4 . . . . .	40
2.9.1	Diagramme sequence . . . . .	40
2.10	Conception de la base de données . . . . .	41
2.10.1	Diagramme des classes . . . . .	41

---

---

TABLE DES MATIÈRES

---

2.10.2	Les règles de passage du diagramme de classe vers modèle relationnel . . . . .	42
2.10.3	Dictionnaire de données . . . . .	43
2.10.4	Modele relationnel . . . . .	46
2.11	Conclusion . . . . .	47
<b>3</b>	<b>Réalisation</b>	<b>48</b>
3.1	Introduction . . . . .	49
3.2	Technologie utilisée . . . . .	49
3.2.1	Langages de développement . . . . .	49
3.2.2	Outils de développement . . . . .	51
3.2.3	Environnements de développement . . . . .	52
3.3	Mise en place de l'application . . . . .	53
3.3.1	Préparation avant le développement du module Odoo . . . . .	53
3.3.2	Création d'un module Odoo . . . . .	53
3.3.3	Charte graphique . . . . .	54
3.4	Présentation des interface . . . . .	55
3.4.1	Interface d'authentification . . . . .	55
3.4.2	Interface d'accueil . . . . .	55
3.4.3	Interface de configuration . . . . .	56
3.4.4	Interface initial du module PDP . . . . .	57
3.4.5	Interface liste de PDP . . . . .	58
3.4.6	Ordre de fabrication générer . . . . .	60
3.4.7	Ordre d'achat générer . . . . .	61
3.5	Conclusion . . . . .	62
.1	Méthodologie de développement . . . . .	63
.2	Unified Modeling Language (UML) . . . . .	63
.2.1	Pourquoi utiliser UML . . . . .	63
.2.2	Diagramme UML utilisé . . . . .	64
.3	Méthode SCRUM . . . . .	65
	<b>Conclusion Générale</b>	<b>69</b>

---

# Table des figures

1.1	La chaîne d'approvisionnement. . . . .	6
1.2	L'évolution de l'ERP. . . . .	12
1.3	Planification Industrielle. . . . .	13
1.4	les activités gérées par les ERP. . . . .	16
1.5	PDP de L'ERP sage X3. . . . .	17
1.6	PDP du logiciel MRPeasy. . . . .	18
1.7	Fonctionnalités d'Odoo. . . . .	19
1.8	Structure d'Odoo. . . . .	20
1.9	Structure d'Odoo. . . . .	21
2.1	Relation de module PDP. . . . .	25
2.2	Diagramme de contexte. . . . .	30
2.3	Diagramme de cas d'utilisation global. . . . .	31
2.4	Palanification des releases. . . . .	35
2.5	Diagramme sequence « Configurer PDP ». . . . .	37
2.6	Diagramme de classe configuration. . . . .	37
2.7	Diagramme sequence « Ajout de produit vers le PDP ». . . . .	38
2.8	Diagramme sequence « Établir des prévisions ». . . . .	39
2.9	Diagramme sequence « Modifier prévision ». . . . .	40
2.10	Diagramme sequence « Demande de réapprovisionnement ». . . . .	41
2.11	Diagramme des classes. . . . .	42
3.1	Logo Module PDP. . . . .	54
3.2	La palette des couleurs. . . . .	55
3.3	Interface d'authentification. . . . .	55
3.4	Interface d'accueil. . . . .	56
3.5	Interface de configuration. . . . .	56
3.6	Interface initial du module PDP. . . . .	57

---

TABLE DES FIGURES

---

3.7	Interface d'ajout de PDP. . . . .	57
3.8	Interface de liste PDP. . . . .	58
3.9	Interface de liste PDP détaillée. . . . .	59
3.10	Interface liste d'ordre de fabrication du module de fabrication. . . . .	60
3.11	Interface d'ordre de fabrication du module de fabrication. . . . .	61
3.12	Interface liste d'ordre d'achat du module d'Achat. . . . .	61
3.13	Interface d'ordre d'achat du module d'Achat . . . . .	62
14	Methode SCRUM. . . . .	65
15	Les artefacts SCRUM. . . . .	67

# Liste des tableaux

2.1	Répartition des rôles dans notre projet. . . . .	28
2.2	User Stories. . . . .	29
2.3	Les acteurs impliqués dans notre module. . . . .	29
2.4	Configurer PDP. . . . .	32
2.5	Description gérer produit dans PDP. . . . .	33
2.6	Description modifier les prévision. . . . .	34
2.7	Description générer ordre de réapprovisionnement. . . . .	34
2.8	Product Backlog . . . . .	36
2.9	Dictionnaire de données . . . . .	46

# Liste des abréviations

**BOM** Build Of Materials

**CRM** Customer Relationship Management

**ERP** Enterprise Resource Planning

**MRP** Material Requirements Planning

**PDC** Plan de Charge

**PDP** Plan Directeur de Production

**PIC** Plan Industriel et Commercial

**UML** Unified Modeling Language

# Introduction Générale

La gestion de la production est un domaine essentiel pour les entreprises manufacturières, car elle permet d'optimiser l'utilisation des ressources, de minimiser les coûts et de répondre efficacement à la demande du marché. Dans le cadre de la gestion de la production industrielle, les responsables de fabrication doivent prendre des décisions complexes pour répondre aux besoins fluctuants du marché.

Ces choix de production nécessitent une analyse approfondie des contraintes et des exigences afin de garantir la satisfaction des clients. En plus, les quantités de vente varient en fonction des périodes et des produits vendus, ce qui empêche l'entreprise de maintenir une production uniforme tout au long de l'année. En conséquence, elle doit naviguer entre les risques de surstockage, entraînant des coûts de stockage supplémentaires et des pertes dues à la péremption, et les risques de rupture de stock, pouvant nuire à la satisfaction et à la fidélité des clients.

La planification est une solution efficace pour réduire ces risques. En élaborant des prévisions précises basées sur l'analyse des tendances passées et actuelles du marché, les entreprises peuvent mieux anticiper la demande future. Cela leur permet non seulement d'ajuster leur production en conséquence, mais aussi d'optimiser l'allocation des ressources et de minimiser les coûts liés aux stocks.

En ce sens, le Plan Directeur de Production (PDP) se révèle être une solution idéale. Ce plan stratégique établit une feuille de route détaillée pour la production à moyen et long terme, alignée sur les prévisions de demande et les capacités de l'entreprise. En intégrant le PDP dans leur processus de gestion, les entreprises peuvent optimiser leurs opérations, minimiser les risques de stock, et ainsi optimiser leur chaîne d'approvisionnement.

ISATIS, une boîte de développement spécialisée dans le développement de solu-

tions basées sur l'ERP (Enterprise resource planning) Odoo, nous ont demandé de développer et d'implémenter un module PDP libre d'accès. Ce module va interagir avec d'autres modules pour récupérer les différentes données nécessaires au calcul des prévisions.

Les utilisateurs du module auront la possibilité d'ajuster les prévisions calculées selon leurs besoins spécifiques. Le module réagira en temps réel aux données d'autres modules comme les nouvelles commandes. Mais aussi le module va réagir aux différentes manipulations effectuées par les utilisateurs. Il sera également en mesure de déclencher des ordres de réapprovisionnement en se basant sur les prévisions.

Les utilisateurs ciblés sont des spécialistes de la planification, responsables de la chaîne d'approvisionnement des entreprises, qui disposeront ainsi d'un outil puissant pour optimiser la gestion des stocks et répondre efficacement aux besoins de l'entreprise.

Pour assurer la réussite du projet, nous avons étroitement collaboré avec l'équipe d'Isatis pour établir un cahier des charges détaillé. Cette collaboration a permis de définir clairement les objectifs, les besoins fonctionnels et non fonctionnels de notre projet. De plus, pour garantir le succès du développement du module PDP, nous avons adopté une approche agile en utilisant la méthodologie SCRUM. Cette méthode permet une gestion efficace des projets en divisant le travail en sprints courts et itératifs, favorisant ainsi une amélioration continue et une adaptation aux besoins des utilisateurs.

La suite de notre rapport est organisée comme suit :

Le premier chapitre, intitulé « Généralités sur la planification de production des entreprises », a pour rôle d'introduction au projet. Ce chapitre présente les concepts de base de la gestion de la production, couvrant la gestion de la chaîne d'approvisionnement en expliquant son processus et ses avantages. Il aborde également la gestion des stocks, ainsi que les limites des méthodes traditionnelles, et les solutions telles que le MRP (Material Requirements Planning) et leur évolution vers l'ERP. En dernier, nous présentons l'ERP utilisé dans notre projet.

Le deuxième chapitre, intitulé « Conception », est consacré à la conception du module. Cette partie commence par le cahier des charges suivi de la méthodologie de développement notamment l'utilisation de l'UML (Unified Modeling Language) et de la méthode SCRUM, avec des détails sur le pilotage du projet incluant l'affectation des rôles, les user stories, et les diagrammes de contexte et de cas d'utilisation. Nous

avons expliqué les fonctionnalités ajoutées dans chaque sprints. Enfin, nous avons abordé la modélisation de la base de données avec un diagramme de classes et un schéma relationnel.

Le troisième chapitre, intitulé « Réalisation », décrit la phase de mise en œuvre du projet. Il commence par la définition des technologies utilisées tout au long du développement. Puis, il détaille la mise en place de l'application, Incluant les préparatifs avant le développement et la création du module Odoo. le chapitre présente également les différentes interfaces en expliquant chaque information afficher du module .

Ainsi, nous allons aborder en détail chaque aspect du projet, en fournissant une compréhension complète et approfondie de notre approche méthodologique et technique pour le développement du module PDP.

Chapitre **1**

Généralités sur la planification de  
production des entreprises

## 1.1 Introduction

Les entreprises opérant dans la production de biens font face à d'importantes contraintes liées aux tensions dans l'approvisionnement en composants et en matières premières. Afin de surmonter ces défis, il est impératif d'instaurer une planification stratégique visant à anticiper les approvisionnements et à prévenir les ruptures de stock, qui engendrent des coûts financiers significatifs. Dans ce contexte, les techniques avancées de gestion de stock et d'approvisionnement se révèlent être des éléments essentiels, jouant un rôle déterminant dans l'efficacité globale de ce processus. Les systèmes ERP (Enterprise Resource Planning) sont devenus des outils essentiels pour optimiser les opérations et améliorer la gestion de la chaîne d'approvisionnement des entreprises, notamment en intégrant des fonctionnalités avancées de gestion des stocks, de planification des approvisionnements et de suivi des flux logistiques. Odoo se distingue comme une solution ERP flexible et adaptable dans ce domaine.

Dans ce chapitre, nous explorerons l'importance d'une gestion d'approvisionnement et la gestion de stock efficace, ainsi que les limites des méthodes traditionnelles. Nous plongerons ensuite dans la solution MRP (Material Requirements Planning) et également l'ERP open-source Odoo en analysant son architecture fonctionnelle et technique.

## 1.2 La gestion de la chaîne d'approvisionnement

### 1.2.1 Définition

La gestion de la chaîne d'approvisionnement (Supply Chain Management ou SCM) consiste à gérer la totalité du flux de production d'un bien ou d'un service, depuis les composants bruts jusqu'à la livraison du produit final au consommateur. Une entreprise crée un réseau de fournisseurs (les « maillons » de la chaîne) qui transmettent le produit depuis les fournisseurs de matières premières jusqu'aux organisations qui traitent directement avec les client[1].

La Figure 1.1 [2] illustre les différents flux présents dans la chaîne d'approvisionnement :

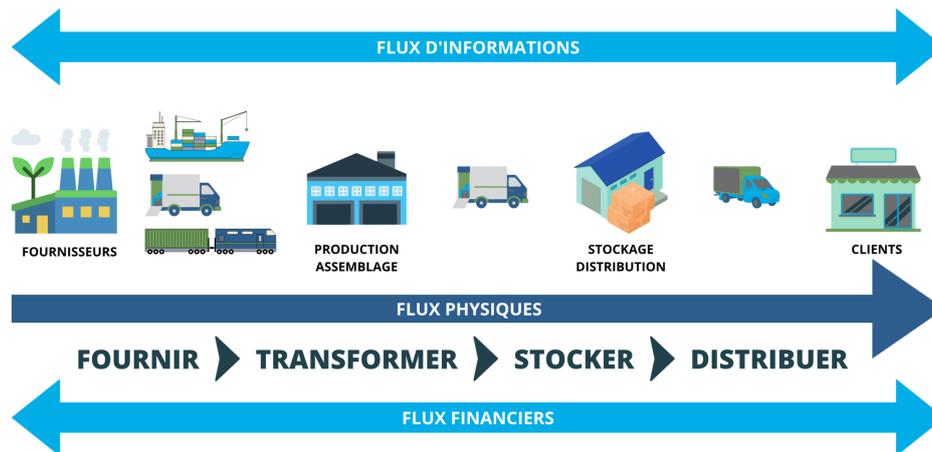


FIGURE 1.1 – La chaîne d’approvisionnement.

## 1.2.2 Le processus de gestion de la chaîne d’approvisionnement

Ce processus se déroule généralement entre le fournisseur et le client final. Malgré sa simplicité, cette opération est en réalité un processus extrêmement complexe qui joue un rôle essentiel dans l’exécution de tous les processus et décrit tous les aspects de la production, y compris les activités impliquées dans chaque étape, les informations communiquées, les ressources qui transforment les ressources naturelles en matériaux utiles, les ressources humaines et d’autres composants de produits ou services finis.

La gestion de la chaîne d’approvisionnement comporte cinq étapes essentielles qui sont cruciales pour assurer un flux efficace des produits ou services. Voici un aperçu des cinq étapes clés de la chaîne d’approvisionnement :

### planification

Cette étape consiste à déterminer au mieux, les besoins en termes de produits ou services. La planification permet aussi d’identifier les bons fournisseurs et partenaires. Il est également important de concevoir les processus de production, de stockage et de distribution, et d’organiser les entrepôts. Enfin, la planification nécessite de définir une stratégie et des objectifs précis, et de superviser les équipes concernées par ce processus logistique[3].

### Obtention des biens ou approvisionnement

Une fois les fournisseurs sélectionnés, les entreprises doivent conclure différents contrats (achats, vente) . Elles peuvent ensuite établir des normes pour définir les

délais de livraison et les paiements. Elles doivent également assurer une communication constante avec leurs fournisseurs et suivre de près les mouvements de stocks[3].

### **production**

Cette étape consiste à transformer les matières premières en produits finis destinés à la vente. A l'issue de cette phase, les produits doivent être prêts à être transportés, stockés et expédiés. Les objectifs sont multiples. En premier lieu, il s'agit de garantir une production de biens et services acceptables sur un marché. Ensuite, l'enjeu est de répondre à une demande des clients et/ou consommateurs. Pour cela, il est important de mettre en place un contrôle pour s'assurer du respect des procédures et des normes de qualité de produits[3].

### **Stockage**

Les produits issus des approvisionnements et les produits finis sont stockés dans les entrepôts. Un contrôle des flux d'entrées et de sorties de marchandises est mis en place afin d'éviter toute rupture de stock (ou à l'inverse un surplus). Lors de cette étape, le suivi de la traçabilité, la gestion des emplacements et des inventaires sont autant d'éléments à maîtriser[3].

### **livraison**

La livraison consiste à acheminer les produits finis vers les clients ou les points de vente. Cette étape implique les services du transport et de la distribution, et nécessite une coordination optimale. Aujourd'hui, les délais de livraison constituent un critère de satisfaction majeur chez les consommateurs. C'est pourquoi, les opérations relatives au transport de marchandises doivent être gérées de manière optimale afin de répondre à cette demande[3].

## **1.2.3 Les avantages de la gestion de la chaîne d'approvisionnement**

La gestion de la chaîne d'approvisionnement offre divers avantages pour les entreprises :

- **Amélioration de l'efficacité opérationnelle** en simplifiant le cheminement des produits et en augmentant l'efficacité [4].
- **Réduction des coûts** liée à la diminution des stocks nécessaires, des coûts d'entreposage et de sécurité [5].

- **Meilleure collaboration avec les fournisseurs** pour optimiser les coûts et maintenir des marges bénéficiaires [5].
- **Optimisation de l'expédition** en assurant un approvisionnement régulier et évitant les ruptures de stock [4].
- **Réduction des risques** grâce à une gestion efficace de bout en bout de la chaîne d'approvisionnement [4].
- **Augmentation des liquidités** en améliorant les relations avec les fournisseurs et en contrôlant strictement la qualité et les stocks [5].
- **Plus grande agilité** pour saisir de nouvelles opportunités commerciales et offrir de nouveaux produits et services [5].
- **Meilleure visibilité et analyse des données** pour une prise de décision éclairée et une meilleure compétitivité [5].

## 1.3 La gestion des stocks

### 1.3.1 Le rôle de la gestion des stocks

Le rôle de la gestion de stock est de planifier et mettre en œuvre une méthode pour maximiser la rentabilité de l'entreprise en gérant les stocks de marchandises. Cela comprend la détermination de quand et de combien de quantités acheter, en répondant aux demandes des clients en fonction des tendances du marché, des fournisseurs et des délais de livraison[6]. Le gestionnaire de stock est responsable de la chaîne de gestion des stocks, allant de la réception des produits à leur entrée en stock, leur sortie du stock et en terminant par leur comptabilisation. Il doit également connaître la quantité nécessaire des stocks au bon moment, éviter la rupture de stocks et gérer les stocks en fonction des services commerciaux et de la demande des clients[7]. Enfin, le gestionnaire de stock doit être en mesure de gérer les stocks en évitant les ruptures et les sur-stocks, tout en optimisant l'approvisionnement et la chaîne logistique de l'entreprise[7].

### 1.3.2 Objectif de la gestion des stocks

Les objectifs de la gestion de stock sont multiples. Parmi eux, on peut citer :

- **Éviter les ruptures de stock** : en connaissant la fréquence d'achat et la saisonnalité des produits, il est possible d'éviter les ruptures de stock et de perdre des ventes à cause de collections épuisées [8].
- **Réduire les coûts de fonctionnement** : en gérant les stocks de l'entrepôt, il est possible de détecter les points de fuite où l'on perd de l'argent, tels que

l'emplacement, un faible écoulement ou une forte demande, et d'optimiser la stratégie de vente pour éviter les frais pour excès de stock[8].

- **Maintenir un équilibre entre l'offre et la demande** : la gestion des stocks vise à maintenir un équilibre entre l'offre et la demande en ayant suffisamment de stocks pour répondre à la demande des clients, tout en minimisant les coûts de stockage et en maximisant l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement[9].
- **Minimiser les coûts de stockage** : une gestion efficace des stocks permet de minimiser les coûts de stockage en contrôlant efficacement les niveaux de stocks et en évitant les excès, ce qui peut avoir un impact significatif sur la rentabilité globale de l'entreprise[9].
- **Maximiser l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement** : une gestion efficace des stocks permet d'améliorer la réactivité de la chaîne d'approvisionnement en minimisant les délais d'attente des clients et en optimisant la chaîne d'approvisionnement[9].
- **Ajuster les niveaux de stock efficacement** : la gestion des stocks permet de calculer le stock en fonction des prévisions, afin d'éviter les problèmes de sous-stockage, de rupture de stock, de sur-stockage et de surcoûts liés à l'entreposage[10].
- **Offrir un service de qualité** : en gérant les stocks, il est possible de localiser une référence, l'emballer, l'expédier et la livrer en parfait état tout en respectant des délais de livraison restreints, sans que la qualité des services fournis n'augmente les coûts de stockage[10].

### 1.3.3 les risques d'une mauvaise gestion de stocks

Une gestion efficace des stocks est essentielle pour une entreprise. En ne mettant pas en œuvre les meilleures pratiques, elle court le risque de perdre du temps et de l'argent. L'optimisation de l'entreprise peut être réalisée en utilisant un logiciel de gestion des stocks, voici les risques encourus par l'entreprise en cas d'une gestion des stocks inefficace :

#### **Surstockage**

Le surstockage est un des risques les plus courants liés à une mauvaise gestion de stocks. Il correspond à un stockage de références-produits dépassant largement la demande et peut s'expliquer par une mauvaise estimation des ventes ou encore une erreur de commande. Stocker les marchandises en trop quantité aura non seulement pour conséquence une réduction de l'espace disponible dans l'entrepôt, mais également d'importants surcoûts logistiques. En effet, l'entreprise subira un accrois-

sement des charges fixes et variables liées à l'entreposage des produits (locaux, machines, rangement, entretien, etc.) et à la manutention entraînant une diminution des bénéfices[11].

### **Rupture de stock**

À l'inverse du surstockage, la rupture de stock correspond à une demande supérieure aux produits ou matières premières disponibles dans l'entrepôt. L'entreprise se trouvant dans l'incapacité de satisfaire le client, ce dernier se tourne vers un concurrent pour effectuer son achat. La première conséquence majeure est bien sûr la perte des ventes. Mais au-delà du problème de la baisse de chiffre d'affaires à court terme, le client insatisfait peut perdre totalement confiance en la marque et s'adresser à un autre fournisseur pour ses futurs besoins. Sur le long terme, la réputation de la marque sera mise en péril, d'autant plus si les ruptures de stock sont fréquentes[11].

### **Stock dormant**

Le stock dormant désigne l'ensemble de marchandises dont la rotation est faible ou inexistante. Il résulte d'une faille dans la supply chain, de produits devenus obsolètes trop rapidement ou encore de retour client. Les aléas imprévisibles de la météo ou de la crise sanitaire provoquent également une accumulation de stocks dormants. L'entreprise n'a alors pas d'autre choix que de jeter les produits s'il s'agit de denrées périssables, de liquider les marchandises, parfois à prix coûtant, ou encore de les donner à des associations[11].

### **1.3.4 Limites des méthodes traditionnelles de gestion des stocks**

Les méthodes traditionnelles de gestion des stocks présentent toutes les caractéristiques suivantes :

- Les articles sont gérés indépendamment les uns des autres.
- On suppose implicitement que la consommation antérieure de chacun des articles se répétera dans le futur.
- En supposant que l'on ait effectivement besoin dans le futur de chaque article, on ne se préoccupe pas de la date à laquelle ce besoin sera effectif [12].

Il en résulte notamment, en cas d'arrêt de la vente d'un produit, une stabilisation du système dans un état où les stocks intermédiaires sont pleins et, inversement, en

cas d'augmentation brutale des ventes, une certaine inertie de réaction du système avec risque de ruptures[13].

Face à ces défis, le concept de Material Requirements Planning (MRP) a émergé comme une solution stratégique. En examinant de plus près ce système, nous pouvons comprendre comment le MRP surmonter ces limites pour offrir une gestion plus efficace des stocks et une planification optimisée de la production. Plongeons maintenant dans la section détaillée sur le MRP.

## 1.4 La solution MRP

### 1.4.1 C'est quoi le MRP

Le material requirement planning (MRP), ou planification des besoins en composants en français, est une méthode de gestion de la production et des stocks. Elle prévoit le calendrier d'utilisation des produits du stock à partir de données techniques et commerciales. Le principe du MRP consiste en déterminer de manière automatisée, pour chaque produit fini, à partir du besoin brut, le besoin net (besoin brut - stock) en tenant comptes des ordres prévisionnels et des ordres lancés ou fermes. Les logiciels MRP utilisent des données de production en input telles que les factures d'achat de matières premières et composants, les livres d'inventaires et le calendrier de production. L'objectif étant de synchroniser période par période (semaine, jour, etc. . .) le flux de matériaux avec l'inventaire en cours dans le calendrier de production. Grace à une nomenclature standard, on peut remonter au nombre de composants nécessaires pour répondre à la prévision des ventes des produits finis. Ainsi, le MRP permet de déterminer quel composant est nécessaire, à quel moment et en quelle quantité[14].

### 1.4.2 Bref histoire sur l'évolution de MRP

Le développement des systèmes de planification des ressources, connus sous les acronymes MRP (Material Requirements Planning) et MRP II, ainsi que l'émergence des systèmes ERP (Enterprise Resource Planning), représente une évolution significative dans la gestion des opérations manufacturières et organisationnelles.

La Figure 1.2 [15] illustre l'évolution des logiciels de gestion de stock basiques vers l'ERP :

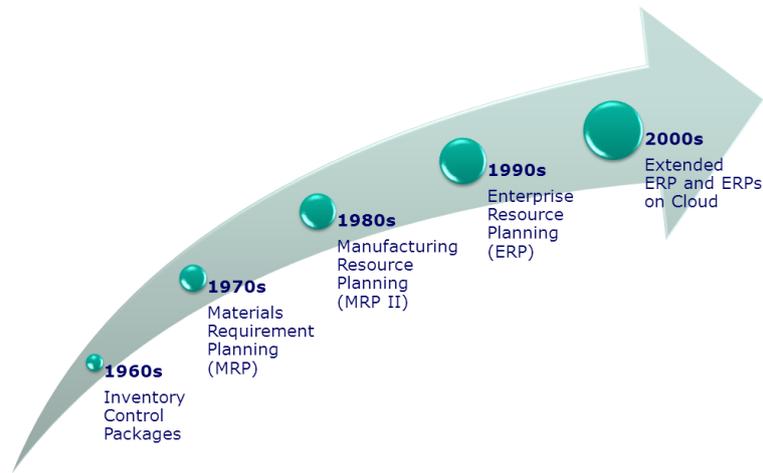


FIGURE 1.2 – L'évolution de l'ERP.

Dans les années 1960, les premiers signes de la nécessité d'une gestion plus efficace des stocks ont conduit au développement des systèmes MRP, permettant aux fabricants de surveiller et de contrôler leurs stocks de manière plus précise. Ces systèmes ont évolué au fil des décennies pour devenir des MRP II dans les années 1980, intégrant des fonctionnalités étendues pour la gestion globale des ressources de fabrication.

Les années 1990 ont marqué l'avènement des véritables ERP, des systèmes qui ont étendu la gestion au-delà de la production pour inclure des départements tels que la comptabilité, les finances et les ventes. Les ERP d'aujourd'hui sont des solutions intégrées complètes qui connectent tous les aspects d'une entreprise au sein d'une base de données unique et partagée, favorisant une communication transparente entre les différents départements.

Les fonctionnalités des ERP modernes vont au-delà de la gestion traditionnelle de la production, incluant des capacités avancées telles que la gestion de la chaîne logistique, la comptabilité, les finances, le reporting stratégique, l'automatisation de la force de vente, le marketing, la gestion de la relation client et la gestion de projet. Ces systèmes visent à optimiser les performances globales d'une entreprise en améliorant la productivité et en facilitant la planification des ressources[16].

### 1.4.3 MRP II

Le MRP II (Manufacturing Ressources Planning) est une adaptation du MRP qui prend en compte les ressources humaines et les besoins en matériel. Cette évolution de l'outil nécessite la prise en compte des "gammes de fabrication".

Le principal avantage du MRP II est sa capacité à réaliser une planification à capacité infinie, à préparer l'ordonnancement à capacité finie des ressources tels que : les machines et la main d'œuvre.

Le MRP II est également en mesure de réaliser de calculs de coûts et un suivi précis de la production [14].

## 1.5 Planification industrielle

La planification industrielle constitue un pilier essentiel dans la gestion efficace des opérations de production. Elle implique une série d'étapes importantes visant à anticiper, organiser et coordonner les différentes facettes du processus de fabrication.

La Figure 1.3 [17] illustre les étapes de la planification industrielle :

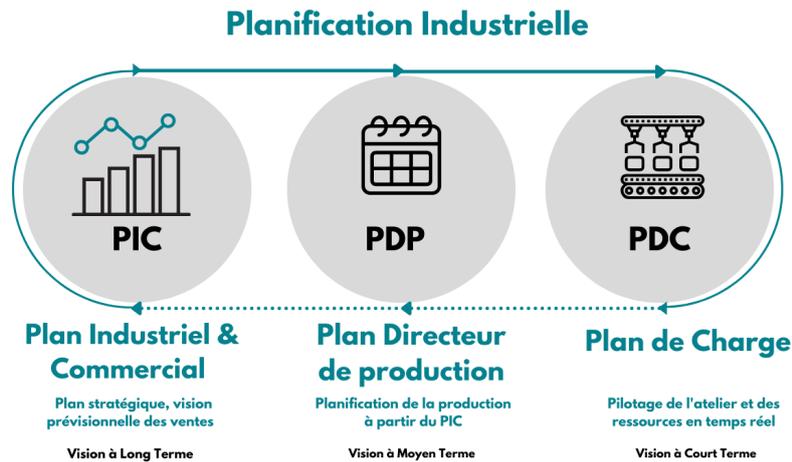


FIGURE 1.3 – Planification Industrielle.

### 1.5.1 Le plan Industriel et Commercial (PIC)

Le Plan Industriel et Commercial (PIC), également connu sous le nom de Sales & Operations Planning (S&OP), constitue le niveau stratégique de la planification dans une entreprise. Il aligne les objectifs commerciaux, marketing et opérationnels en planifiant les moyens de production nécessaires pour atteindre les objectifs à moyen et long terme, en se basant sur des données commerciales telles que les prévisions de ventes, le portefeuille des commandes et les quantités à produire.

Le PIC joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de la Supply Chain en offrant plusieurs avantages :

Pilotage Stratégique : Il permet aux dirigeants de prendre des décisions éclairées

à un niveau stratégique.

Vision Collaborative : Fournit une vision claire des objectifs à l'ensemble des services de l'entreprise, favorisant la collaboration.

Socle du Processus : Enclenché les différents niveaux de planification dans l'entreprise.

Le fonctionnement du PIC repose sur l'établissement d'un plan réalisable et collaboratif. Les informations essentielles proviennent de différents services de l'entreprise, tels que le commerce (prévision des ventes), le marketing (prévision des nouveaux produits), la production (capacité des machines), les ressources humaines (gestion du personnel), les achats (achats à risque et gestion des approvisionnements), et la comptabilité (contrôle des investissements et des finances).

Il offre une vision de la planification, notamment :

- Volumes à fabriquer par famille de produits.
- Ressources humaines et horaires prévisionnels.
- Investissements nécessaires (machines, prestations, etc.).
- Approvisionnements en matières premières et composants.

Le processus PIC permet d'arbitrer de manière stratégique l'équilibre entre la charge de travail et la capacité de production tout en respectant les objectifs financiers à long terme. Les données générées par le PIC sont ensuite intégrées dans les différents plans d'action de l'entreprise, tels que le plan d'approvisionnement, le plan d'investissement et le plan directeur de production.[17]

### 1.5.2 Le programme directeur de production (PDP)

Le Plan Directeur de Production (PDP), également connu sous le nom de Master Production Scheduling (MPS) en anglais, constitue la deuxième étape de la planification industrielle. Il joue un rôle en affinant les données du Plan Industriel et Commercial (PIC) pour déterminer les ressources nécessaires à la réalisation des produits. À moyen et court terme, le PDP intègre des paramètres tels que la capacité de production, le plan d'approvisionnement, les contraintes de main-d'œuvre et de stocks.

Le PDP permet d'apporter une précision accrue dans les variables de production en définissant les priorités, comme les produits à produire, leur fréquence et les quan-

tités à prévoir. Sa mise à jour est généralement effectuée de manière hebdomadaire, contribuant ainsi à équilibrer les stocks et les charges tout en surveillant les ventes réelles par rapport aux prévisions du PIC. Les données du PDP alimentent le Calcul des Besoins Nets (CBN).

Fonctionnant comme un intermédiaire entre le PIC et le calcul des besoins, le PDP est un indicateur clé pour la production. Il détermine les besoins en produits finis réels, permettant ainsi le calcul des besoins en matières premières et composants dans le CBN.

Le PDP influence la gestion des stocks en prenant en compte le stock réel et en calculant le stock de sécurité nécessaire dans l'atelier. Il intègre les objectifs des services tout en évaluant le niveau de stock, considérant des contraintes telles que les délais de livraison fournisseur. De plus, le PDP analyse les risques financiers associés au coût de stockage, au coût d'approvisionnement et à la capacité de livraison. Les données du Plan de production sont réputées plus rationnelles et fiables que celles issues du PIC, car elles reposent sur des commandes fermes plutôt que sur des prévisions.[17]

### 1.5.3 Le Plan de Charge (PDC)

Le Plan de Charge (PDC) constitue la troisième étape dans la gestion de production. Il vise à aligner les capacités de production avec la charge de travail, assurant ainsi une répartition optimale des ressources et compétences en fonction des besoins et des jalons du projet. Généralement sous la responsabilité du chef de projet, l'élaboration ou la réorganisation du PDC est essentielle pour garantir une analyse précise de la réalité du projet.

Le PDC permet de piloter efficacement les ateliers en établissant un planning détaillé des quantités à fabriquer, des dates de lancement et en assurant la gestion des livraisons. En tant qu'outil de pilotage, il prend en compte diverses ressources telles que les ressources humaines (salariés, prestataires, partenaires), les ressources matérielles (outils, machines, fabrication si nécessaire) et les ressources temporelles (dates et délais importants du projet).

En optimisant l'affectation des ressources, le PDC facilite la planification, offrant une vision synthétique des temps passés et de leurs prévisions. Cette approche permet de minimiser les erreurs, d'éviter les retards inattendus et de favoriser une progression rapide du projet. En résumé, le Plan de Charge est un instrument essentiel pour assurer la cohérence entre la capacité de production et les exigences du

projet, contribuant ainsi à son succès et à sa réalisation efficiente.[17]

## 1.6 Qu'est ce qu'un ERP

Un système ERP (Enterprise resource planning) est un type de logiciel que les entreprises utilisent pour gérer leurs activités quotidiennes telles que la comptabilité, les achats, la gestion de projets, la gestion des risques et la conformité, ainsi que les opérations de supply chain. Une suite ERP complète comprend également un logiciel de gestion de la performance (EPM) qui aide à planifier, budgétiser, prévoir et générer un rapport sur les résultats financiers d'une entreprise.

Les systèmes ERP relient une multitude de processus métier et activent le flux de données entre eux. En collectant les données transactionnelles partagées d'une entreprise à partir de plusieurs sources, les systèmes ERP rendent la duplication des données inutile et assurent l'intégrité des données avec une "source unique d'informations fiables".

Aujourd'hui, les systèmes ERP sont essentiels pour la gestion de milliers d'entreprises de toutes les tailles et de tous les secteurs. Pour ces entreprises, l'ERP constitue un élément aussi indispensable que l'électricité[18].

La Figure 1.4 [19] illustre les différentes activités que l'ERP peut gérer :



FIGURE 1.4 – les activités gérées par les ERP.

## 1.7 Logiciels de Gestion Intégrant des Systèmes PDP

Les systèmes de planification de la production (PDP) intégrés aux logiciels de gestion, comme les ERP, jouent un rôle important dans l'optimisation des opérations des entreprises manufacturières. Ils permettent une gestion efficace des ressources matérielles et humaines en offrant une visibilité en temps réel sur les niveaux de stock, les capacités de production et les calendriers de maintenance. Ces systèmes améliorent également la précision des prévisions en utilisant des données historiques.

De plus, les PDP reliés aux logiciels de gestion offrent une grande flexibilité et réactivité, permettant aux entreprises de s'adapter rapidement aux changements de la demande et aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement. Ils favorisent également une meilleure coordination inter-départementale, améliorant ainsi la communication et la collaboration entre les différents services de l'entreprise.

Voici quelque exemple de logiciels de gestion intégrant un PDP :

### 1.7.1 Sage X3

L'ERP Sage X3 est une solution de gestion d'entreprise complète et flexible qui permet de contrôler tous les aspects de l'entreprise, incluant la gestion financière, la chaîne logistique, la production, et la collaboration.

La figure suivante [20] illustre le PDP de l'ERP Sage X3 :

The screenshot displays two tables from the Sage X3 PDP interface. The top table, titled 'Prévisions', shows a forecast from January 2022 to November 2022. The bottom table, titled 'Charges', shows charges for two alternative scenarios (PIC\_001 and PIC\_002) from January 2022 to December 2022.

Prévisions											
	01/2022	02/2022	03/2022	04/2022	05/2022	06/2022	07/2022	08/2022	09/2022	10/2022	11/2022
1 Besoins	1468	1544	2424	2575	2424	2172	2190	2272	2426	2576	2424
2 Ressources	1300	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Ressources PDP	1500	500	850	0	0	42600	0	0	0	0	0
4 Ressources planifiées	1200	2500	850	3000	42600	0	0	0	0	0	0
5 Stock	1032	2488	914	1328	1088	39343	37153	34881	32455	29879	27455

Charges												
	01/2022	02/2022	03/2022	04/2022	05/2022	06/2022	07/2022	08/2022	09/2022	10/2022	11/2022	12/2022
1 Alternative principale												
2 PIC_001												
3 Capacité	248,00	296,00	368,00	336,00	352,00	352,00	336,00	368,00	352,00	336,00	352,00	352,00
4 Charge	121,00	201,00	69,00	241,00	0,00	3409,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5 Adéquation (%)	48,79	67,90	18,75	71,72	0,00	968,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Adéquation famille (%)	48,79	67,90	18,75	71,72	0,00	968,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 PIC_002												
8 Capacité	336,00	320,00	368,00	336,00	352,00	352,00	336,00	368,00	352,00	336,00	352,00	352,00
9 Charge	47,00	77,00	27,50	92,00	0,00	1280,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 Adéquation (%)	13,98	24,06	7,47	27,38	0,00	363,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 Adéquation famille (%)	13,98	24,06	7,47	27,38	0,00	363,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 Alternative(s) secondaires(s)												

FIGURE 1.5 – PDP de L'ERP sage X3.

## 1.7.2 MRPeasy

MRPeasy est un logiciel de gestion de production sur le cloud conçu pour les petits fabricants et distributeurs.

La figure suivante [21] illustre le PDP du logiciel de gestion de production MRPeasy :

	Current	09/17/2023	09/24/2023	10/01/2023	10/08/2023
<b>A00004 Wooden table</b>					
Starting inventory	30	50	10	10	10
- Demand (max of)	60	60	65	70	75
Sales forecast					
Firm orders	60	30	0	0	0
+ Supply (max of)	80	20	65	70	0
Production plan					
Scheduled already	80	20	0	0	0
= Ending inventory	50	10	10	10	-65
<b>A00005 Lawn chair</b>					
Starting inventory	90	20	5	45	45
- Demand (max of)	240	240	260	280	300
Sales forecast					
Firm orders	240	120	0	0	0
+ Supply (max of)	170	225	300	280	0
Production plan					
Scheduled already	170	225	0	0	0
= Ending inventory	20	5	45	45	-255

FIGURE 1.6 – PDP du logiciel MRPeasy.

## 1.8 L'ERP Odoo

Cette section est consacrée à l'ERP Odoo.

### 1.8.1 Définition Odoo

Odoo est un système de gestion intégré (ERP) open source développé par Odoo S.A. (anciennement OpenERP S.A.) et basé en Belgique. Odoo est un ensemble de modules d'entreprise qui couvre une variété de domaines d'activité, y compris la gestion des clients, la gestion des stocks, la gestion des achats, la gestion des ventes, la gestion des ressources humaines, la gestion financière, la gestion de la relation client, etc. Odoo est disponible sous deux éditions : Community Edition : Cette édition est gratuite et basée sur le modèle open source GNU Lesser General Public License v3 (LGPLv3). Enterprise Edition : Cette édition est propriétaire et offre des fonctionnalités supplémentaires et des services professionnels. Odoo est conçu pour être facile à utiliser et à personnaliser, et il est disponible en plusieurs langues. Il est également disponible sous différentes formes d'hébergement, y compris en tant qu'application logicielle autonome (SaaS), en tant qu'hébergement sur-mesure

ou en tant qu'hébergement par le client. Odoo est utilisé par plus de 5 millions d'utilisateurs et est disponible dans plus de 120 pays[22].

La figure 1.5 [23] illustre quelque module de L'ERP Odoo :



FIGURE 1.7 – Fonctionnalités d'Odoo.

### 1.8.2 Architecture fonctionnelle et technique d'Odoo

L'architecture fonctionnelle et technique d'Odoo est composée de trois parties :

- Partie de présentation : Cette couche utilise HTML5, JavaScript et CSS pour afficher les interfaces utilisateur.
- Partie de logique : Cette couche est exclusivement écrite en Python et contient la logique métier d'Odoo.
- Partie de stockage de données : Cette couche utilise uniquement PostgreSQL comme système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) et utilise une couche ORM (Object Relational Mapping) pour la persistance des objets métier et la gestion des données.

Odoo est basé sur le modèle de conception MVC (Modèle Vue Contrôler) qui sépare les composants en modèles, vues et contrôleurs. Les modules d'Odoo sont des collections de fonctions et de données qui ciblent un seul but. Ils peuvent ajouter de la logique métier à un système Odoo existant ou l'étendre en ajoutant de nouvelles fonctionnalités.

Chaque module d'Odoo est constitué de plusieurs éléments, tels que des objets métier (Python), des fichiers de vue (XML ou CSV), des fichiers de configuration, des fichiers de données et des fichiers de test<sup>3</sup>. Les modules d'Odoo sont organisés dans des répertoires et sont déclarés par un fichier `__manifest__.py`.

### 1.8.3 Structure d'un module Odoo

Une structure d'un module Odoo se compose de répertoires et de fichiers avec une convention bien définie. Comme l'illustre la Figure 1.6 [24], voici les principaux éléments d'un module Odoo :

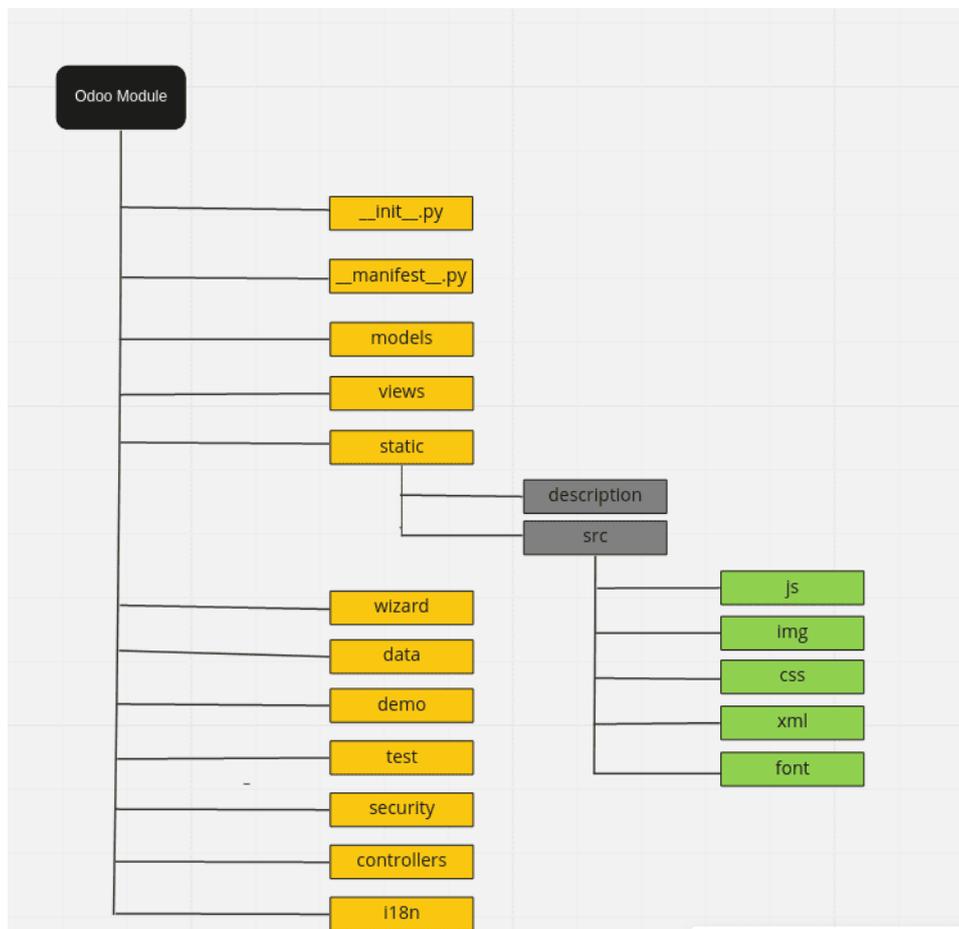


FIGURE 1.8 – Structure d'Odoo.

- `__init__.py` : Fichier de base pour charger le module.
- `__manifest__.py` : Fichier de manifestation contenant des informations sur le module (nom, description, version, auteur, etc.).
- `models` : Répertoire contenant les modèles (classes Python qui représentent les objets métier).
- `views` : Répertoire contenant les vues (XML décrivant les formulaires, listes, menus, etc.).

- `security` : Répertoire contenant les fichiers de contrôle d'accès et les règles.
- `static` : Répertoire contenant les fichiers web (images, CSS, JavaScript, etc.).
- `process` : Répertoire contenant les workflows décrits dans des fichiers XML.
- `report` : Répertoire contenant les fichiers pour les rapports décrits dans des fichiers `.sxw`.
- `i18n` : Répertoire contenant les fichiers de traduction du module (fichiers `.po`).

## 1.9 ISATIS

ISATIS est un fournisseur de services et de solutions web pour Entreprises, créée en 2001, elle offre une large gamme d'expertise qui vise à aider ses clients à modifier et réinventer leurs affaires, pour les rendre plus efficaces et réactives dans un contexte fortement concurrentiel et un marché en perpétuelle mutation. <https://isatis-dz.com/mettez-de-lordre-dans-vos-operations/>



FIGURE 1.9 – Structure d'Odoo.

## 1.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons souligné l'importance de la planification tout au long de la chaîne d'approvisionnement et les différents paramètres à prendre en compte pour assurer une bonne planification. Nous avons également présenté l'importance de la solution MRP dans notre projet. Pour répondre à nos besoins, nous avons choisi ERP Odoo 15, un logiciel open source, complet et adapté.

Chapitre **2**

Conception

## 2.1 Introduction

La phase de conception est essentielle pour transformer les idées théoriques en solutions concrètes. Dans ce chapitre, nous aborderons les éléments clés de la conception de notre application, en commençant par l'élaboration du cahier des charges. Par la suite, nous examinerons notre choix de la méthodologie de conception, l'identification des acteurs et des cas d'utilisation, ainsi que la planification des sprints. Nous établirons également des diagrammes de séquence pour décrire les interactions entre les différents composants du système à développer. En dernier, nous concevrons le diagramme de classes et le modèle relationnel pour assurer une architecture robuste et bien structurée, alignée sur les pratiques et les standards d'Odo.

## 2.2 Cahier de charge

Dans cette partie, nous présenterons le cahier des charges en décrivant le contexte et les objectifs principaux de notre module.

### 2.2.1 Contexte

L'optimal pour une entreprise est de produire exactement le produit que le client achète, mais, à moins que la commande d'un client ne soit reçue, et que la livraison et la fabrication ne commencent immédiatement, cela relève du domaine des probabilités. Il est nécessaire d'anticiper au minimum les futures commandes des clients. Par conséquent, les entreprises doivent s'appuyer sur un système de planification fiable.

Notre projet consiste à réaliser un module plan directeur de production qui va planifier la production. Il va permettre d'anticiper les variations des stocks, prévoir la production et les besoins en approvisionnement.

Pour planifier la production d'un produit à un moment donné, il faut :

- Faire une estimation des ventes potentielles du produit (prévisions de la demande) en se basant sur des données historiques, les tendances du marché et les commandes établies.
- Vérifier si les niveaux de matières premières et de composants sont suffisants pour la fabrication. Dans le cas contraire, il faut passer des commandes (en établissant des bons de commande) ou lancer la fabrication des composants (en établissant des ordres de fabrication) si l'entreprise les produit elle-même.

- Établir un stock de sécurité, la quantité de produits stockés en réserve au-delà des besoins immédiats de production ou de vente. pour objectif de contourner les imprévus de la demande ou les retards dans les livraisons des fournisseurs.
- Prendre en considération les jours de pause, tels que les weekends et les jours fériés.
- Disposer des capacités de production et des temps requis à la fabrication du produit.

Dans notre projet, nous nous appuyerons sur l'ERP Odoo pour répondre efficacement à nos besoins en matière de planification. Odoo, avec sa gamme de modules fonctionnels prêts à l'emploi, offre une solution complète pour la gestion des opérations commerciales, de la relation client, des achats, de la fabrication et de l'inventaire. Ces modules constituent les fondations sur lesquelles reposera notre processus de planification :

\* **Module Ventes**

- **Gestion des devis et commandes** : Création, envoi et suivi des devis, conversion des devis en commandes.
- **Facturation automatisée** : Génération automatique des factures à partir des commandes validées.
- **Gestion des abonnements** : Suivi des abonnements et facturation récurrente.
- **CRM (Customer Relationship Management) intégré** : Suivi des opportunités et pipeline de vente.

\* **Module Achats**

- **Gestion des demandes d'achat** : Création et suivi des demandes d'achat.
- **Automatisation des commandes d'achat** : Génération automatique des commandes en fonction des besoins d'inventaire.
- **Suivi des fournisseurs** : Évaluation et gestion des relations avec les fournisseurs.
- **Contrôle des réceptions** : Suivi des réceptions de produits et gestion des retours.
- **Intégration avec l'inventaire** : Mise à jour automatique des niveaux de stock.

\* **Module Fabrication**

- **Gestion des ordres de fabrication** : Création, planification et suivi des ordres de fabrication.

- **Gestion des nomenclatures** : Définition et gestion des listes de composants nécessaires pour la fabrication.
- **Suivi des opérations de production** : Suivi des différentes étapes de la production.
- **Maintenance des équipements** : Planification et suivi des maintenances préventives et correctives.
- **Intégration avec l'inventaire** : Suivi des consommations de matières premières et des produits finis.

\* **Module Inventaire**

- **Gestion des emplacements de stockage** : Organisation et gestion des emplacements et des entrepôts.
- **Suivi des mouvements de stock** : Suivi des entrées, sorties et mouvements internes de stock.
- **Inventaire physique** : Réalisation d'inventaires physiques et ajustements automatiques.
- **Analyse des stocks** : Rapports et analyses pour optimiser les niveaux de stock.
- **Traçabilité des produits** : Gestion des numéros de lot et de série.

La figure 2.1 représente les relations entre le module PDP et les autres modules de l'ERP Odoo :

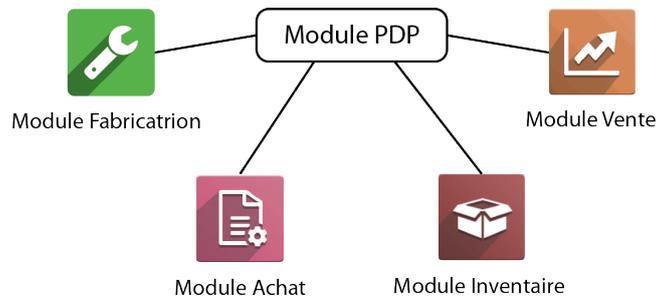


FIGURE 2.1 – Relation de module PDP.

Une fois que la planification aura été effectuée, l'entreprise aura une vision globale de sa chaîne d'approvisionnement et pourra satisfaire les demandes clients en respectant les délais de livraison.

### 2.2.2 Objectifs

L'objectif de notre projet consiste à concevoir un module qui permet d'optimiser la gestion de la chaîne d'approvisionnement d'une manière à prendre en compte les

contraintes et les imprévus propres à l'entreprise . Cet objectif implique d'autres objectifs :

- **Contrôle des stocks** : Permettre de maintenir le niveau d'inventaire optimal en utilisant efficacement les ressources disponibles et en minimisant les coûts globaux. Cela garantit une disponibilité constante des produits en cas de besoin.
- **Respecter les délais de livraison** : Permettre de tenir les promesses de livraison aux clients en livrant dans les délais, ce qui contribue à maintenir la satisfaction et la fidélité des clients.
- **Planifier la production** : Anticiper et déterminer les quantités à produire, en les ajustant en fonction des besoins et des exigences spécifiques, afin d'optimiser les opérations de fabrication et de répondre de manière adéquate à la demande du marché.
- **Planifier le réapprovisionnement** : Anticiper les besoins en matières premières, en composants ou en produits semi-finis, afin de garantir un flux continu de fournitures et d'éviter les ruptures de stock, tout en assurant la disponibilité des ressources nécessaires à la production.
- **Stabiliser la production** : Faire en sorte que tous les membres de l'entreprise soient conscients de ce qui doit être produit afin qu'il n'y ait pas de surprises ni de nécessité de modifications rapides du calendrier.
- **Éviter le gaspillage** : Minimiser la perte de ressources, qu'elles soient matérielles, financières ou temporelles tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

### 2.2.3 Besoins fonctionnels

Les fonctionnalités que le module doit être capable de faire :

- Calculer et afficher l'ensemble de ces informations sous forme de matrice pour chaque produit à chaque période :
  - Quantité disponible dans l'inventaire au début de la période.
  - Prévion de la demande (demande estimée).
  - Demande réelle (demande confirmée).
  - Prévion de la demande indirecte.
  - Réapprovisionnement réel en fonction des bons de commande et des opérations de fabrication.

- Estimation des quantités à réapprovisionner en indiquant l'état du stock.
  - Estimation des quantités produites en stock à la fin de la période.
  - Estimation des quantités promises comme disponibles à la vente.
- Intégrer les produits ainsi que leur nomenclature dans la matrice en spécifiant les niveaux minimum et maximum à réapprovisionner, ainsi que le stock de sécurité.
- Configurer le calendrier directeur de production en fonction des périodes de planification (mensuel/hebdomadaire/quotidien).
- Suggérer des réapprovisionnements.
- Indiquer l'état du stock après l'estimation de réapprovisionnement en couleur :
- Vert : Indique qu'il est possible de garantir la quantité à réapprovisionner pour atteindre le stock de sécurité prévu, en prenant en considération la demande prévue et la prévision de la demande indirecte.
  - Gris : La commande de réapprovisionnement a déjà été générée et sa quantité correspond à la quantité nécessaire.
  - Rouge : La commande de réapprovisionnement a déjà été générée et sa quantité est plus élevée par rapport à la quantité nécessaire.
  - Orange : La commande de réapprovisionnement a déjà été générée et sa quantité est insuffisante par rapport à la quantité nécessaire.

#### 2.2.4 Besoins non fonctionnels

Le module doit répondre aux exigences techniques suivantes :

- Fiabilité : Les informations fournies par le module doivent être fiables.
- Évolutivité : Le module doit être conçu de manière à pouvoir évoluer et s'adapter aux besoins.
- Convivialité : L'interface du module doit être simple et intuitive, facilitant la compréhension des données affichées.
- Sécurité : Les données traitées par le module doivent être sécurisées contre les accès non autorisés.

#### 2.2.5 Délais de réalisation

Délai de mise en test souhaité : finalisation des tâches prioritaires avant le 03/07/2024.

Délai de mise en production. souhaité : non défini.

## 2.3 Pilotage du projet avec scrum

### 2.3.1 Affectation des rôles

Dans notre projet, les divers rôles sont attribués conformément à la Table 2.1. Cependant, en tant que développeurs, notre implication ne se limite pas à la conception ou au développement ; nous assumons également d'autres responsabilités telles que la participation active aux réunions de planification des sprints, la contribution aux revues de sprint pour présenter nos avancées au client, et l'engagement dans les réunions de rétrospective pour évaluer et améliorer nos processus de développement.

Rôle	Description
Product Owner	ISATIS, le Scrum Master de ce projet, s'assure que l'équipe suit les principes et facilite l'interaction pour maximiser la productivité de l'équipe.
Scrum Master	Dans le contexte de notre projet, le Product Owner est l'encadrante Mme KHALED Hayette. Elle est responsable de définir les fonctionnalités de l'application.
Équipe de développement	TAIRI Mayess et BELKHELFA Mehdi forment l'équipe de développement. Chaque membre participe activement à la réalisation des tâches et fonctionnalités du produit.

TABLE 2.1 – Répartition des rôles dans notre projet.

### 2.3.2 User-Stories

Nous présentons sur la Table 2.2 les user stories qui sont utilisées pour capturer les besoins et les exigences des utilisateurs finaux du produit et les décomposer en tâches concrètes et réalisables pour l'équipe de développement.

<b>En tant que Directeur supply chain</b> , je veux pouvoir spécifier le type de période (mensuelle, hebdomadaire, quotidienne) ainsi que le nombre de périodes de planification dans le PDP
<b>En tant que Directeur supply chain</b> , je veux ajouter des produits avec leur nomenclature existant au PDP
<b>En tant que Directeur supply chain</b> , je veux filtrer les informations dans le PDP et pouvoir ajuster les prévision calculer
<b>En tant que Directeur supply chain</b> , je souhaite recevoir des alertes concernant l'état des stocks par rapport aux prévisions et que le pdp me propose des réapprovisionnement (achat ou fabrication)"

TABLE 2.2 – User Stories.

### 2.3.3 Identification des acteurs

Un acteur représente un rôle joué par une entité externe (utilisateur humain, dispositif matériel ou autre système) qui interagit directement avec le système étudié.

Dans cette Table 2.3 représente les acteurs et les rôles de notre système :

Acteur	Rôles
Directeur supply chain	son role c'est de déterminer la période de planification, d'intégrer les produits à planifier, d'ajuster les prévisions et de déclencher les ordres de réapprovisionnement.

TABLE 2.3 – Les acteurs impliqués dans notre module.

### 2.3.4 Diagramme de contexte

Notre diagramme de contexte offre une vision d'ensemble des échanges d'informations entre notre système, le module de plan directeur de production, et les différents acteurs et autre systèmes :

- **Le directeur supply chain** : Il est l'utilisateur principal de notre module.
- **Les systèmes externes** : Ce sont les modules inventaire, module vente, module achat et de module fabrication.

La figure 2.2 présente notre diagramme contexte :

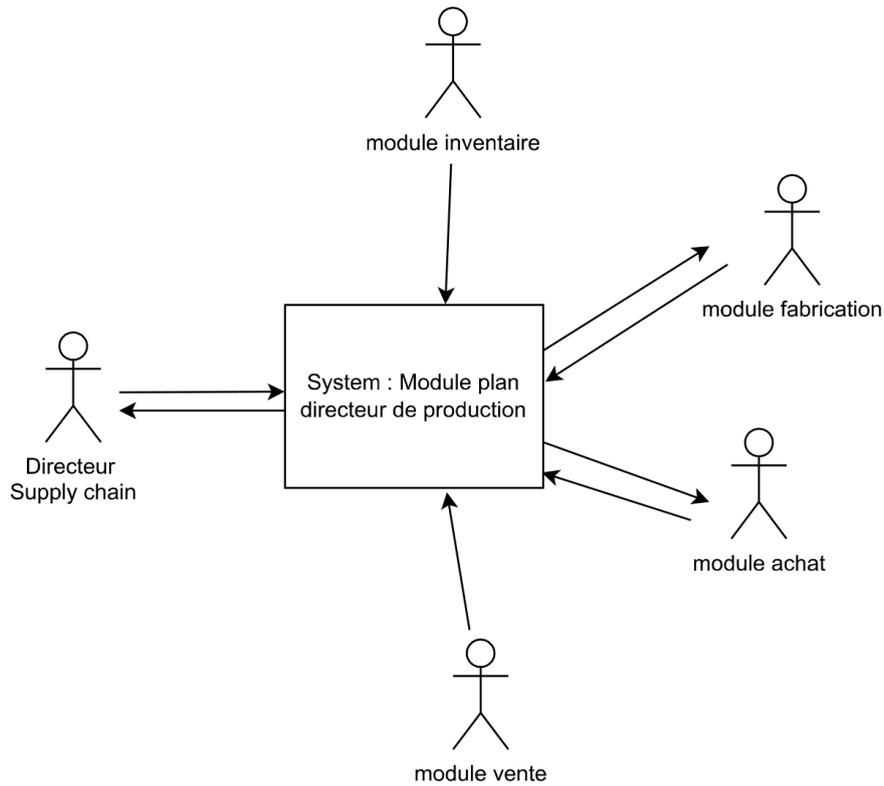


FIGURE 2.2 – Diagramme de contexte.

### 2.3.5 Diagramme de cas d'utilisation global

Nous avons établi un diagramme de cas d'utilisation global qui représente l'ensemble des fonctionnalités de notre système.

La figure 2.3 présente notre diagramme de cas d'utilisation global :

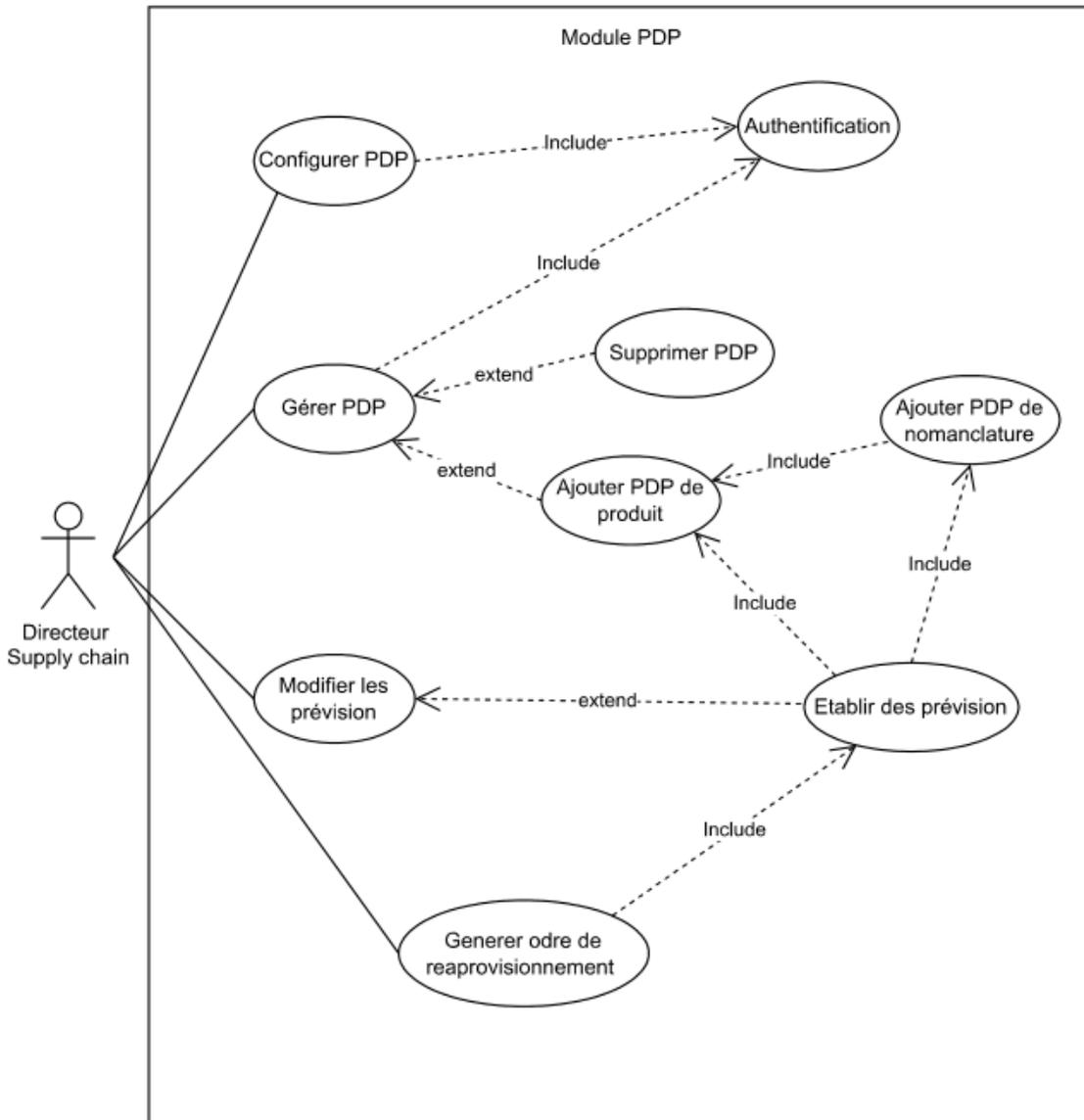


FIGURE 2.3 – Diagramme de cas d'utilisation global.

### 2.3.6 Description textuelle des cas d'utilisation

Cette section présente de manière détaillée chaque cas d'utilisation.

#### Configurer PDP

La Table 2.4 présente la description textuelle de cas d'utilisation "Configurer PDP"

Cas d'utilisation	Configurer PDP
Acteur	Directeur supply chain
Pré-condition	Authentification
Scénario nominal	<p>Le directeur supply chain ouvre le module pour configurer les PDP.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Il sélectionne la configuration PDP. Une interface s'affiche, permettant au directeur supply chain de modifier les valeurs par défaut de la configuration du PDP avant l'ajout du produit.</li> <li>2. L'interface offre la possibilité de sélectionner le nombre de colonnes adéquat en fonction des exigences de l'entreprise.</li> <li>3. L'interface propose des options pour le type de période : Mensuel, Hebdomadaire, Quotidien.</li> <li>4. Après avoir effectué les choix, il faut confirmer la configuration.</li> </ol>

TABLE 2.4 – Configurer PDP.

**Gérer produit dans PDP**

La Table 2.5 présente la description textuelle de cas d'utilisation "Gérer produit dans PDP".

Cas d'utilisation	Gérer produit dans PDP
Acteur	Directeur supply chain
Pré-condition	Authentification, Définir période PDP
Scénario nominal	<p>Le directeur supply chain accède au module après la configuration :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sélectionner l'option 'Ajouter'.</li> <li>2. Le système affiche un formulaire.</li> <li>3. Le champ produit est pour sélectionner un produit existant dans le module Inventaire.</li> <li>4. Après avoir choisi le produit, le champ nomenclature collecte toutes les nomenclatures associées à ce produit (liées avec le module Fabrication).</li> <li>5. Ensuite, il est possible de spécifier le stock de sécurité ainsi que les valeurs maximales et minimales à réapprovisionner.</li> <li>6. Après avoir rempli tous les champs, il faut confirmer l'ajout.</li> <li>7. Le système va générer et afficher plusieurs PDP : un pour le produit ajouté et d'autres pour la liste des produits qui constituent la nomenclature, avec un ensemble de données liées au produit (demande Y-1, demande Y-2, inventaire de début de période, demande indirecte pour les produits de nomenclature, demande actuelle) pour chaque période.</li> <li>8. Le système va aussi calculer et afficher l'inventaire prévu, la demande prévue, et la quantité à provisionner pour chaque période.</li> </ol>

TABLE 2.5 – Description gérer produit dans PDP.

### Modifier les prévision

La Table 2.6 présente la description textuelle de cas d'utilisation "Modifier les prévision" .

Cas d'utilisation	Modifier les prévision
Acteur	Directeur supply chain
Pré-condition	Ajouter PDP
Scénario nominal	<p>Le directeur supply chain accède au module après la configuration :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Une fois les produits ajoutés et les calculs de prévision effectués, le responsable de la chaîne d'approvisionnement a la possibilité d'ajuster les valeurs calculées par le système.</li> <li>2. Les prévisions pour les périodes à venir seront recalculées par le système.</li> <li>3. Un avertissement sera affiché par le système si les valeurs modifiées ne peuvent pas être atteintes.</li> </ol>

TABLE 2.6 – Description modifier les prévision.

### Générer ordre de réapprovisionnement

La Table 2.7 présente la description textuelle de cas d'utilisation "Générer ordre de réapprovisionnement" .

Cas d'utilisation	Générer ordre de réapprovisionnement
Acteur	Directeur supply chain
Pré-condition	Établir des prévision
Scénario nominal	<p>Une fois que les prévisions sont établies, le directeur supply chain peut lancer le réapprovisionnement :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Il sélectionne l'option 'Réapprovisionner'.</li> <li>2. Le système accède aux règles d'approvisionnement affiliées au produit. <ul style="list-style-type: none"> <li>— Si le produit est défini comme achetable, il lance un ordre d'achat vers le module Achats.</li> <li>— Si le produit est défini comme produisible, il lance un ordre de fabrication vers le module Fabrication.</li> </ul> </li> </ol>

TABLE 2.7 – Description générer ordre de réapprovisionnement.

## 2.4 Planification des releases

La Figure 2.4 illustre la planification des releases :

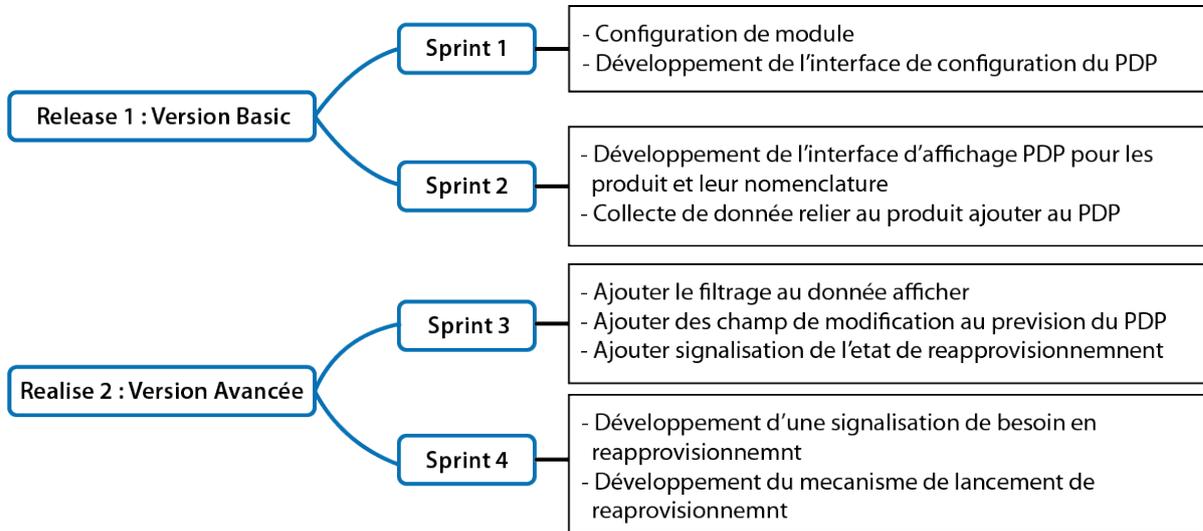


FIGURE 2.4 – Palanification des releases.

## 2.5 Product Backlog

Le tableau 2.8 illustre le product backlog de notre projet :

Sprint	Items	En tant que	Je veux
1	Configuration de module	Directeur supply chain	Avoir un module personnalisé pour le PDP.
1	Développement de l'interface de configuration du PDP	Directeur supply chain	Avoir une interface pour configurer le PDP.
2	Développement de l'interface d'affichage PDP pour les produits et leur nomenclature	Directeur supply chain	Pouvoir afficher les produits et leur nomenclature dans le PDP.
2	Collecte de données reliées aux produits ajoutés au PDP	Directeur supply chain	Collecter des données pour les produits ajoutés au PDP.
3	Ajouter le filtrage aux données affichées	Directeur supply chain	Filtrer les données affichées dans le PDP.
Suite page suivante			

Sprint	Items	En tant que	Je veux
3	Ajouter des champs de modification aux prévisions du PDP	Directeur supply chain	Modifier les prévisions du PDP via des champs spécifiques.
3	Ajouter la signalisation de l'état de réapprovisionnement	Directeur	Avoir des indicateurs pour signaler l'état du réapprovisionnement.
4	Développement d'une signalisation de besoin en réapprovisionnement	Directeur supply chain	Être informé des besoins en réapprovisionnement.
4	Développement du mécanisme de lancement de réapprovisionnement	Directeur supply chain	Pouvoir lancer le processus de réapprovisionnement.

TABLE 2.8: Product Backlog

## 2.6 Sprint 1

Ce premier sprint, d'une durée de 2 semaines, se concentre sur deux objectifs principaux l'intégration de notre module dans Odoo et le développement de l'interface de configuration du PDP.

### 2.6.1 Diagramme sequence

La figure 2.5 présente diagramme de sequence « Configuration PDP » :

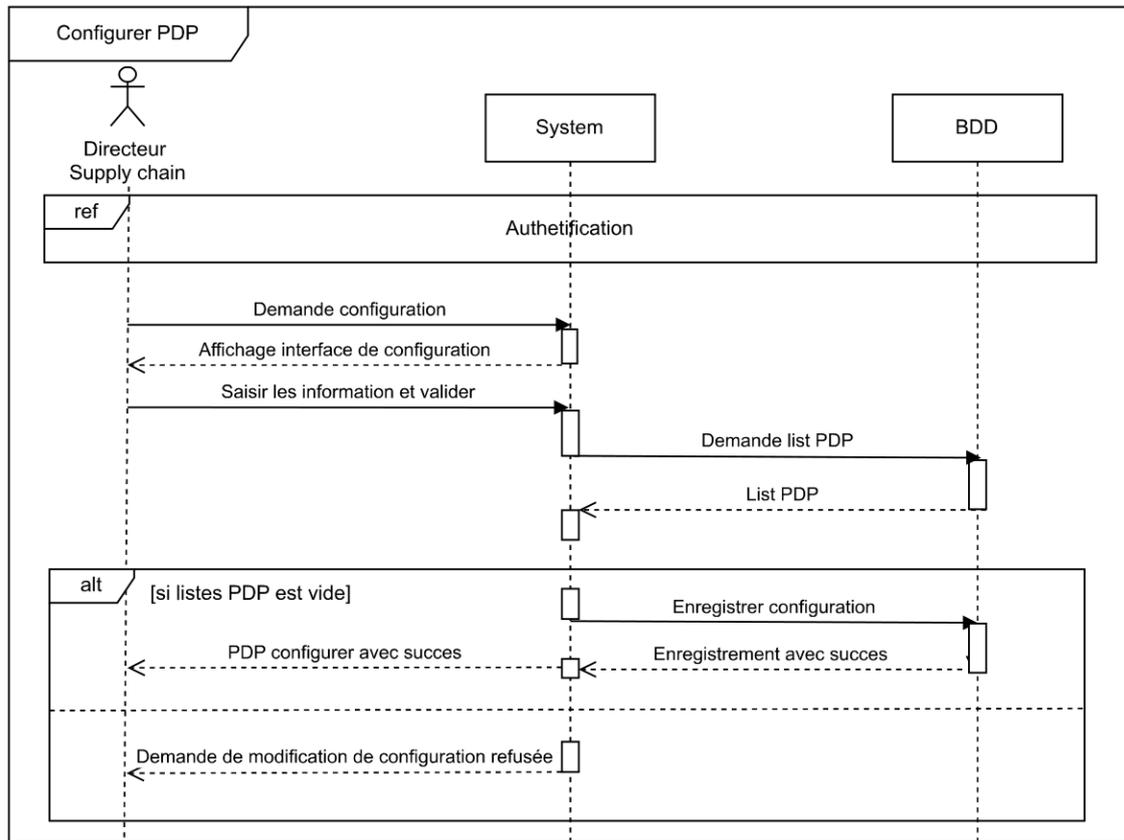


FIGURE 2.5 – Diagramme sequence « Configurer PDP ».

### 2.6.2 Diagramme de classe configuration

La figure 2.6 présente diagramme de classe de configuration :

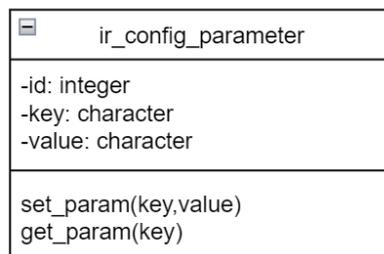


FIGURE 2.6 – Diagramme de classe configuration.

Nous allons créer deux instances de cette classe une pour le type de période et une autre pour le nombre de colonnes.

## 2.7 Sprint 2

Ce deuxième sprint, d’une durée de 2 semaines, est dédié à la création d’une version de base du PDP laquelle permettra d’ajouter des produits ainsi que leurs

nomenclatures, tout en affichant les informations essentielles relatives au stock, aux demandes, et au vente.

### 2.7.1 Diagramme sequence

La figure 2.7 présente diagramme de sequence « Ajout de produit vers le PDP » :

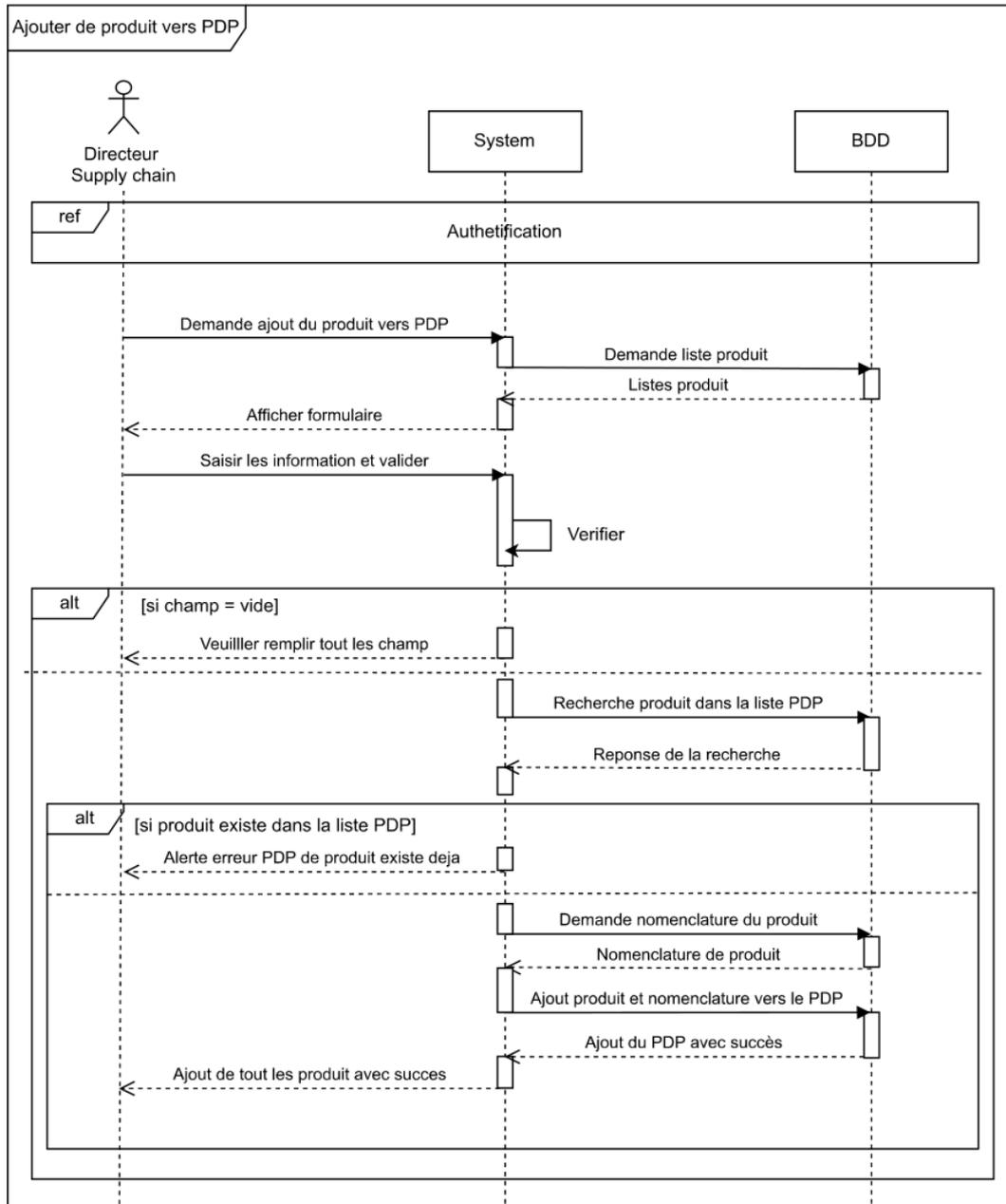


FIGURE 2.7 – Diagramme sequence « Ajout de produit vers le PDP ».

La figure 2.8 présente diagramme de sequence « Établir des prévisions » :

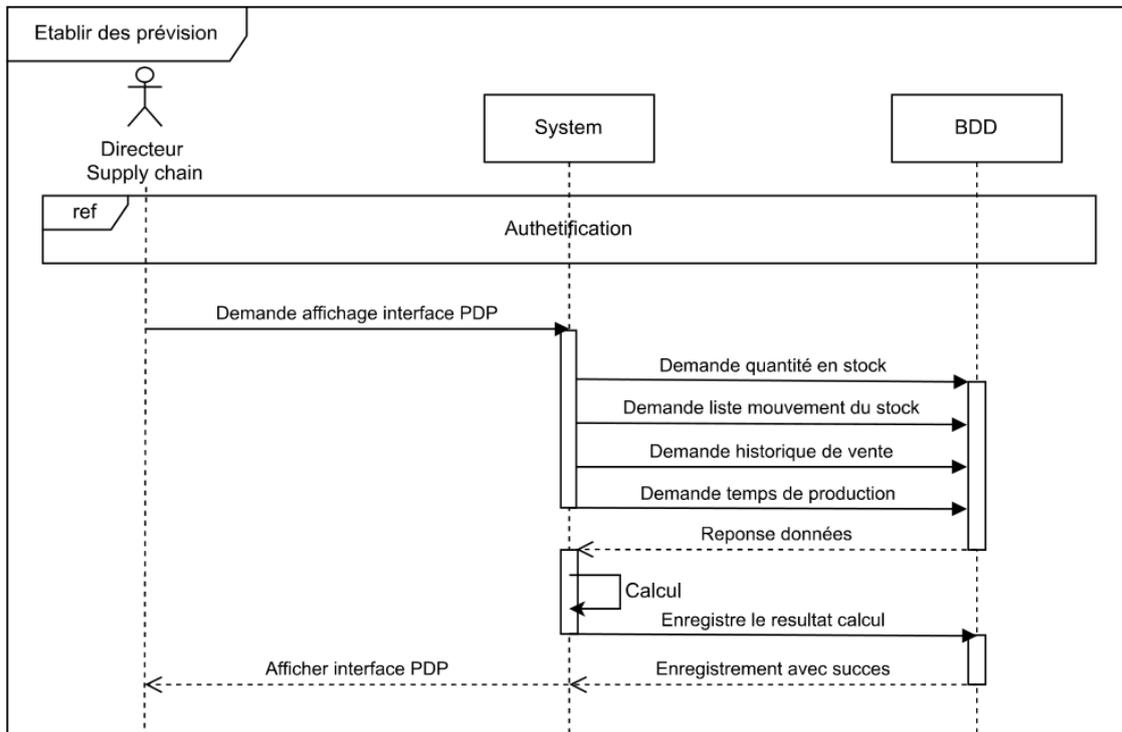


FIGURE 2.8 – Diagramme sequence « Établir des prévisions ».

## 2.8 Sprint 3

Le troisième sprint, d'une durée de 3 semaines, se concentre sur l'amélioration de l'interface du PDP en ajoutant des fonctionnalités de filtrage, des champ de modification pour demandes prévues et des quantités de réapprovisionnement prévu, ainsi que des indicateurs pour signaler l'état du réapprovisionnement.

### 2.8.1 Diagramme sequence

La figure 2.9 présente diagramme de sequence « Modifier prévision » :

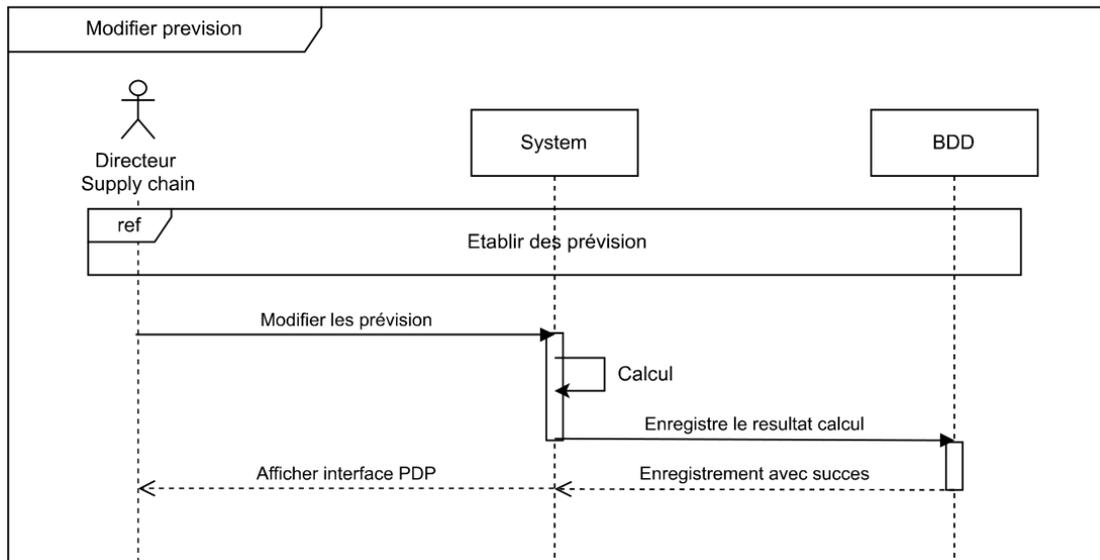


FIGURE 2.9 – Diagramme sequence « Modifier prevision ».

## 2.9 Sprint 4

Le quatrième sprint, d’une durée de 2 semaines, se concentre sur le développement de systèmes d’alertes et d’implémentation de suggestions de réapprovisionnement.

### 2.9.1 Diagramme sequence

La figure 2.10 présente diagramme de sequence « Demande de réapprovisionnement » :

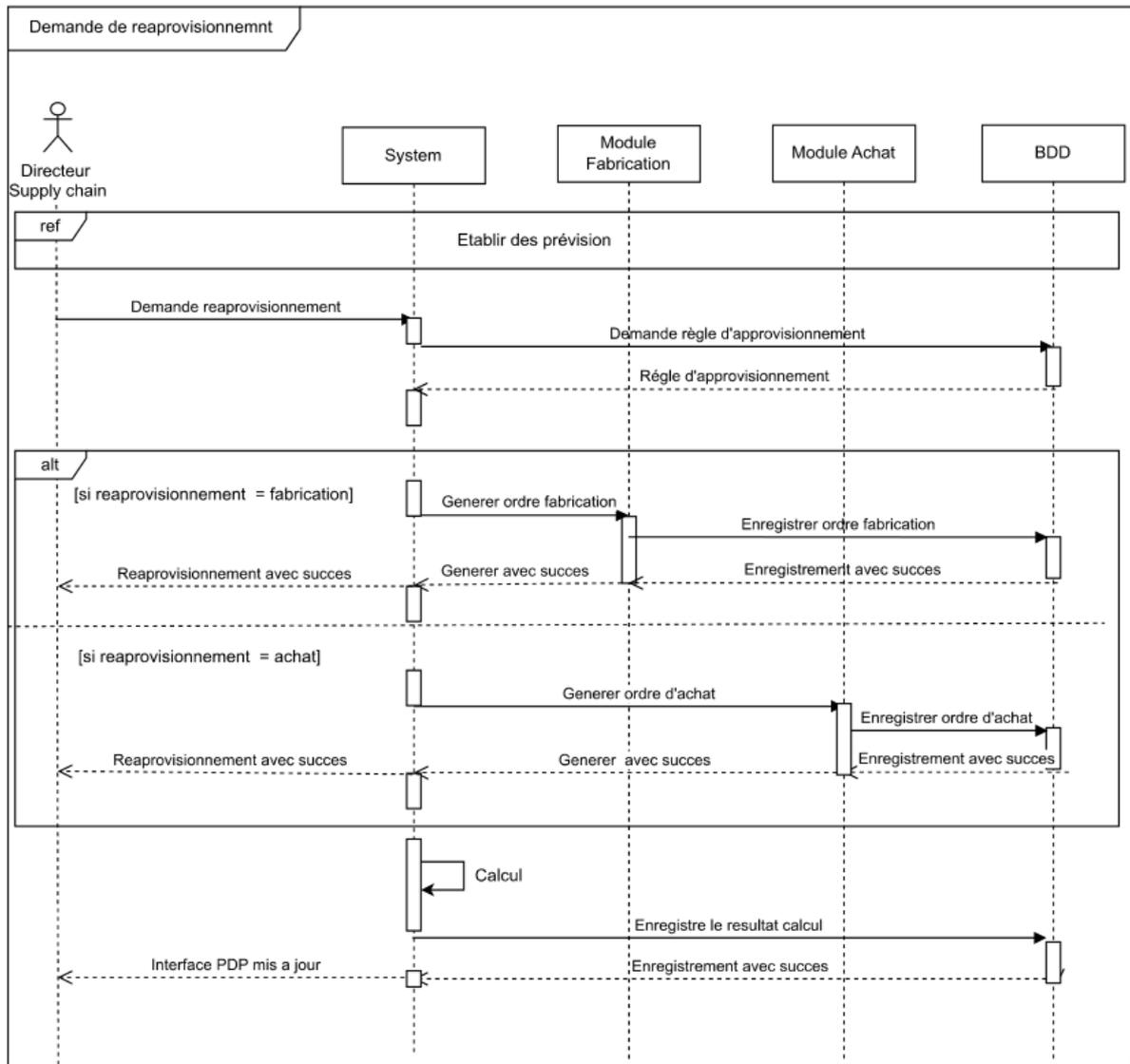


FIGURE 2.10 – Diagramme sequence « Demande de réapprovisionnement ».

## 2.10 Conception de la base de données

### 2.10.1 Diagramme des classes

La figure 2.11 présente le diagramme des classes que nous avons réalisé. Les classes en gris sont celles créées pour notre module, tandis que les autres classes sont celles déjà existantes dans l'ERP Odoo que nous avons utilisées dans notre système.

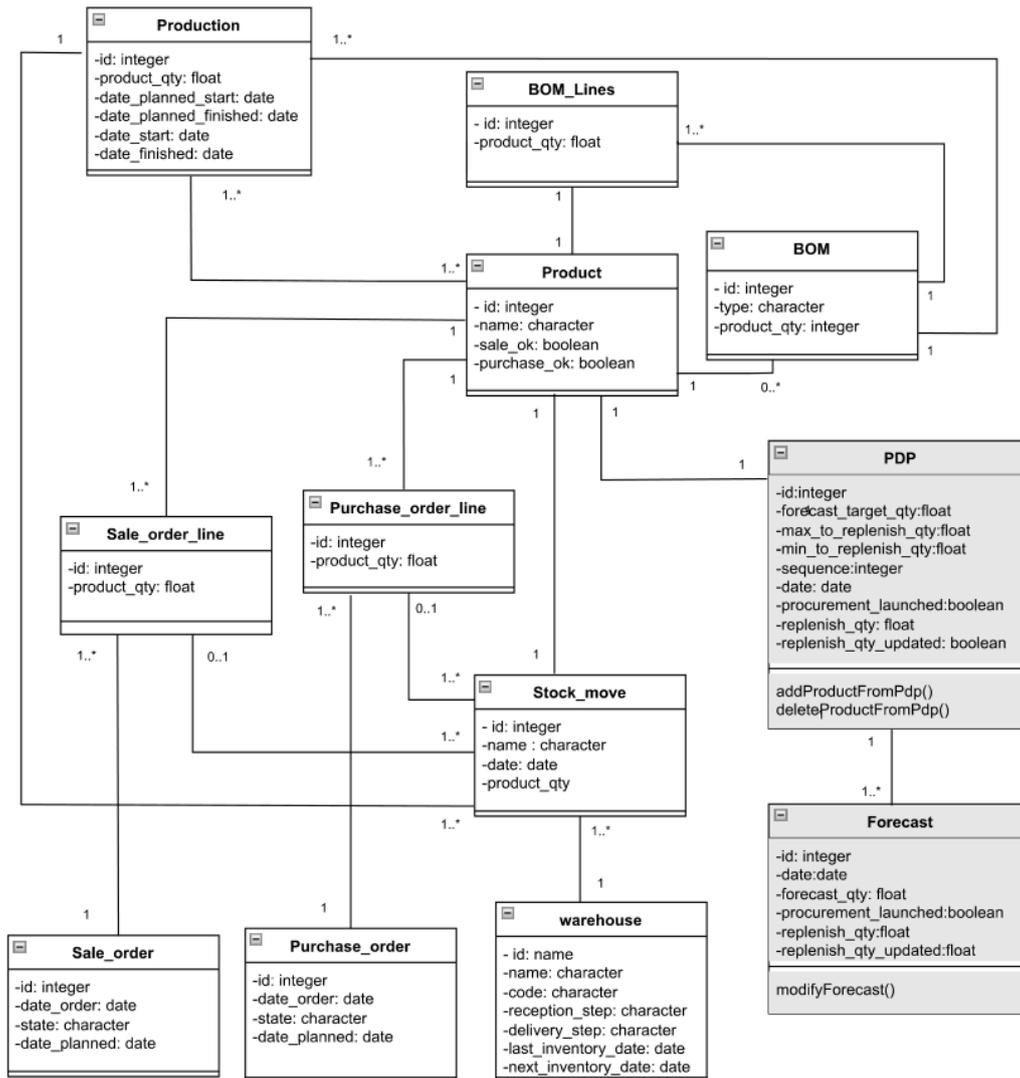


FIGURE 2.11 – Diagramme des classes.

### 2.10.2 Les règles de passage du diagramme de classe vers modèle relationnel

Lors de la traduction d'un diagramme de classe en modèle relationnel, il est crucial de suivre des règles spécifiques afin d'assurer une représentation précise et cohérente des données. Voici les principaux principes à respecter [25] :

- **Classe vers Table** : Chaque classe du diagramme de classe est généralement représentée par une table dans le modèle relationnel, portant le même nom que la classe.
- **Attributs vers Colonnes** : Chaque attribut de classe est habituellement converti en colonne dans la table correspondante, conservant le même nom

que l'attribut.

- **Clé primaire** : Chaque table doit posséder une clé primaire définie, typiquement constituée des attributs qui forment la clé primaire de la classe dans le diagramme de classe.
- **Relations un-à-un** : En présence d'une relation un-à-un entre deux classes, elle peut être représentée en incluant la clé primaire d'une classe comme clé étrangère dans l'autre classe, établissant ainsi une liaison entre les tables correspondantes.
- **Relations un-à-plusieurs** : Une relation un-à-plusieurs entre deux classes est exprimée en incluant la clé primaire de la classe "un" comme clé étrangère dans la classe "plusieurs", permettant à cette dernière de référencer la première.
- **Relations plusieurs-à-plusieurs** : Pour une relation plusieurs-à-plusieurs, une table de liaison supplémentaire est généralement nécessaire, contenant les clés primaires des deux classes en tant que clés étrangères pour établir une relation entre les enregistrements des deux tables.
- **Transformation de l'héritage** : Pour traduire une association d'héritage, trois approches sont envisageables en fonction des contraintes :
  - **Décomposition par distinction** : Chaque sous-classe est transformée en une relation distincte, avec la clé primaire de la surclasse devenant à la fois clé primaire et clé étrangère dans la relation de la sous-classe.
  - **Décomposition descendante** : Si des contraintes de totalité ou de partition existent sur l'association d'héritage, la relation de la surclasse peut ne pas être traduite, et tous ses attributs sont migrés vers la ou les relations des sous-classes.
  - **Décomposition ascendante** : La relation de la sous-classe est supprimée, et ses attributs sont transférés vers la relation de la surclasse.

### 2.10.3 Dictionnaire de données

Table	Champ	Type de Donnée	Description
Production	id	integer	Identifiant de la production
	product_qty	float	Quantité de produit fabriqué
	date_planned_start	date	Date de début planifiée
	date_planned_finished	date	Date de fin planifiée
			Suite page suivante

<b>Table</b>	<b>Champ</b>	<b>Type de Donnée</b>	<b>Description</b>
	date_start date_finished	date date	Date de début réelle Date de fin réelle
BOM_Lines	id product_qty	integer float	Identifiant de la ligne de nomenclature Quantité de produit dans la ligne de nomenclature
Product	id name sale_ok purchase_ok	integer character boolean boolean	Identifiant du produit Nom du produit Indicateur si le produit est vendable Indicateur si le produit est achetable
BOM	id type product_qty	integer character integer	Identifiant de la nomenclature Type de nomenclature Quantité de produit dans la nomenclature
PDP	id forecast_target_qty max_to_replenish_qty min_to_replenish_qty sequence date procurement_launched replenish_qty replenish_qty_updated	integer float float float integer date boolean float boolean	Identifiant du plan directeur de production Quantité cible de prévision Quantité maximale à réapprovisionner Quantité minimale à réapprovisionner Séquence du plan Date du plan Indicateur si l'approvisionnement est lancé Quantité à réapprovisionner Indicateur si la quantité de réapprovisionnement a été mise à jour
Sale_order_line	id	integer	Identifiant de la ligne de commande client

Suite page suivante

Table	Champ	Type de Donnée	Description
	product_qty	float	Quantité de produit dans la ligne de commande
Purchase_order	line	integer	Identifiant de la ligne de commande d'achat
	product_qty	float	Quantité de produit dans la ligne de commande
Sale_order	id	integer	Identifiant de la commande de vente
	state	character	État de la commande de vente
	date_planned	date	Date planifiée pour la commande de vente
	date_order	date	Date de la commande de vente
Purchase_order	id	integer	Identifiant de la commande d'achat
	state	character	État de la commande d'achat
	date_planned	date	Date planifiée pour la commande d'achat
	date_order	date	Date de la commande d'achat
Stock_move	id	integer	Identifiant du mouvement de stock
	name	character	Nom du mouvement de stock
	date	date	Date du mouvement de stock
	product_qty	float	Quantité de produit déplacé
warehouse	id	name	Identifiant de l'entrepôt
	code	character	Code de l'entrepôt
	reception_step	character	Étape de réception
	delivery_step	character	Étape de livraison
	last_inventory_date	date	Date du dernier inventaire
	next_inventory_date	date	Date du prochain inventaire
Forecast	id	integer	Identifiant de la prévision
	date	date	Date de la prévision
	forecast_qty	float	Quantité de prévision
Suite page suivante			

Table	Champ	Type de Donnée	Description
	procurement_launched	boolean	Indicateur si l'approvisionnement est lancé
	replenish_qty	float	Quantité à réapprovisionner
	replenish_qty_updated	boolean	Indicateur si la quantité de réapprovisionnement a été mise à jour

TABLE 2.9: Dictionnaire de données

#### 2.10.4 Modele relationnel

Voici le modèle logique des données :

Les tables créées :

- **pdp**(#id, forecast\_target\_qty, max\_to\_replenish\_qty, min\_to\_replenish\_qty, sequence, date, procurement\_launched, replenish\_qty, replenish\_qty\_updated, #product\_id)
- **forecast**(#id, date, forecast\_qty, procurement\_launched, replenish\_qty, replenish\_qty\_updated, #pdp\_id)

Les tables existantes :

- **production**(#id, product\_qty, date\_planned\_start, date\_planned\_finished, date\_start, date\_finished, #bom\_id, #product\_id)
- **bom\_lines**(#id, product\_qty, #product\_id, #bom\_id)
- **product**(#id, name, sale\_ok, purchase\_ok)
- **bom**(#id, type, product\_qty, #product\_id)
- **sale\_order\_line**(#id, product\_qty, #sale\_order\_id, #product\_id)
- **purchase\_order\_line**(#id, product\_qty, #purchase\_order\_id, #product\_id)
- **warehouse**(#id, name, code, reception\_step, delivery\_step, last\_inventory\_date, next\_inventory\_date)

- **sale\_order**(#id, date\_order, state, date\_planned)
- **purchase\_order**(#id, date\_order, state, date\_planned)
- **stock\_move**(#id, name, date, product\_qty, #warehouse\_id, #production\_id, #sale\_order\_line\_id, #purchase\_order\_line\_id)

## 2.11 Conclusion

En conclusion, ce chapitre de conception met en évidence l'importance de cette phase dans le développement de notre module. En allant de la création du cahier des charges jusqu'à la planification des sprints et à la conception de l'application, Ce processus constitue une base solide pour satisfaire de manière efficace les besoins des utilisateurs, assurant ainsi le succès à venir de notre projet.

Chapitre **3**

Réalisation

## 3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons la réalisation de l'application en commençant par définir l'ensemble des environnements de développement et des outils utilisés. Par la suite, nous présenterons les interfaces de l'application pour illustrer les fonctionnalités implémentées. Nous explicrons les méthodes de calcul de chaque information donnée, offrant ainsi une vision concrète de son apparence et de son fonctionnement

## 3.2 Technologie utilisée

Nous présenterons par la suite les techniques que nous avons utilisées tout au long de notre projet.

### 3.2.1 Langages de développement

#### SASS

SASS (Syntactically Awesome Style Sheets) est un préprocesseur CSS qui ajoute des fonctionnalités avancées pour écrire des feuilles de style. Il permet d'utiliser des variables, des boucles, des conditions, des fonctions et des imbrications de règles pour écrire des feuilles de style plus efficacement.[\[26\]](#)



#### Qweb

QWeb est le moteur de templating principal d'Odoo, utilisé pour générer des fragments et des pages HTML. Il s'agit d'un moteur de templating XML qui gère la logique de chargement, de parsing, de compilation et de rendu des modèles.[\[27\]](#)

#### Bootstrap

Bootstrap est un framework CSS qui regroupe des bibliothèques CSS et JavaScript pour simplifier la création de designs complexes. En encapsulant des règles prédéfinies et des composants dans des classes, Bootstrap permet d'appliquer des styles à des éléments HTML en utilisant simplement ces classes. Ainsi, il facilite la création de sites web responsives et esthétiquement plaisants.[\[28\]](#)

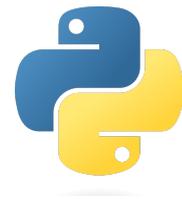


## XML

Extensible Markup Language (XML) vous permet de définir et de stocker des données de manière à pouvoir les partager. XML prend en charge l'échange d'informations entre des systèmes informatiques tels que les sites web, les bases de données et les applications tierces.[29]

## Python

Python est un langage de programmation de haut niveau interprété, orienté objet et doté d'une sémantique dynamique. Ses structures de données intégrées de haut niveau, combinées au typage et à la liaison dynamiques, le rendent très attrayant pour le développement rapide d'applications ainsi que pour une utilisation comme langage de script ou de collage pour connecter des composants existants entre eux.[30]



## JavaScript

JavaScript est un langage de programmation utilisé par les développeurs pour concevoir des sites web interactifs. Les fonctions JavaScript peuvent permettre d'améliorer l'expérience utilisateur d'un site web, de la mise à jour des flux de médias sociaux à l'affichage d'animations et de cartes interactives. En tant que langage de script côté client, c'est l'une des principales technologies du web.[31]



## OWL

Odoo Web Library (OWL) est un framework frontend de Odoo. C'est un framework moderne, écrit en Typescript, reprenant les meilleures idées de React et Vue de manière simple et cohérente.[32]



## CSV

Un fichier CSV (comma separated values) est un type de fichier spécial qu'il est possible de créer ou de modifier dans Excel. Plutôt que de stocker les informations en colonnes, les fichiers CSV les stockent en les séparant par des points-virgules.[33]

### 3.2.2 Outils de développement

#### PostgreSQL

PostgreSQL est un système de gestion de base de données relationnelle orienté objet (SGBDRO) puissant et open source qui est capable de prendre en charge en toute sécurité les charges de travail de données les plus complexes. Il donne la priorité à la conformité et à l'extensibilité SQL.[34]



#### DbVisualizer

DbVisualizer est un outil de gestion et d'analyse de bases de données pour toutes les principales bases de données (par exemple Oracle, SQL Server, DB2, Sybase, MySQL, SQLite) sur les plateformes Windows, macOS, Linux et Unix. Il fournit des outils SQL tels que l'éditeur SQL avec prise en charge de la saisie semi-automatique, des SQL paramétrés, un formateur SQL, un générateur de requêtes visuelles, une interface basée sur la ligne de commande, etc.[35]



#### pgAdmin

pgAdmin est une plateforme d'administration open-source pour les bases de données PostgreSQL. Elle fournit une interface graphique conviviale et intuitive qui permet aux administrateurs et aux développeurs de gérer facilement et efficacement leurs bases de données PostgreSQL.[36]



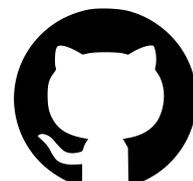
#### Discord

Discord est une application de messagerie gratuite, qui vous permet d'effectuer des échanges vocaux, vidéos ou textuels avec vos amis, communautés de jeu et des développeurs. il peut être utilisé sur la plupart des plateformes et appareils.[37]



#### GitHub

Git est un logiciel de gestion de version. Git va nous permettre d'enregistrer les différentes modifications effectuées sur un projet et de pouvoir retourner à une version précédente du projet. Dans le langage des systèmes de gestion de version, la copie de l'intégralité des fichiers d'un projet et de leur version située sur



le serveur central est appelé un dépôt. Git appelle également cela “repository” ou “repo” en abrégé.[38]

### Illustrator

Adobe Illustrator est un éditeur graphique destiné à la création vectorielle. il permet de dessiner des logos, des icônes et des images vectorielles dont la taille s’adapte automatiquement au support, que ce soit sur ordinateur (Windows et macOS) ou sur iPad. Si l’outil est l’un des plus adulés des graphismes, c’est grâce à ses options diverses et variées.[39]



### draw.io

draw.io est une application de création de diagrammes et schémas sous licence Apache disponible sous Windows, MacOS, Linux, sous forme d’application web et intégrée à des services cloud tels NextCloud ou Google Drive.[40]



## 3.2.3 Environnements de développement

### VS Code

Visual Studio Code (VSCode) est un éditeur de code source et un environnement de développement intégré (IDE) de Microsoft. Il est open-source et cross-platform, Il a été conçu pour les développeurs web, mais il prend en charge de nombreux autres langages de programmation tels que C++, C#, Python etc. Il offre de nombreuses fonctionnalités comme la coloration syntaxique, l’auto-complétion, la mise en évidence des erreurs, et beaucoup d’autres.[41]



### Ubuntu

Ubuntu est un système d’exploitation GNU/Linux basé sur la distribution Debian. Il est libre, gratuit, et propose une interface simple, intuitive et sécurisée, qui rivalise avec les dernières moutures de macOS et de Windows.[42]



## 3.3 Mise en place de l'application

### 3.3.1 Préparation avant le développement du module Odoo

Avant de commencer le développement du module, nous devons passer par plusieurs étapes :

1. Mettre à jour le système Linux.
2. Installer les dépendances requises pour Odoo (Python, PostgreSQL, etc.).
3. Installer la version 15 d'Odoo.
4. Créer un fichier de configuration pour Odoo incluant des paramètres essentiels tels que le mot de passe administrateur, les informations de connexion à la base de données, et les chemins d'accès aux modules.
5. Configurer l'environnement de développement dans Visual Studio Code.
6. Lancer le serveur Odoo en utilisant le fichier de configuration que nous avons créé.
7. Ouvrir le navigateur web et accéder à l'adresse locale où Odoo est hébergé pour vérifier si l'installation a été correctement effectuée.
8. Créer un dépôt Git pour sauvegarder les différentes versions du code source du module.

### 3.3.2 Création d'un module Odoo

Voici les étapes à suivre pour créer un module dans Odoo :

1. Créer un répertoire portant le nom du module dans le répertoire `odoo/addons`.
2. Créer un fichier `manifest.py` dans le répertoire créé. Ce fichier contiendra les métadonnées du module, telles que le nom, la version, la description, etc.
3. Créer un fichier CSV pour le contrôle d'accès (`security/ir.model.access.csv`). Ce fichier définit les autorisations d'accès aux différents objets du module.
4. Créer les répertoires nécessaires pour la structure MVC : `models` pour les modèles, `views` pour les vues, et `controllers` pour les contrôleurs.
5. Créer le répertoire `static`, qui contiendra les fichiers statiques tels que les fichiers JavaScript, CSS, images, etc.

Une fois ces étapes terminées, nous entamerons le développement de notre module en nous basant sur la conception que nous avons réalisée.

### 3.3.3 Charte graphique

La charte graphique est un document qui résume toutes les règles graphiques essentielles d'une entreprise ou d'une marque. Son identité visuelle est composée de différents éléments tels que son logo, ses polices de caractères, ses codes couleurs, ses éléments visuels, ses signes graphiques. Elle joue également un rôle essentiel dans la stratégie de communication, car elle assure la cohérence de l'identité visuelle sur tous les supports utilisés pour parler de l'entreprise ou de la marque.[43]

#### Logo

L'objectif d'un logo est de donner une identification unique et directe à une marque, une entreprise ou une application.

La Figure 3.1 présente le logo du module PDP :



FIGURE 3.1 – Logo Module PDP.

#### Les couleurs dominantes

Notre choix de couleur s'inspire du style standard d'Odoo. Cette palette a été choisie afin d'assurer une cohérence visuelle et une harmonie avec l'interface déjà en place. L'objectif de cette décision est de proposer une expérience utilisateur cohérente, en se conformant aux normes esthétiques et fonctionnelles déjà établies par Odoo.

La Figure 3.2 présente la palette de couleur spécifique a Odoo :



FIGURE 3.2 – La palette des couleurs.

## 3.4 Présentation des interface

### 3.4.1 Interface d'authentification

Cette figure présente la page d'authentification fournie par Odoo, permettant aux utilisateurs d'accéder aux module.

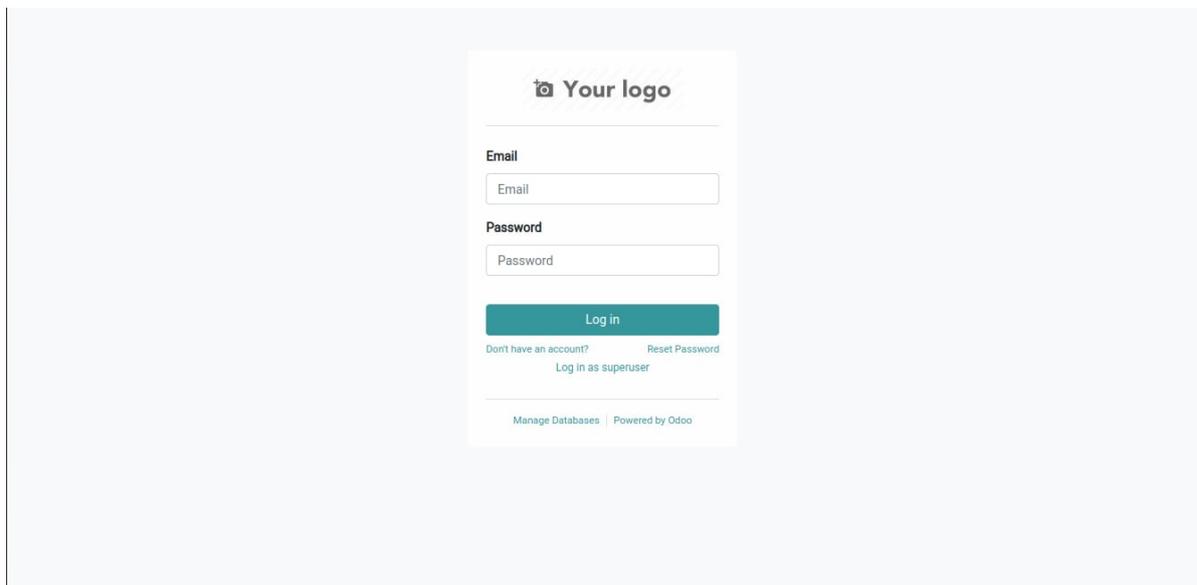


FIGURE 3.3 – Interface d'authentification.

### 3.4.2 Interface d'accueil

Cette figure présente la page d'accueil d'Odoo, une interface conçue pour simplifier l'accès aux différents modules installés. Chaque module est représenté par une icône intuitive, offrant un accès rapide et efficace aux fonctionnalités dont les utilisateurs ont besoin. Après l'installation du module PDP, les modules d'achat, de fabrication, d'inventaire, de vente et de CRM sont automatiquement installés, fournissant ainsi une infrastructure complète pour la gestion de production.

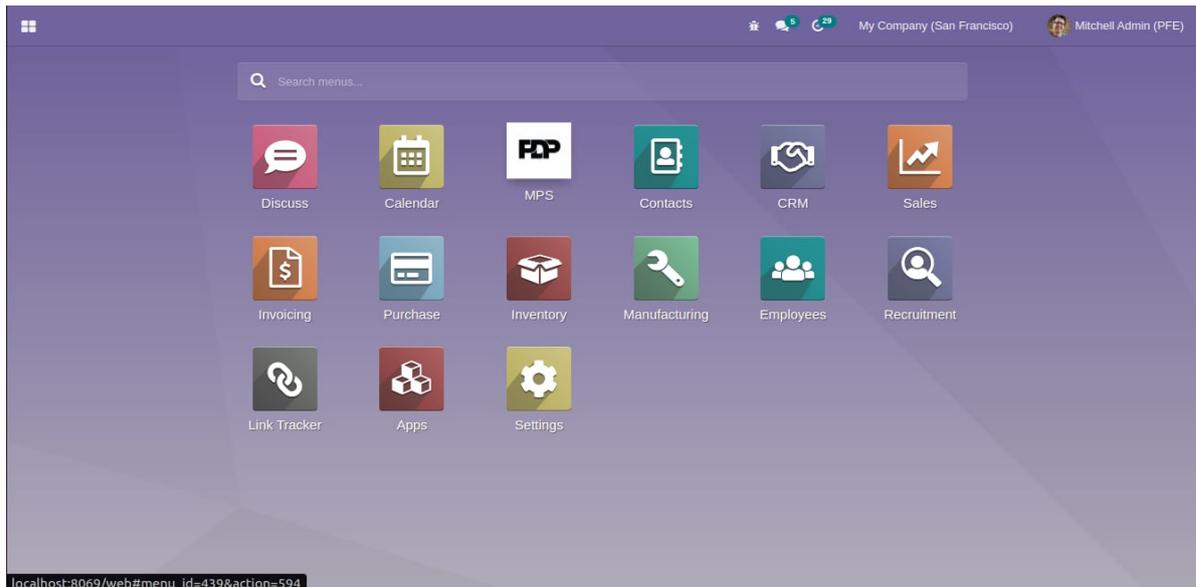


FIGURE 3.4 – Interface d'accueil.

### 3.4.3 Interface de configuration

Cette figure présente la page de configuration pour notre module. L'utilisateur va pouvoir définir les types de période (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle) et le nombre de colonnes que les PDP ajoutés vont avoir.

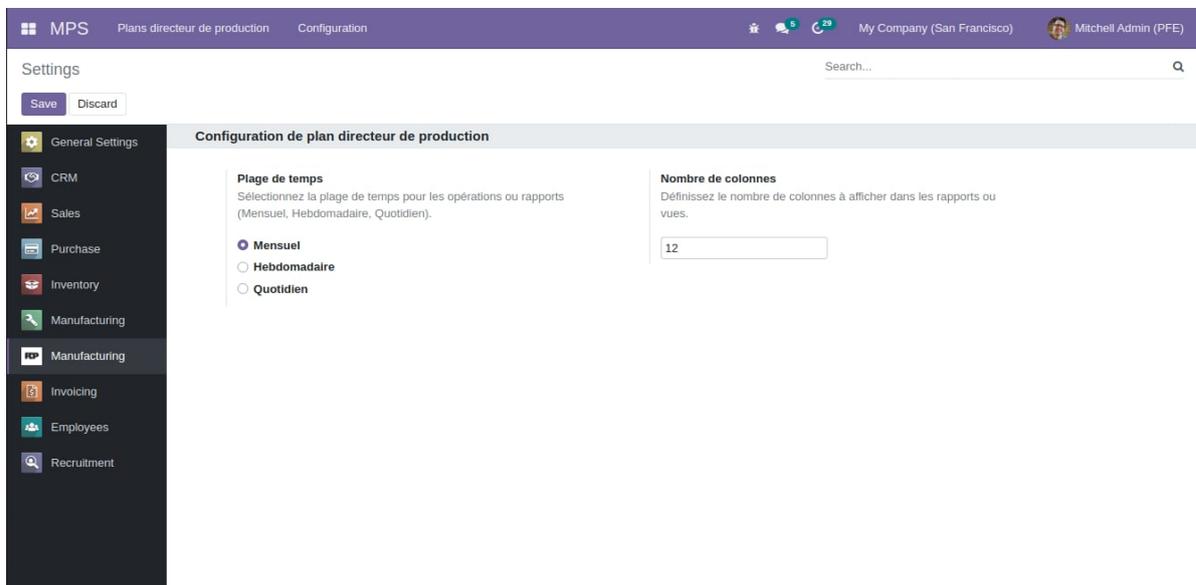


FIGURE 3.5 – Interface de configuration.

Pour que les utilisateurs puissent modifier les valeurs de configuration, il ne doit pas y avoir de PDP ajouté.

### 3.4.4 Interface initial du module PDP

La figure suivante présente l'interface initial du module sans ajout de PDP

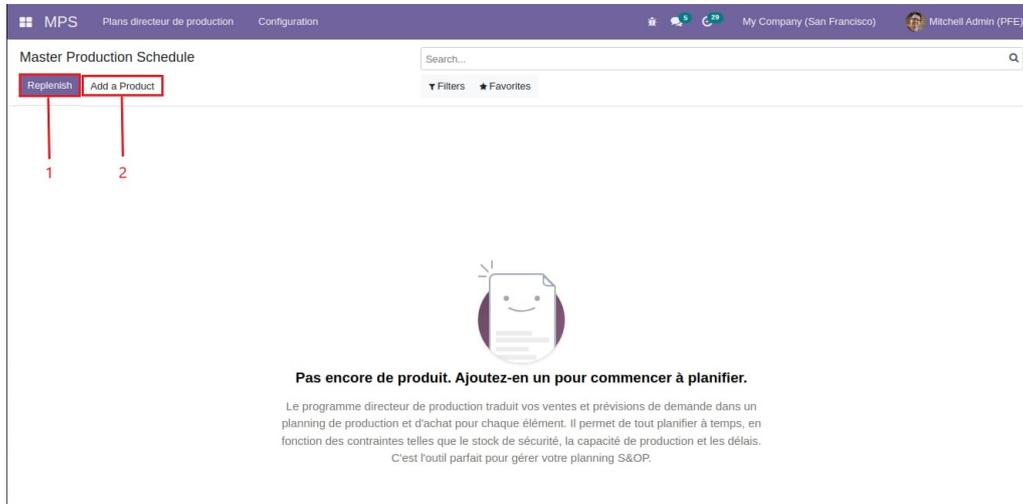


FIGURE 3.6 – Interface initial du module PDP.

#### Explication des numéros de l'interface initial du module PDP :

1 → Le bouton "Replenish" (réapprovisionner) permet de gérer les réapprovisionnements. En cliquant sur ce bouton, il lance des ordres de réapprovisionnement pour les produits dont le stock est insuffisant par rapport au besoin.

2 → Le bouton "Add a Product" (Ajouter un produit) permet d'ajouter des produits au PDP. En cliquant sur ce bouton, cela affiche un formulaire d'ajout.

La figure suivante présente le formulaire d'ajout de PDP :

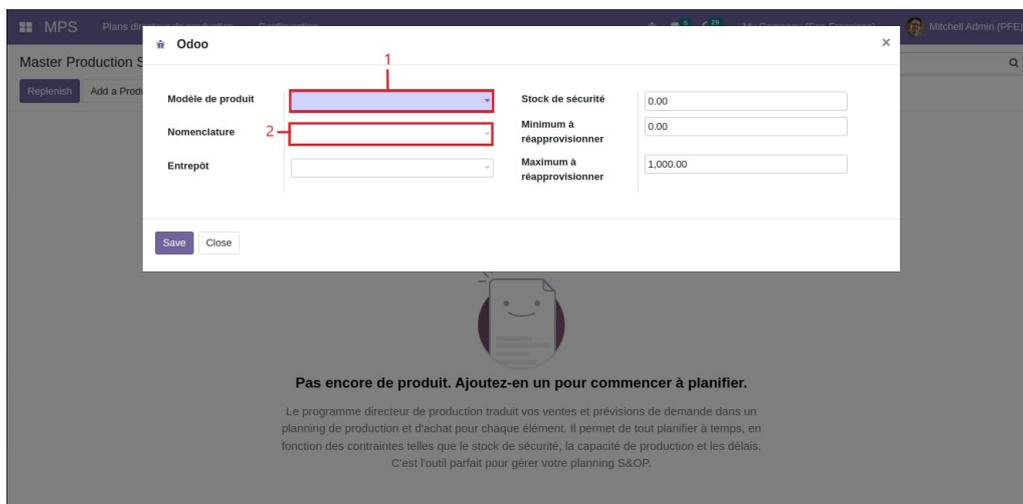


FIGURE 3.7 – Interface d'ajout de PDP.

**Explication des numéros du formulaire d'ajout de produit vers le PDP :**

1 → permet de sélectionner un produit existant dans le module inventaire.

2 → Permet de sélectionner une nomenclature reliée au produit. La nomenclature est reliée au produit avec le module fabrication.

**3.4.5 Interface liste de PDP**

Cette figure présente l'interface d'affichage de la liste de PDP avec un ajout PDP produit (Vélo) avec sa nomenclature affilié (Roues, Cadre).

	3	Jun. 2024	Jul. 2024	Aug. 2024	Sep. 2024	Oct. 2024	Nov. 2024	Dec. 2024	Jan. 2025	Feb. 2025	Mar. 2025
<b>Vélo (Noir)</b>		0,00	10,00	50,00	50,00	78,00	50,00	100,00	150,00	200,00	250,00
Demande Année-1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Actuelle / Demande prévu		0,00 / 120,0	0,00 / 10,00	0,00 / 130,0	0,00 / 22,00	0,00 / 100,0	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
+ Actuelle / Réapprovisionnement suggéré Réapprovisionner		50 s...s 150	130,00 / 130,0	60,00 / 50,00	130,00 / 130,0	55,00 / 50,00	50,00 / 72,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00
= ATP / Inventaire planifié		@ 10	130,00 / 10,00	60,00 / 50,00	180,00 / 50,00	100,00 / 78,00	150,00 / 50,00	100,00 / 100,00	150,00 / 150,00	200,00 / 200,00	250,00 / 250,00
<b>roues</b>		0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00
Demande Année-1	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Actuelle / Demande prévu		0,00 / 120,0	0,00 / 0,00	0,00 / 22,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
- Prévision de la demande indirecte		260,00	100,00	260,00	100,00	144,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
+ Actuelle / Réapprovisionnement suggéré Réapprovisionner		0 s...s 1000	100,00 / 380,0	100,00 / 100,0	100,00 / 302,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0
= ATP / Inventaire planifié		@ 0	380,00 / 0,00	100,00 / 0,00	302,00 / 20,00	120,00 / 20,00	120,00 / -24,00	76,00 / -24,00	76,00 / -24,00	76,00 / -24,00	76,00 / -24,00
<b>Cadre</b>		0,00	-80,00	-80,00	-160,00	-160,00	-182,00	-182,00	-182,00	-182,00	-182,00
Demande Année-1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Actuelle / Demande prévu		0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
- Prévision de la demande indirecte		130,00	50,00	130,00	50,00	72,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
+ Actuelle / Réapprovisionnement suggéré Réapprovisionner		0 s...s 1000	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00
= ATP / Inventaire planifié		@ 0	50,00 / -80,00	-30,00 / -80,00	-30,00 / -160,00	-110,00 / -160,00	-110,00 / -182,00	-132,00 / -182,00	-132,00 / -182,00	-132,00 / -182,00	-132,00 / -182,00

FIGURE 3.8 – Interface de liste PDP.

**Explication des numéros de l'interface liste PDP figure 3.6 :**

1 → PDP pour le produit ajouté (Vélo).

2 → PDP des produits qui composent la nomenclature (Roues, Cadre).

3 → Les périodes des PDP.

4 → Quantités maximale et minimale à réapprovisionner.

5 → Le stock de sécurité.

Cette figure présente l'interface de la liste de PDP en spécifiant la provenance de chaque information afficher.

	Jun. 2024	Jul. 2024	Aug. 2024	Sep. 2024	Oct. 2024	Nov. 2024	Dec. 2024	Jan. 2025	Feb. 2025	Mar. 2025
<b>Vélo (Noir)</b>	0,00	10,00	50,00	50,00	78,00	50,00	100,00	150,00	200,00	250,00
Demande Année-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Actuelle / Demande prévu	0,00 / 0,00	0,00 / 10,00	0,00 / 130,0	0,00 / 22,00	0,00 / 100,0	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
+ Actuelle / Réapprovisionnement suggéré Réapprovisionner	50 ≤...≤ 150	130,0 / 130,0	60,00 / 50,00	130,00 / 130,0	55,00 / 50,00	50,00 / 72,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00
= ATP / Inventaire planifié	⊗ 10	130,00 / 10,00	60,00 / 50,00	180,00 / 50,00	100,00 / 78,00	150,00 / 50,00	100,00 / 100,00	150,00 / 150,00	200,00 / 200,00	250,00 / 250,00
<b>roues</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00
Demande Année-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Actuelle / Demande prévu	0,00 / 120,0	0,00 / 0,00	0,00 / 22,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
- Prévission de la demande indirecte	260,00	100,00	260,00	100,00	144,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
+ Actuelle / Réapprovisionnement suggéré Réapprovisionner	0 ≤...≤ 1000	100,00 / 380,0	100,00 / 100,0	100,00 / 302,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0	0,00 / 100,0
= ATP / Inventaire planifié	⊗ 0	380,00 / 0,00	100,00 / 0,00	302,00 / 20,00	120,00 / 20,00	120,00 / -24,00	76,00 / -24,00	76,00 / -24,00	76,00 / -24,00	76,00 / -24,00
<b>Cadre</b>	0,00	-80,00	-80,00	-160,00	-160,00	-182,00	-182,00	-182,00	-182,00	-182,00
Demande Année-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Actuelle / Demande prévu	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
- Prévission de la demande indirecte	130,00	50,00	130,00	50,00	72,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
+ Actuelle / Réapprovisionnement suggéré Réapprovisionner	0 ≤...≤ 1000	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00	0,00 / 50,00
= ATP / Inventaire planifié	⊗ 0	50,00 / -80,00	-30,00 / -80,00	-30,00 / -160,00	-110,00 / -160,00	-110,00 / -182,00	-132,00 / -182,00	-132,00 / -182,00	-132,00 / -182,00	-132,00 / -182,00

FIGURE 3.9 – Interface de liste PDP détaillée.

### Explication des numéros de l'interface liste PDP figure 3.7 :

1 → Stock initial : Pour la première période, il récupère la quantité de stock du premier jour de la période et pour les périodes suivantes, il récupère le stock prévu de la période précédente.

2 → Demande année -1 : Ce sont les demandes effectuées dans la même période l'année précédente.

3 → Demande actuelle : C'est les demandes confirmées de période.

4 → Demande prévu : C'est une estimation des demande basée sur les données du PDP. La valeur est édité par l'utilisateur.

5 → Réapprovisionnement actuel : Ce sont les réapprovisionnements effectués pour cette période.

6 → Réapprovisionnement suggéré : C'est une estimation des réapprovisionnements de la période. C'est une valeur calculée :

Réapprovisionnement suggéré = Demande prévue + Demande indirecte prévue + Stock de sécurité - Stock initial.

Si cette valeur est supérieure au quantité maximum ou inférieure au quantité minimum a réapprovisionner, il prendra cette valeur. La valeur peut être ajustée par l'utilisateur. La case de saisie peut prendre plusieurs couleurs :

- **Vert** : signifie que le réapprovisionnement n'est pas effectué.

- **Gris** : signifie que le réapprovisionnement est effectué et que les quantités sont suffisantes.
- **Orange** : signifie que le réapprovisionnement est effectué mais que les quantités sont insuffisantes.
- **Rouge** : signifie que le réapprovisionnement est effectué et que les quantités sont supérieures aux besoins.

7 → ATP (Available to Promise) : c'est la Quantité disponible à promettre. C'est une valeur calculée :

$$\text{ATP} = \text{Réapprovisionnement suggéré} - \text{Demande actuelle} + \text{Stock initial.}$$

8 → Stock prévu : C'est une estimation de la quantité de stock à la fin de la période. C'est une valeur calculée :

$$\text{Stock planifié} = \text{Stock début période} + \text{Réapprovisionnement suggéré} - \text{Demande prévue} - \text{Demande indirecte (si composant).}$$

9 → Demande indirecte : La demande indirecte correspond à la demande du produit père multipliée par le nombre de fois qu'il compose le produit en question. Par exemple, pour un vélo, si le nombre de roues est 2, alors la demande indirecte est calculée comme suit :

$$\text{Demande indirecte} = \text{Demande actuelle du produit père} * 2$$

### 3.4.6 Ordre de fabrication générer

La figure 3.10 présente la liste des ordres d'achat du module d'achat. Nous avons entouré en rouge l'ordre d'achat généré à partir des prévisions de PDP.

☐	Référence	Date de confirmation	Fournisseur	Société	Date de réception	Responsable achats	Document d'origine	Total	État
☐ ☆	P00018		Azure Interior	My Company (San Francisco)	01/06/2024 01:00:00		MPS	\$ 0.00	Demande de prix

FIGURE 3.10 – Interface liste d'ordre de fabrication du module de fabrication.

La figure 3.11 présente l'interface des ordres d'achat détaillés, générée à partir des prévisions de PDP.

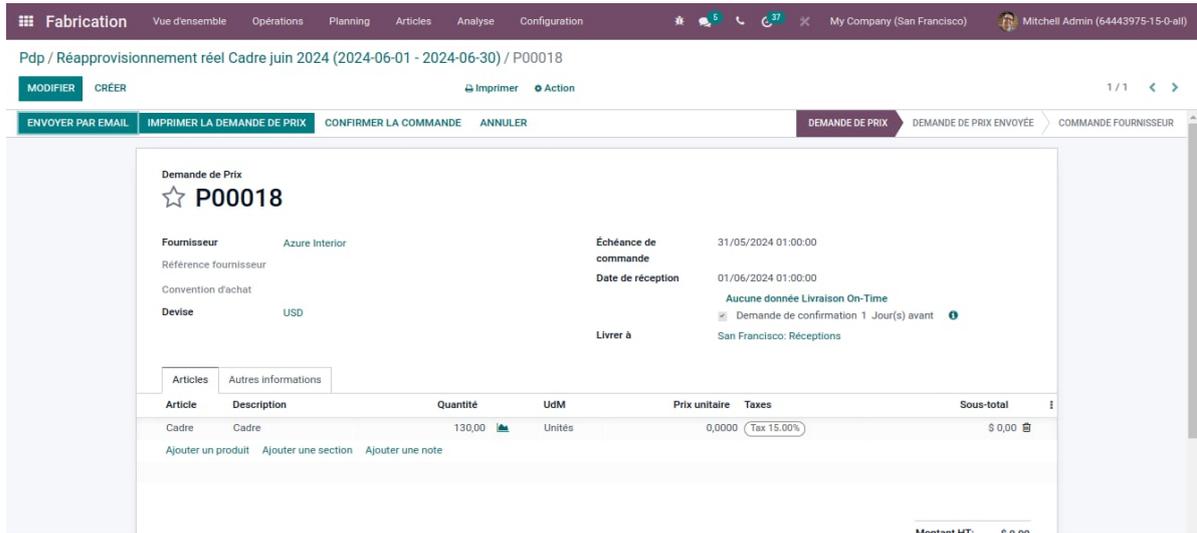


FIGURE 3.11 – Interface d'ordre de fabrication du module de fabrication.

### 3.4.7 Ordre d'achat générer

La figure 3.12 présente la liste des ordres d'achat du module d'achat. Nous avons entouré en rouge l'ordre d'achat généré à partir des prévisions de PDP.

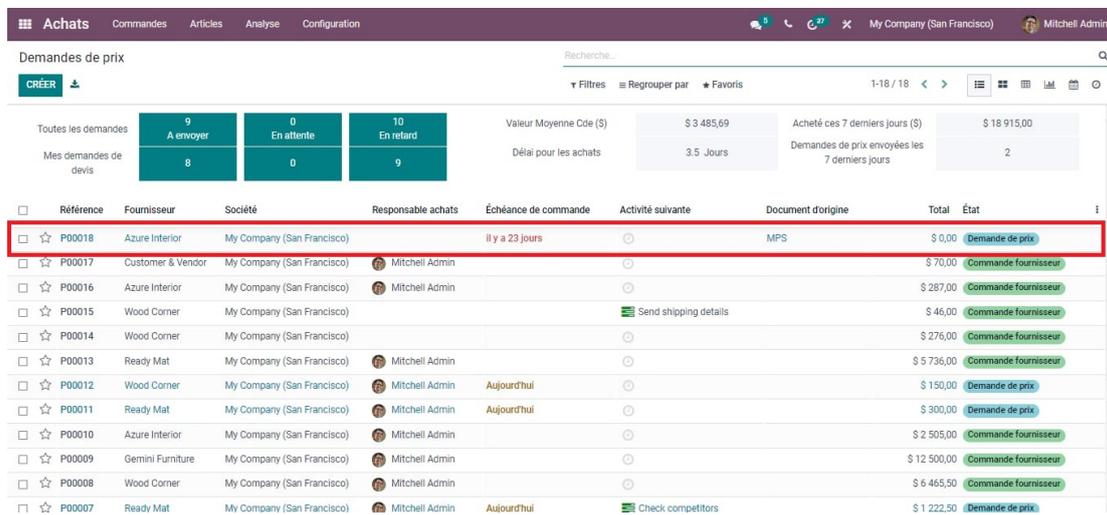


FIGURE 3.12 – Interface liste d'ordre d'achat du module d'Achat.

La figure 3.13 présente l'interface des ordres d'achat détaillés, générée à partir des prévisions de PDP.

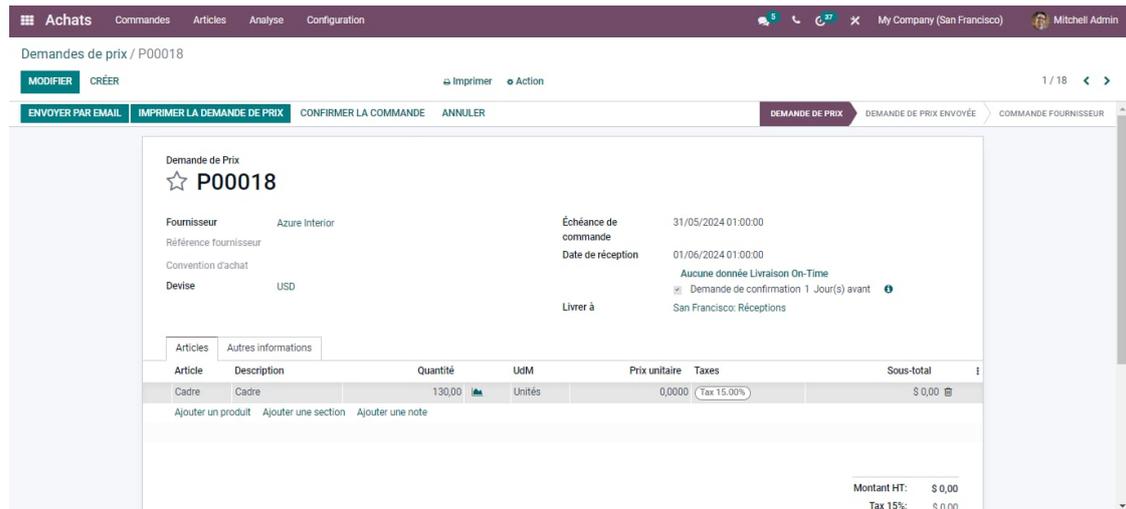


FIGURE 3.13 – Interface d’ordre d’achat du module d’Achat

### 3.5 Conclusion

Dans cette phase de réalisation de notre module, nous avons concrétisé la solution prévue et planifiée dans le chapitre précédent. Nous avons commencé par introduire les technologies utilisées tout au long de notre projet. Ensuite, nous avons présenté en détail le module en expliquant chaque interface créée.

Chaque fonctionnalité développée a été exposée et illustrée dans cette section finale. Les entreprises manufacturières utilisant Odoo peuvent s’appuyer sur notre module pour planifier l’ensemble de leur chaîne d’approvisionnement.

# Annexe

## **.1 Méthodologie de développement**

Dans la partie méthodologie de développement, nous allons présenter notre approche en matière de conception, de méthodes utilisées.

## **.2 Unified Modeling Language (UML)**

L'UML, ou Unified Modeling Language, est un langage graphique utilisé en modélisation informatique, spécialement dans le domaine de la programmation orientée objet. Il permet de représenter visuellement la structure et le comportement des objets d'un système, qu'ils soient réels ou virtuels. Les diagrammes UML facilitent la compréhension des systèmes complexes.[\[44\]](#)

### **.2.1 Pourquoi utiliser UML**

L'utilisation croissante des outils de modélisation de processus métier tels qu'UML offre de nombreux avantages dans le cadre des projets informatiques pour les systèmes d'information (SI). UML permet une meilleure modularité, abstraction, dissimulation, et structuration cohérente des fonctionnalités et des données. Il facilite la définition des besoins clients, évitant ainsi les surcoûts liés à des logiciels non conformes aux attentes. De plus, UML simplifie la compréhension de la conception et de l'architecture du logiciel, ce qui favorise sa maintenance et la transition vers d'autres développeurs[\[45\]](#).

## **.2.2 Diagramme UML utilisé**

Dans cette partie, nous allons définir les diagrammes UML utilisés tout au long du projet.

### **Diagramme de contexte**

Le diagramme de contexte, également appelé diagramme de contexte système, offre une vue d'ensemble du flux de données d'un système technique. Il permet aux ingénieurs, aux analystes, aux développeurs et aux parties prenantes de comprendre rapidement les interactions entre le système, le module PDP et son environnement, ce qui aide à déterminer la portée du processus.[46]

### **Diagramme de classes**

Un diagramme de classes est un outil de modélisation largement utilisé en génie logiciel pour représenter l'organisation statique d'un système logiciel. Il permet de décrire les classes et leurs relations, incluant les attributs et les méthodes de chaque classe. Ces diagrammes aident à visualiser la structure d'un système, à identifier les classes clés ainsi que leurs propriétés et interactions, facilitant ainsi la communication au sein de l'équipe de développement. En pratique, ils sont essentiels pour concevoir, comprendre et documenter des systèmes logiciels complexes[47].

### **Diagramme de cas d'utilisation**

Le diagramme de cas d'utilisation est un outil de modélisation utilisé en génie logiciel pour représenter les interactions entre les acteurs et le système en question. Ces acteurs peuvent être internes, participant directement au fonctionnement du système, ou externes, interagissant avec lui de l'extérieur. En fournissant une vue claire des scénarios d'utilisation et des interactions entre les différents acteurs et le système, ce diagramme aide à comprendre les besoins fonctionnels du système et à concevoir des solutions adaptées.[48]

### **Diagramme de séquence**

Un diagramme de séquence est utilisé dans le génie logiciel et la conception de systèmes pour visualiser les interactions et la communication entre divers composants ou objets au sein d'un système. Les diagrammes de séquence sont particulièrement utiles pour décrire le comportement dynamique d'un système et la manière dont les différents composants collaborent pour réaliser une tâche ou un objectif spécifique[49].

### .3 Méthode SCRUM

Scrum est une méthode agile conçue spécifiquement pour les projets Web. Son principal avantage est de permettre aux développeurs de rester en phase avec les besoins du marché en évitant de concevoir des fonctionnalités inutiles ou non demandées. Cela favorise une approche itérative où les équipes peuvent rapidement réagir aux retours des utilisateurs et ajuster leur travail en conséquence, ce qui se traduit souvent par des produits finaux mieux adaptés aux besoins réels des clients.[50]

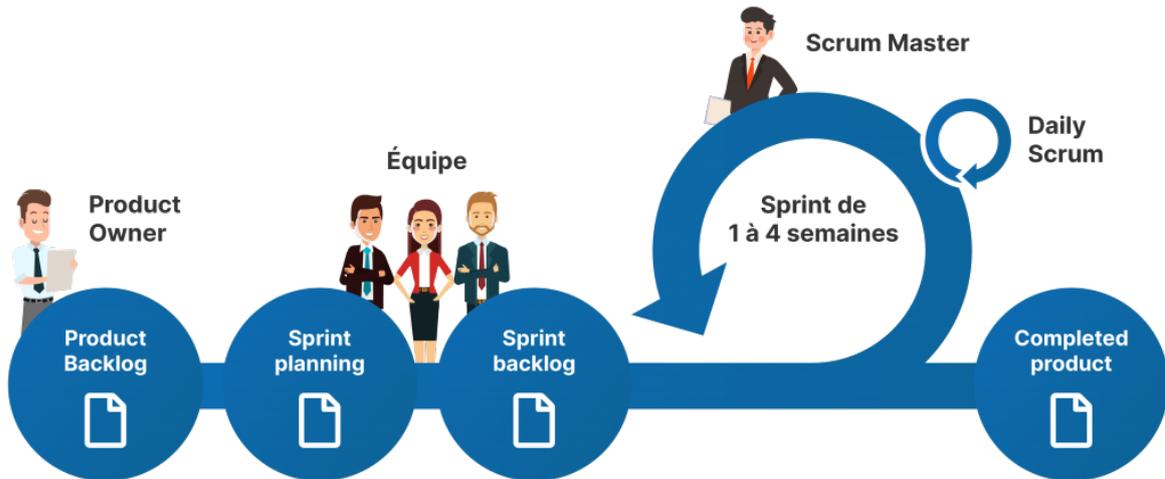


FIGURE 14 – Methode SCRUM.

#### \* Les principes de la méthode Scrum

- **La transparence** : Elle vise à faire en sorte que les parties prenantes (équipe projets, management et utilisateurs) partagent un langage commun et bénéficient de toutes les informations nécessaires à la compréhension du projet.[51]
- **L’inspection** : Elle a pour but de vérifier, via des évaluations régulières, que le développement est toujours en phase avec les demandes du client et qu’il ne dévie pas par rapport à ces dernières.[51]
- **L’adaptation** : La mise en œuvre de nouvelles mesures est nécessaire lorsqu’une inspection démontre des écarts sur les résultats mesurés.[51]

#### \* Équipe SCRUM

Les trois rôles essentiels dans Scrum définissent les principales responsabilités des membres de l’équipe Scrum, sans être des postes figés. Tout intitulé de poste, existant ou non, peut remplir l’un de ces rôles. Ces rôles fournissent une base minimale de responsabilités, mettant en avant l’empirisme, l’auto-organisation et l’amélioration continue au cœur de la méthodologie Scrum. Cela permet aux équipes de prendre en charge leur organisation et de continuer à progresser de manière efficace.[52]

**L'équipe de développement** : L'équipe de développement Scrum est composée de divers membres, pas seulement des ingénieurs, mais aussi des designers, des rédacteurs, etc., qui possèdent les compétences nécessaires pour réaliser le travail. Elle doit être capable de s'auto-organiser pour prendre des décisions et produire le travail tout au long du sprint. La mêlée quotidienne est un rituel important pour assurer la transparence, où l'équipe discute des avancées, des problèmes et des blocages. Le Scrum Master peut faciliter cette réunion, mais c'est à l'équipe de la diriger[52].

**Product Owner** : Le Product Owner Scrum joue un rôle central en comprenant et en articulant les exigences clients et métier pour créer et gérer le backlog produit. Il représente l'entreprise et guide l'équipe de développement vers la réalisation de la meilleure valeur possible. Sa responsabilité principale est de hiérarchiser le travail de manière à garantir l'efficacité de l'équipe et à maintenir la confiance avec l'entreprise. En étant le seul à fixer les priorités, le Product Owner assure la cohérence et la réussite des équipes Scrum dans un environnement agile qui nécessite une adaptation constante.[52]

**Scrum Master** : Le Scrum Master joue un rôle crucial en garantissant le bon fonctionnement de Scrum. Il aide le Product Owner à définir la valeur, l'équipe de développement à produire cette valeur, et l'équipe Scrum à s'améliorer continuellement. Le Scrum Master assure la transparence des activités de l'équipe, guide dans l'approche empirique du travail. Il assiste également lors des événements Scrum tels que la planification de sprint, la revue de sprint et la mêlée quotidienne.[52]

#### \* Les évènements de SCRUM

1. **La planification du Sprint** : Elle consiste à définir le travail à réaliser en collaboration avec toute l'équipe Scrum. Cette planification permet de définir l'objectif du Sprint et de créer le Sprint Backlog, qui regroupe les éléments sélectionnés et le plan de livraison[53].
2. **Le Sprint** : Est l'élément central de Scrum. Pendant le Sprint, l'équipe se concentre sur la réalisation de l'objectif du produit et s'engage à ne pas effectuer de changements qui pourraient compromettre cet objectif[53].
3. **Réunion quotidienne (Daily Meeting)** : Le Daily Meeting est une réunion de synchronisation quotidienne. Elle permet de discuter de l'avancement des tâches, d'éventuels problèmes, de favoriser l'entraide et de résoudre les blocages possibles[53].
4. **Revue du Sprint** : Le Sprint Review permet la rencontre de l'ensemble des parties prenantes du projet dans le but d'inspecter le produit (incrément). L'équipe présente à chaque fin de Sprint les avancées au client. Ces revues

permettent de capter son feedback et d'ajuster en conséquence[53].

5. **Rétrospective** : La rétrospective est une cérémonie qui s'effectue avec l'ensemble de l'équipe de développement une fois le Sprint terminé. En analysant les graphiques Scrum, en discutant librement et en prenant du recul avec le sprint écoulé, l'équipe cherche à améliorer les interactions entre individus, à gagner en bien-être et en motivation, en qualité produit, et de façon globale, à améliorer sa productivité[53].

### \* Artefacts Scrum

En Scrum, un artefact est un élément créé pour résoudre un problème. On en distingue trois :

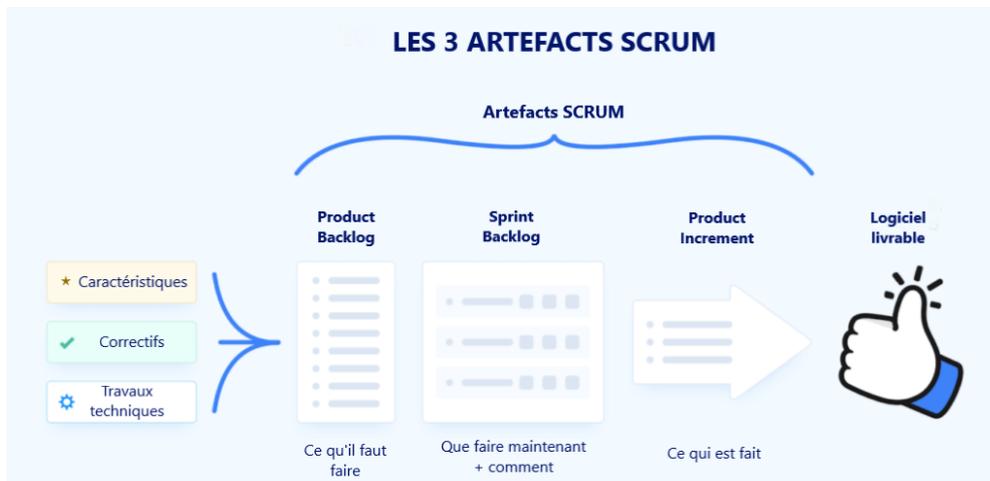


FIGURE 15 – Les artefacts SCRUM.

**Product backlog** : Le backlog produit représente une liste principale des travaux à accomplir, généralement établie par le chef de projet ou le responsable produit. Il est important de noter que toutes les tâches de cette liste ne seront pas nécessairement réalisées par l'équipe. Elles sont plutôt envisagées comme des options sur lesquelles l'équipe pourrait travailler pendant un sprint Scrum. Les chefs de projet doivent régulièrement réviser et mettre à jour le backlog produit en fonction des nouvelles données provenant des clients, du marché ou de l'équipe projet[52].

**Incrément** : L'incrément ou produit partiel représente le résultat obtenu à la fin d'un sprint. Il peut se présenter sous différentes formes telles qu'un produit, une fonctionnalité, une amélioration, une correction de bug, ou autre, selon les spécificités de votre équipe. Lors de l'analyse de sprint, cet incrément est présenté. À ce stade, il peut être déployé ou non, en fonction des avis des acteurs Scrum et de sa conformité aux critères définis pour être considéré comme "terminé"[52].

**Sprint backlog :** Le backlog de sprint est constitué des travaux ou des produits sur lesquels l'équipe se concentre pendant un sprint Scrum donné. Ces éléments sont choisis à partir du backlog produit lors de la réunion de planification du sprint, puis intégrés dans le plan de travail de l'équipe pour le sprint en question[52].

### \* Pourquoi utiliser SCRUM

La structure de méthode Scrum est claire et ses règles simples facilitent la communication et la planification du projet. Les Sprints à durée fixe permettent une meilleure estimation du temps nécessaire, tandis que la livraison rapide de produits fonctionnels satisfait les clients et utilisateurs finaux. Scrum met l'accent sur la qualité à chaque itération, favorisant une équipe pluridisciplinaire et autonome qui gagne en motivation et en performance[54].

# Conclusion Générale

Ce travail de fin d'études a été pour nous l'occasion de plonger dans le domaine des ERP, avec un focus particulier sur Odoo. Nous avons pu approfondir nos connaissances théoriques en conception de systèmes d'information et en développement d'applications.

Le défi principal était de comprendre et de traduire les exigences spécifiques du PDP en fonctionnalités intégrées dans un module ERP. Pour cela, nous avons effectué des recherches sur les logiciels de gestion de production existants sur le marché, ce qui nous a aidé à déterminer les fonctionnalités essentielles à inclure dans notre module.

Ce mémoire a exploré le développement et l'implémentation d'un module Plan Directeur de Production (PDP). nous avons pu intégrer ce module au sein de l'ERP open-source Odoo, permettant une gestion efficace et anticipative des besoins de production.

Les principaux avantages de ce module incluent la minimisation des coûts liés aux stocks, l'amélioration de la satisfaction client grâce à une production ajustée selon les prévisions de la demande, et une meilleure réactivité face aux fluctuations du marché. En intégrant des fonctionnalités de gestion d'entreprise et de traitement des données de production, le module PDP offre une solution robuste et flexible pour les entreprises souhaitant améliorer leur chaîne de production et de logistique.

Ce projet nous a également permis d'acquérir une compréhension approfondie des systèmes ERP et des défis associés à l'intégration de solutions ERP personnalisées. Pour des améliorations futures, nous envisageons d'intégrer des fonctionnalités avancées telles que l'intelligence artificielle pour la prévision de la demande et l'optimisation des stocks.

# Bibliographie

- [1] Qu'est-ce que la gestion de la chaîne d'approvisionnement? Consulté le 2024-03-20. [Online]. Available : <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/supply-chain-management>
- [2] Qu'est-ce que la chaîne logistique? Consulté le 2024-06-24. [Online]. Available : <https://optimflux.com/quest-ce-que-la-chaine-logistique/>
- [3] Les étapes de la chaîne d'approvisionnement. Consulté le 2024-04-10. [Online]. Available : <https://www.trade-easy.fr/les-etapes-de-la-chaine-dapprovisionnement/>
- [4] Les avantages et inconvénients de la gestion de la chaîne d'approvisionnement pour votre entreprise. Consulté le 2024-04-10. [Online]. Available : <https://www.financiere-foch.com/les-avantages-et-inconvenients-de-la-gestion-de-la-chaine-dapprovisionnement-pour-votre-entrepre>
- [5] 8 avantages de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Consulté le 2024-04-10. [Online]. Available : <https://www.americanexpress.com/fr-ca/entreprise/trends-and-insights/articles/8-avantages-de-la-gestion-de-la-chaine-dapprovisionnement/>
- [6] Fiche métier : Gestionnaire de stocks. Consulté le 2024-04-20. [Online]. Available : <https://www.cegos.fr/ressources/mag/fiches-metiers/les-metiers-de-la-logistique-et-de-la-supply-chain/fiche-metier-gestionnaire-de-stocks>
- [7] La gestion des stocks. [Online]. Available : <https://www.hellowork.com/fr-fr/metiers/gestionnaire-des-stocks.html>
- [8] Qu'est-ce que la gestion de stock et quel est son objectif? Consulté le 2024-04-23. [Online]. Available : <https://www.reactev.com/fr/blog/quest-ce-que-la-gestion-de-stock-et-ses-objectifs>
- [9] Gestion des stocks : définition, objectifs et stratégies d'optimisation. Consulté le

- 2024-05-29. [Online]. Available : <https://www.get-flowie.com/glossaire-achats/gestion-des-stocks-definition-objectifs-et-strategies-doptimisation>
- [10] Gestionnaire des stocks. Consulté le 2024-05-29. [Online]. Available : <https://www.hellowork.com/fr-fr/metiers/gestionnaire-des-stocks.html>
- [11] Quels sont les risques d'une mauvaise gestion de stocks? Consulté le 2024-05-04. [Online]. Available : <https://www.pixisoft.com/risques-mauvaise-gestion-de-stocks/>
- [12] Plafication detaillee. Consulté le 2024-05-03. [Online]. Available : <https://sucess-life.com/planification-detaillee/>
- [13] Chapitre 6 : management de ressources de la production (mrp2) : Partie i. Consulté le 2024-05-03. [Online]. Available : <https://istaofpptcours.blogspot.com/2016/03/i.html>
- [14] Mrp. Consulté le 2024-05-03. [Online]. Available : <https://www.faq-logistique.com/MRP.htm>
- [15] Erp digital : Quand scm et crm ne feront plus qu'un. Consulté le 2024-06-26. [Online]. Available : <https://www.zdnet.fr/blogs/green-si/erp-digital-quand-scm-et-crm-ne-ferez-plus-qu-un-39875681.htm>
- [16] L'histoire des logiciels erp. Consulté le 2024-05-03. [Online]. Available : <https://www.celge.fr/article-conseil/histoire-logiciels-erp>
- [17] KOMUGI - les différents niveaux de la planification industrielle : PIC, PDP, PDC, MRP, CBN et ordonnancement. Consulté le 2024-05-10. [Online]. Available : <https://www.komugi.io/fr/ressources/blog-fr/18-ordonnancement/49-quels-sont-les-niveaux-de-la-planification-industrielle.html>
- [18] Qu'est-ce que l'ERP ? [Online]. Available : <https://www.oracle.com/dz/erp/what-is-erp/>
- [19] Définition d'un erp. Consulté le 2024-06-26. [Online]. Available : <https://www.choisirmonerp.com/erp/definition-d-un-erp>
- [20] Un pic/pdp pour sage x3. Consulté le 2024-06-26. [Online]. Available : <https://www.kardol.fr/un-pic-pdp-pour-sage-x3/>
- [21] Mrpeasy. Consulté le 2024-06-26. [Online]. Available : <https://www.softwareadvice.com.sg/software/15744/mrpeasy>
- [22] Odoo. Consulté le 2024-05-08. [Online]. Available : [https://www.odoo.com/fr\\_FR](https://www.odoo.com/fr_FR)
- [23] Déploiement erp odoo. Consulté le 2024-06-23. [Online]. Available : <https://www.moore.sn/services/consulting-advisory/deploiement-erp-odoo>
- [24] An overview of module structure in odoo 16. Consulté le 2024-06-24. [Online]. Available : <https://www.cybrosys.com/blog/an-overview-of-module-structure-in-odoo-16>

- [25] T. Millan, *UML et les Bases de Données*, 2024. [Online]. Available : <https://www.irit.fr/~Thierry.Millan/CNAM-NFP107/UML%20et%20les%20Bases%20de%20Donn%C3%A9es.pdf>
- [26] Définition SASS (syntactically awesome style sheets) - bility - agence de développement web sur-mesure. Consulté le 2024-05-20. [Online]. Available : <https://bility.fr/definition-sass-syntactically-awesome-style-sheets/>
- [27] QWeb templates — documentation odoo 14.0. Consulté le 2024-05-20. [Online]. Available : <https://www.odoo.com/documentation/14.0/fr/developer/reference/javascript/qweb.html>
- [28] Présentation de bootstrap. Consulté le 2024-05-23. [Online]. Available : <https://www.pierre-giraud.com/bootstrap-apprendre-cours/introduction/>
- [29] Qu'est-ce que le XML? – le langage de balisage extensible (XML) expliqué – AWS. Consulté le 2024-05-23. [Online]. Available : <https://aws.amazon.com/fr/what-is/xml/>
- [30] What is python? executive summary. Consulté le 2024-05-23. [Online]. Available : <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- [31] Qu'est-ce que JavaScript? – JavaScript expliqué – AWS. Consulté le 2024-05-23. [Online]. Available : <https://aws.amazon.com/fr/what-is/javascript/>
- [32] Owl components — documentation odoo 17.0. Consulté le 2024-05-23. [Online]. Available : [https://www.odoo.com/documentation/17.0/fr/developer/reference/frontend/owl\\_components.html](https://www.odoo.com/documentation/17.0/fr/developer/reference/frontend/owl_components.html)
- [33] Créer ou modifier des fichiers .csv à importer dans outlook - support microsoft. Consulté le 2024-05-22. [Online]. Available : <https://support.microsoft.com/fr-fr/office/cr%C3%A9er-ou-modifier-des-fichiers-csv-%C3%A0-importer-dans-outlook-4518d70d-8fe9-46ad-94fa-1494247193c7>
- [34] Qu'est-ce PostgreSQL. Consulté le 2024-06-02. [Online]. Available : <https://www.oracle.com/fr/database/definition-postgresql.html>
- [35] DbVisualizer - DBMS tools. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://dbmstools.com/tools/dbvisualizer>
- [36] pgAdmin. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://www.saagie.com/fr/blog/technologie/pgadmin/>
- [37] Qu'est-ce que discord et quelle est son utilité? Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://store.epicgames.com/fr/news/what-is-discord-and-what-is-it-used-for>
- [38] Présentation de git et de GitHub. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://www.pierre-giraud.com/git-github-apprendre-cours/presentation-git-github/>

- [39] Télécharger adobe illustrator pour windows, mac - telecharger.com. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : [https://www.01net.com/telecharger/multimedia/cao\\_et\\_dao/adobe-illustrator.html](https://www.01net.com/telecharger/multimedia/cao_et_dao/adobe-illustrator.html)
- [40] draw.io [wiki ubuntu-fr]. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://doc.ubuntu-fr.org/draw.io>
- [41] Définition visual studio code - bility - agence de développement web sur-mesure. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://bility.fr/definition-visual-studio-code/>
- [42] Ubuntu-fr | accueil. Consulté le 2024-06-03. [Online]. Available : <https://www.ubuntu-fr.org/>
- [43] Charte graphique : définition, intérêt et exemples. Consulté le 2024-05-20. [Online]. Available : <https://www.eskimo.fr/charte-graphique/>
- [44] C. Deluzarche. Définition | UML | futura tech. Consulté le 2024-05-10. [Online]. Available : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-uml-3979/>
- [45] G. Booch, J. Rumbaugh, and I. Jacobson, *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley, 1998.
- [46] Logiciel de diagramme de contexte. Consulté le 2024-05-20. [Online]. Available : <https://www.lucidchart.com/pages/fr/exemple/logiciel-diagramme-de-contexte>
- [47] M. Blaha and J. Rumbaugh, *Object-Oriented Modeling and Design with UML*. Pearson Education, 2005.
- [48] J. Rumbaugh, I. Jacobson, and G. Booch, *The Unified Modeling Language Reference Manual, Second Edition*. Addison-Wesley Professional, 2004. [Online]. Available : [https://www.oreilly.com/library/view/unified-modeling-language/0321245628/0321245628\\_ch04lev1sec7.html](https://www.oreilly.com/library/view/unified-modeling-language/0321245628/0321245628_ch04lev1sec7.html)
- [49] M. Alam. Qu'est-ce qu'un diagramme de séquence? diagrammes de définition et de séquence en UML. [Online]. Available : <https://ideascale.com/fr/blogues/quest-ce-que-le-diagramme-de-sequence/>
- [50] La méthode SCRUM pour les nuls. Consulté le 2024-05-10. [Online]. Available : <https://www.ignition-program.com/tuto/la-methode-scrum-pour-les-nuls>
- [51] C. Aubry and F. Beaugard, *Scrum : le guide pratique de la méthode agile la plus populaire*, ser. Etudes, développement et intégration. Dunod. [Online]. Available : <https://books.google.dz/books?id=9kS5ngEACAAJ>
- [52] Atlassian. Une analyse approfondie des rôles au sein de l'équipe scrum. Consulté le 2024-05-10. [Online]. Available : <https://www.atlassian.com/fr/agile/scrum/roles>

- [53] K. Schwaber and J. Sutherland, “The scrum guide : The definitive guide to scrum : The rules of the game,” November 2017, available at <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>.
- [54] Slack. Méthode scrum : Une approche agile incontournable. [Online]. Available : <https://slack.com/intl/fr-fr/blog/productivity/methode-scrum>

## Résumé

L'objectif de ce projet était de concevoir et de réaliser un module Odoo libre d'accès appelé Plan Directeur de Production (PDP) pour optimiser la gestion de la production dans les entreprises manufacturières.

Ce module permet d'anticiper les besoins de production, de minimiser les coûts liés aux stocks et d'améliorer la satisfaction client en ajustant la production selon les prévisions de la demande. Le développement de ce module a été réalisé sous Linux en utilisant la méthode SCRUM et le langage de modélisation unifié (UML) pour la conception. Nous avons intégré ce module au sein de l'ERP open-source Odoo, exploitant ses fonctionnalités de gestion d'entreprise pour collecter et traiter les données nécessaires à l'établissement des prévisions de production.

**Mots clés :** Plan Directeur de Production, Odoo, ERP, gestion de la production, optimisation des stocks, prévisions de la demande, LINUX, SCRUM, UML.

## Abstract

The aim of the project was to design and develop an open-source Odoo module called Master Production Planning (MPS) to optimise production management in manufacturing companies.

This module makes it possible to anticipate production needs, minimise stock-related costs and improve customer satisfaction by adjusting production according to demand forecasts. The module was developed under Linux using the SCRUM method and the Unified Modelling Language (UML) for the design. We integrated this module into the Odoo open-source ERP, using its business management functions to collect and process the data needed to draw up production forecasts.

**Keywords :** Master Production Planning, Odoo, ERP, production management, stock optimisation, demand forecasting, LINUX, SCRUM, UML.