

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Sadik Benyahia de Jijel  
Faculté des Sciences Exactes et informatique  
Département d'Informatique



*Mémoire de fin d'étude*  
*pour obtention du diplôme Master de*  
*Recherche en Informatique*

Option : *Systeme d'information et aide à la décision*

Thème

Conception et réalisation d'un SI pour la  
gestion, l'analyse et la prévision des  
données pharmaceutiques

Réalisé par :

BOUKROUH BILAL.

BETATACHE MOHAMMED.

Encadré par :

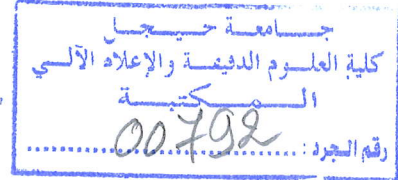
Mr. YAHIAOUI ABDELBAKI

Promotion : 2018/2019.

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Sadik Benyahia de Jijel  
Faculté des Sciences Exactes et informatique  
Département d'Informatique

inf.siaj 04/19



*Mémoire de fin d'étude*  
*pour obtention du diplôme Master de*  
*Recherche en Informatique*

Option : *Systeme d'information et aide à la décision*

Thème

Conception et réalisation d'un SI pour la  
gestion, l'analyse et la prévision des  
données pharmaceutiques

Réalisé par :

BOUKROUH BILAL.

BETATACHE MOHAMMED.

Encadré par :

Mr. YAHIAOUI ABDELBAKI



Promotion : 2018/2019.



※ *Remerciements* ※

Nous tenons à remercier en premier lieu le Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Nous remerciments s'adressent aussi à Mr YAHIAOUI ABDELBAKI, qui nous fussions le grand honneur d'accepter d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier très sincèrement l'ensemble des membres du jury qui nous fussions le grand honneur d'accepter de juger notre travail.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciments à tous nos amies, qui nous ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

*\* Dédicaces \**

*Nous dédions ce modeste travail à :*

- \* Nos très chères parents ;*
- \* Nos frères ;*
- \* Toutes Nos familles ;*
- \* Nos amies et collègues.*

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>1</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>5</b>
<b>Table des figures</b>	<b>7</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>8</b>
<b>1 Santé et domaine pharmaceutique</b>	<b>10</b>
1.1 La santé publique . . . . .	10
1.1.1 Introduction . . . . .	10
1.1.2 La notion de santé . . . . .	10
1.1.3 Le droit à la santé . . . . .	11
1.1.4 La notion de santé publique . . . . .	11
1.1.5 La prévention . . . . .	12
1.2 Les produits pharmaceutiques . . . . .	12
1.2.1 Définition . . . . .	12
1.2.2 Médicament . . . . .	13
1.2.3 Classification des médicaments . . . . .	13
1.3 Conclusion . . . . .	14
<b>2 Système d'information et leur développement</b>	<b>15</b>
2.1 Système d'information . . . . .	15
2.2 Introduction . . . . .	15
2.2.1 Définition . . . . .	15
2.2.2 Les principales sources de système information . . . . .	16
2.2.3 La place du système d'information dans l'organisation . . . . .	17
2.2.4 Les qualités de système d'information . . . . .	19
2.2.5 Les outils du système d'information . . . . .	19
2.2.6 Le rôle de système d'information . . . . .	20
2.3 Le génie logiciel . . . . .	21
2.4 UML . . . . .	21
2.5 Cycles de vie du logiciel . . . . .	22



2.5.1	Cycle en Cascade . . . . .	22
2.5.2	Cycle en V . . . . .	23
2.5.3	Cycle en Y . . . . .	24
2.5.4	Autre . . . . .	24
2.6	Le processus 2TUP . . . . .	25
2.6.1	Diagramme d'UML utilisé : . . . . .	27
2.7	Système d'information décisionnel . . . . .	31
2.8	Conclusion . . . . .	32
<b>3</b>	<b>Séries Chronologiques</b> . . . . .	<b>33</b>
3.1	Introduction . . . . .	33
3.2	Définition . . . . .	33
3.3	Description d'une série chronologique . . . . .	33
3.3.1	tendance . . . . .	33
3.3.2	composante saisonnière . . . . .	34
3.3.3	composante résiduelle . . . . .	34
3.3.4	phénomènes accidentels . . . . .	35
3.3.5	phénomène cyclique . . . . .	35
3.4	Objectifs principaux . . . . .	35
3.5	Description schématique de l'étude complète d'une série chronologique . . . . .	36
3.5.1	Correction des données . . . . .	36
3.5.2	Observation de la série . . . . .	37
3.5.3	Modélisation . . . . .	38
3.5.4	Analyse de la série à partir de ses composantes . . . . .	39
3.5.5	Diagnostic du modèle . . . . .	39
3.5.6	Prédiction . . . . .	39
3.6	Conclusion . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Prévision</b> . . . . .	<b>40</b>
4.1	Introduction . . . . .	40
4.2	Définition . . . . .	40
4.3	Méthodes de prévisions . . . . .	40
4.3.1	La méthode des moyennes mobiles . . . . .	41
4.3.2	La méthode de lissage exponentiel simple . . . . .	42
4.3.3	La méthode des moindres carrées . . . . .	43
4.4	Régression Linéaire simple . . . . .	47
4.4.1	Régression simple . . . . .	48
4.4.2	Prévision avec la régression linéaire simple . . . . .	50
4.5	prévision et réseau de neurones . . . . .	52
4.5.1	Prévision par le Perceptron Multi-Couche(MLP) . . . . .	52

4.5.2	Long Short Term Memory (LSTM) . . . . .	54
4.6	Conclusion . . . . .	55
<b>5</b>	<b>Conception</b> . . . . .	<b>56</b>
5.1	Introduction . . . . .	56
5.2	Présentation du domaine . . . . .	56
5.3	Étude préliminaire . . . . .	57
5.3.1	Identification des acteurs . . . . .	57
5.3.2	Identifier les messages . . . . .	57
5.4	Capture des besoins . . . . .	59
5.4.1	Besoins fonctionnels . . . . .	59
5.4.2	Besoins opérationnels . . . . .	59
5.5	Identification des cas d'utilisation . . . . .	60
5.5.1	Élaboration du diagramme des cas d'utilisation . . . . .	60
5.6	Diagramme de séquence . . . . .	68
5.6.1	Diagramme de séquence pour le scénario « Ajouter commandes » . . . . .	69
5.7	Diagramme de classe . . . . .	69
5.7.1	Responsabilité des classes . . . . .	70
5.8	Besoin technique . . . . .	72
5.8.1	Spécifications techniques du point de vue matériel . . . . .	72
5.8.2	Spécification d'architecture . . . . .	72
5.9	Modélisation de la base de données de l'application . . . . .	74
5.10	Conception du modèle multidimensionnel : . . . . .	74
5.11	Alimentation de l'entrepôt : . . . . .	76
5.11.1	Préparation et transformation des données : . . . . .	76
5.11.2	Génération et exécution de requêtes d'alimentation : . . . . .	80
5.12	Conclusion . . . . .	81
<b>6</b>	<b>Implémentation</b> . . . . .	<b>82</b>
6.1	Introduction . . . . .	82
6.2	Outils utilisés . . . . .	82
6.2.1	MySQL Workbench . . . . .	82
6.2.2	Visual Studio Code . . . . .	82
6.2.3	IntelliJ IDEA . . . . .	82
6.2.4	WEKA . . . . .	83
6.3	Technologies utilisées . . . . .	83
6.3.1	Node JS . . . . .	83
6.3.2	Java . . . . .	83
6.3.3	React . . . . .	83
6.3.4	React Native . . . . .	83

---

6.3.5	MySQL . . . . .	83
6.3.6	TensorFlow.js . . . . .	84
6.3.7	Spark . . . . .	84
6.4	La structure du système . . . . .	84
6.4.1	L'architecture REST . . . . .	84
6.4.2	Partie I : Système opérationnel . . . . .	84
6.4.3	Partie II : Système décisionnel . . . . .	87
6.5	Interfaces . . . . .	89
6.5.1	Application mobile . . . . .	89
6.5.2	Retirer produit du stock . . . . .	90
6.5.3	Ajouter produit/commande . . . . .	90
6.5.4	Historique . . . . .	91
6.5.5	Recherche manuel . . . . .	91
6.5.6	Paramètre . . . . .	92
6.6	Application web . . . . .	93
6.6.1	Interface d'accueil . . . . .	93
6.6.2	Interface d'analyse . . . . .	93
6.6.3	Interface de Prévision . . . . .	94
6.7	Résultats de la prévision . . . . .	94
6.8	Conclusion . . . . .	97
	<b>Bibliographie</b>	<b>99</b>



# Liste des tableaux

5.1	Spécification des messages . . . . .	58
5.2	Structure du fichier finale . . . . .	77
5.3	Génération des données finales . . . . .	79
5.4	Table de consommation . . . . .	80
5.5	Transformation forma . . . . .	80

# Table des figures

2.1	système d'information et système informatique . . . . .	16
2.2	source de système d'information[4] . . . . .	17
2.3	la place de système d'information dans l'organisation[4] . . . . .	18
2.4	Les différents types de diagrammes UML . . . . .	21
2.5	Modèle du cycle en cascade . . . . .	22
2.6	Cycle en V . . . . .	23
2.7	Cycle en Y . . . . .	24
2.8	Le système d'information soumis à deux natures de contraintes . . . . .	25
2.9	Le processus de développement en Y . . . . .	26
2.10	Diagramme de cas d'utilisation . . . . .	27
2.11	Diagramme de classes . . . . .	28
2.12	Diagramme de packages . . . . .	28
2.13	Diagramme de séquence . . . . .	29
2.14	Diagramme de composants . . . . .	30
2.15	Diagramme de déploiement . . . . .	31
3.1	Exemples de séries chronologiques . . . . .	34
3.2	Évolution du trafic voyageur SNCF de 1960 à 1980 (à gauche) et évolution annuelle (à droite) . . . . .	37
4.1	projection d'une courbe de tendance par lissage exponentiel . . . . .	43
4.2	Projection de la droite des moindres carrés . . . . .	45
4.3	MLP pour une série temporelle . . . . .	53
4.4	La série temporelle générée par simulation . . . . .	54
5.1	diagramme de contexte dynamique de système . . . . .	57
5.2	diagramme des cas d'utilisation fonctionnelle . . . . .	60
5.3	diagramme des cas d'utilisation technique . . . . .	65
5.4	Diagramme de séquence . . . . .	69
5.5	Diagramme de classe . . . . .	70
5.6	Responsabilité des classes . . . . .	71
5.7	Diagramme de déploiement . . . . .	72
5.8	Diagramme de composants . . . . .	73

---

5.9	Schéma de base de données . . . . .	74
5.10	Schéma de base de données . . . . .	75
5.11	Structure des dossiers et fichiers . . . . .	76
6.1	Diagramme de composants . . . . .	84
6.2	Middleware d'identification. . . . .	86
6.3	Structure d'application mobile . . . . .	87
6.4	Structure d'application web. . . . .	88
6.5	Interface de connexion . . . . .	89
6.6	Retirer produit du stock . . . . .	90
6.7	Ajouter produit/commande . . . . .	90
6.8	Interface historique . . . . .	91
6.9	recherche manuel . . . . .	91
6.10	Interface Paramètre . . . . .	92
6.11	Interface d'accueil . . . . .	93
6.12	Interface d'analyse . . . . .	93
6.13	Interface des résultats de prévision tabulaire . . . . .	94
6.14	Interface des résultats de prévision graphique . . . . .	94



# Introduction générale

Une entreprise crée de la valeur en traitant de l'information, en particulier dans le cas des sociétés de service. Ainsi, l'information possède une valeur d'autant plus grande qu'elle contribue à atteindre des objectifs de l'organisation.

Un système d'information (noté SI) représente l'ensemble des éléments participant à la gestion, au traitement, au transport et à la diffusion de l'information au sein de l'organisation.

En plus des systèmes d'information opérationnels, la mise en place d'un système décisionnel permet d'apporter des réponses efficaces à tous les niveaux de l'entreprise. Cet aspect décisionnel est présent dans les organisations depuis de nombreuses années, il revêt l'apparence de rapports et de tableaux de bord mais aussi il peut consister à l'application de plusieurs algorithmes, de prévision par exemple, pour estimer les valeurs futures en se basant sur les données historiques.

## Problématique :

Le domaine des produits pharmaceutiques est un domaine très riche en données, généralement hétérogènes du fait de l'existence, par exemple de plusieurs noms commerciaux désignant un même produit.

Si on prend le cas d'un établissement public de santé de proximité (EPSP) comme celui de Jijel, la quantité des produits pharmaceutiques consommés augmente d'année en année et le cumul de ces données au fil des années rend l'opération de leur exploitation difficile sinon impossible d'une façon manuelle ou traditionnelle. Le recours à un système opérationnel de gestion et un autre système décisionnel de prévision devient donc une nécessité accrue.

## Objectif :

Notre projet s'inscrit dans le cadre décrit précédemment, il consiste à réaliser un système d'analyse et de gestion pour la pharmacie de l'EPSP (Établissement Public de Santé de Proximité) de JIJEL. Ce système aura la capacité de faire une gestion complète et des

prédictions des besoins en produits pharmaceutiques basées sur les données historiques, après les avoir traitées.

Notre système complet est composé de deux sous-systèmes : le premier sous-système est un système opérationnel basé sur le modèle client-serveur qui aura la responsabilité de gérer le flux de données dans la pharmacie. Le deuxième sous-système est un système d'analyse / décision qui est également basé sur le modèle client-serveur. Ce deuxième sous-système aura la responsabilité de stocker les données historiques agrégées afin d'effectuer des analyses décisionnelles et des prévisions à l'aide de plusieurs algorithmes.

## Organisation du mémoire

Nous avons organisé notre mémoire en six chapitres :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la représentation du domaine de travail qui est la santé d'un façon générale et le domaine pharmaceutique plus précisément avec la représentation des médicaments et leurs classification qui nous intéresse d'une façon particulière.
- ✓ Le deuxième chapitre est dédié à la représentation générale et la définition d'un system d'information avec ces outils de développements tels que les modèles UML, les cycles de vie, le processus 2TUP....etc, ainsi que les des notions qui lui sont liées tels que ces principes, sa palace dans l'organisation. Ce chapitre parle aussi des systèmes d'information décisionnels.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré à la description générale d'une série chronologique avec ces composantes (tendance, composante saisonnière, composante résiduelle...etc),il décrit aussi les objectifs liés à l'étude d'une série chronologique et les étapes principale d'une étude complète d'un série chronologique à partir de la correction des données jusqu'à la prédiction.
- ✓ Dans le quatrième chapitre, nous parlons de la prévision, ces méthodes linéaires comme la méthode des moyenne mobiles, la méthode des moindres carrées..etc, ainsi que les méthodes basées sur le réseau de neurone comme la méthode MLP et la méthode LSTM.
- ✓ Le Cinquième chapitre est consacré à la conception de notre système, après la représentation de cas d'étude dans notre travail on va établir une première partie basée sur les étapes du de processus 2TUP pour la conception du système d'information, ensuite dans la deuxième partie on procède à la conception du modèle multidimensionnel et l'alimentation de l'entrepôt.
- ✓ Le sixième chapitre est consacré à l'implémentation du système, avec la spécification des outils et technologies utilisés, l'architecture de nos deux applications (mobile et web) et la présentation des différentes maquettes des applications.
- ✓ Enfin,nous terminerons par une conclusion.



# Santé et domaine pharmaceutique

## 1.1 La santé publique

### 1.1.1 Introduction

Dans notre travail on s'intéresse au domaine pharmaceutique et quand on parle de ce domaine, forcément on doit identifier la santé comme un domaine plus général.

Le présent chapitre met en avant le domaine fonctionnel étudié, le domaine de la santé et plus précisément le domaine pharmaceutique, dans lequel nous agissons afin d'y apporter une contribution informatique.

Les définitions de la santé et des produits pharmaceutiques seront passées en revue avant de se focaliser sur la classification des médicaments qui est très importante pour notre projet.

### 1.1.2 La notion de santé

Selon les personnes, la maladie et la santé ne sont pas interprétées de la même manière. Il n'en existe pas de définition unique. Si on définit classiquement la santé comme « l'absence de maladie » ou, plus poétiquement avec Paul Valéry, comme « le silence des organes », l'organisation mondiale de la santé (OMS) en donne en 1946 une définition plus large, « un état complet de bien-être physique, mental et social, [qui] ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité », et fixe ainsi l'objectif à atteindre pour tous les hommes. La santé est une valeur importante pour l'individu car la maladie est perçue comme une menace. Toutefois, la santé individuelle est un état d'équilibre qu'il faut chercher à préserver. Il s'agit de prendre en compte l'individu malade mais aussi son environnement familial et social. Pour conserver sa santé, c'est-à-dire un équilibre physique, mental et social, l'homme doit satisfaire ses besoins vitaux (boire, manger), indispensables au maintien de la vie et au bien-être physique, et s'adapter à son environnement. Les besoins secondaires varient selon les individus ou les groupes sociaux (besoins psychologiques, affectifs, intellectuels qui correspondent au bien-être mental et social). En 1977, l'objectif de l'OMS était de faire



accéder, en 2000, la population mondiale « à un niveau de santé qui lui permette de mener une vie socialement et économiquement productive », objectif non atteint, bien que le droit à la santé soit un principe fondamental, inscrit dans les textes.[1]

### 1.1.3 Le droit à la santé

L'affirmation du droit à la santé est inscrite dans les textes fondamentaux internationaux. Elle est apparue pour la première fois dans la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen de 1789.

- La Déclaration des droits de l'homme de 1789 : « Toute personne a droit à un niveau de vie suffisant pour assurer sa santé, son bien-être et ceux de sa famille ».
- Le Préambule de la Constitution française de 1946 et 1958 : « La Nation assure à l'individu et à la famille les conditions nécessaires à leur développement. »
- La Charte des droits fondamentaux de l'Union européenne de 2000, qui « reconnaît et respecte le droit d'accès aux prestations de sécurité sociale et aux services sociaux ».

Le droit d'être soigné sans discrimination, quelle que soit sa condition économique et sociale, et de bénéficier d'une vie décente est ainsi un droit fondamental. Il doit permettre l'égalité dans l'accès aux soins, aux institutions, à la prévention, à un environnement sain.[1]

### 1.1.4 La notion de santé publique

#### 1.1.4.1 Définition

La santé publique est la discipline qui s'occupe de la santé globale d'une population sous ses aspects préventifs, curatifs et éducatifs. Pour l'OMS, il s'agit de « la prise en charge collective de la santé d'une population dans son milieu de vie, qu'il s'agisse de soins, prévention, éducation ou hygiène sociale ». Sa mission est de protéger les individus et d'améliorer leur bien-être. Les actions à mener portent sur l'individu, ses comportements et son environnement.[1]

#### 1.1.4.2 Politique de santé

La politique de santé recouvre un ensemble d'actions, de textes, de moyens humains et budgétaires qu'un État met en œuvre pour lutter contre les formes de maladie et assurer la protection sociale. Le livre des plans de santé publique de mai 2011 présente les actions menées à travers cinq points regroupant les différents plans mis en place :

- santé générale des populations (plan gouvernemental de lutte contre les drogues et les toxicomanies, deuxième programme national nutrition santé, plan autisme)
- maladies chroniques (plan Cancer, plan Alzheimer et maladies apparentées, plans d'action nationale « accidents vasculaires cérébraux » 2010-2014...)
- risques infectieux (plan national de lutte contre le VIH/SIDA et les IST, plan national contre les maladies nosocomiales 2009-2013...)

- santé environnementale (plan national de santé environnement PNSE2, plan de santé au travail 2010-2014...)
- préparation et gestion des alertes sanitaires (plan national canicule, plan grand froid, plan hiver...).

Un problème de santé devient collectif lorsqu'il remet en cause l'équilibre de la société par son importance. C'est le cas par exemple du cancer, des accidents de la route, des crises sanitaires (sida, grippe aviaire H5N1, grippe H1N1). Les progrès médicaux, une meilleure hygiène de vie et la prévention ont permis de maîtriser des maladies infectieuses (poliomyélite par exemple), mais d'autres maladies sont apparues, liées aux conditions de vie. Les maladies émergentes se développent aussi avec la croissance démographique, la promiscuité urbaine, les déplacements d'animaux, de personnes, et prennent la forme d'épidémies ou de pandémies (à l'échelle planétaire).[1]

### 1.1.5 La prévention

La prévention est l'ensemble des mesures qui visent à limiter et éviter l'apparition, le développement et l'aggravation des maladies (campagnes d'information, vaccinations, dépistages, lois, etc.). Trois niveaux de prévention sont à distinguer :

- la prévention primaire vise à empêcher la survenue de la maladie ou de l'accident (vaccinations, surveillance de l'eau, de l'habitat) ;
- la prévention secondaire correspond au dépistage précoce (service de santé au travail, en milieu scolaire) ;
- la prévention tertiaire vise à limiter les conséquences (rééducation, réinsertion sociale).

La politique de prévention comporte des mesures de politique générale, des mesures incitatives visant à responsabiliser les individus (grâce à l'éducation sanitaire dès le plus jeune âge pour modifier les comportements, comme dans le cas de l'obésité) et des mesures coercitives (lois pour les accidents de la route par exemple).[1]

## 1.2 Les produits pharmaceutiques

### 1.2.1 Définition

Les produits pharmaceutiques sont des substances chimiques, naturelles ou synthétiques utilisés à des fins médicales à usage humain ou vétérinaire. Ils sont composés généralement d'un ou plusieurs excipient(s) et d'une ou plusieurs substance(s) active(s), c'est cette substance active qui est développée dans le but d'avoir un effet bénéfique sur des cibles biologiques. Dans l'environnement, la présence de cette substance active peut au contraire, induire des effets néfastes sur des organismes vivants.[2]

Au sens de la loi sanitaire du 16/02/1985, relative à la protection et la promotion de la santé : « les produits pharmaceutiques comprennent les médicaments, les réactifs biologiques, les produits chimiques officinaux, les produits galéniques, les objets de pansement et tous les autres



produits nécessaires à la médecine humaine et vétérinaire »[3]

## 1.2.2 Médicament

Cette définition est donnée par la loi sanitaire algérienne du 16/02/1985 :

« On entend par médicament, toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, tous produits pouvant être administrés à l'homme ou à l'animal en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger, modifier leurs fonctions organiques.» (Article 170) « Sont également assimilés à des médicaments :

- les produits d'hygiène et produits cosmétiques contenant des substances vénéneuses à des doses et concentrations supérieures à celles fixées par arrêté du ministère de la santé,
- les produits diététiques ou destinés à l'alimentation animale qui renferment des substances non alimentaires leur conférant des propriétés sur la santé humaine » (Article 171)

L'article 170 définit le médicament de 2 manières : par la présentation et par la fonction.

L'article 171 définit le médicament par sa composition : produits d'hygiène ou diététiques.[2]

## 1.2.3 Classification des médicaments

Les médicaments se distinguent principalement en 2 classes :

### 1.2.3.1 Médicaments homéopathiques

- ce sont des substances qui provoquent chez un individu sain des symptômes retrouvés chez un malade à qui ils peuvent donner la guérison.

### 1.2.3.2 Médicaments allopathiques

- ce sont des produits dont l'action sur l'homme sain occasionne des phénomènes morbides hors que ceux observés chez le malade. Ils constituent le traitement habituel des maladies
- Ces médicaments allopathiques comprennent ceux destinés à la médecine humaine et ceux destinés à la médecine vétérinaire
- Parmi ceux destinés à la médecine humaine ; la législation distingue 3 catégories :

**(1.2.3.1) Médicaments magistraux :** ce sont de médicaments préparés extemporanément à l'officine, à l'agence pharm. ou à l'hôpital, conformément à l'ordonnance du médecin, du chirurgien dentiste voir une sage femme, qui en précisent la formule détaillée exacte. C'est un médicament adapté et destiné à un seul malade. Ces préparations pharmaceutiques constituent l'essentiel de l'activité dans une officine avant l'avènement de l'industrie pharmaceutique, puis la reproduction des médicaments est devenue marginalisée.[2]

(1.2.3.2) **Médicaments officinaux** : ces produits sont fabriqués par les industriels pharmaceutiques et livrés au pharmacien qui en assure le conditionnement et la vente dans son officine. En principe, ces médicaments doivent être figurés à la nomenclature nationale de être détenus constamment à la disposition des pharmaciens.[2]

(1.2.3.3) **Médicaments génériques** : médicament identique ou équivalent à celui d'une marque appelé « médicament princeps » mais produit et vendu sous Dénomination Commune Internationale.[2]

### 1.3 Conclusion

Dans ce chapitre, un tour d'horizon a été fait afin de définir le domaine de la santé publique et ce que le domaine pharmaceutique et les médicaments peuvent apporter comme contribution à une démarche d'intérêt publique et scientifique.



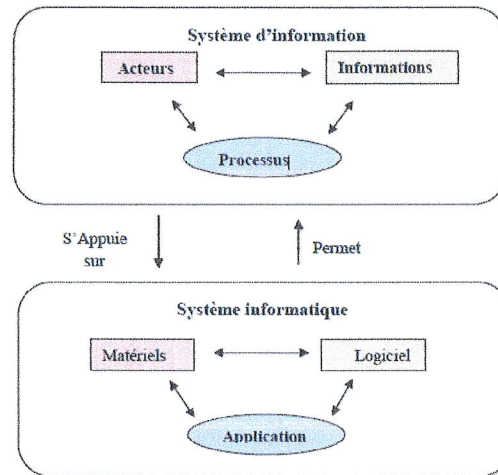


FIGURE 2.1 – système d'information et système informatique

## 2.2.2 Les principales sources de système information

(2.2.2.1) **Données** : sous des formes variées (chiffre, texte, images, sons...) ses ressources essentiellement matérialiser l'information détenue par l'organisation. Elles sont la matière première sur laquelle le système d'information agit, elles sont traitées à l'aide de modèle qui expriment des connaissances, et permet de déduire un résultat ou une action[4]

(2.2.2.2) **Logiciel et procédure** : il constitue la description formelle des opérations effectuée (les programmes : les système d'exploitations, traitement des textes, feuille de paie. Les procédures : saisies, correction d'erreur distribution des chèques de paie)[4]

(2.2.2.3) **Matériel** : le système d'information repose des technologies numériques de l'information (réseaux ordinateur, unité périphériques, station de travail, papier...)[4]

(2.2.2.4) **personne** : il y a pas du système d'information sans personne, sans acteur : se sont soit des utilisateurs de système, employés, cadre qui pour la réalisation de leurs taches, utilisent l'information produit par le système et ces possibilités d'automatisation ou qui alimente le système.[4]

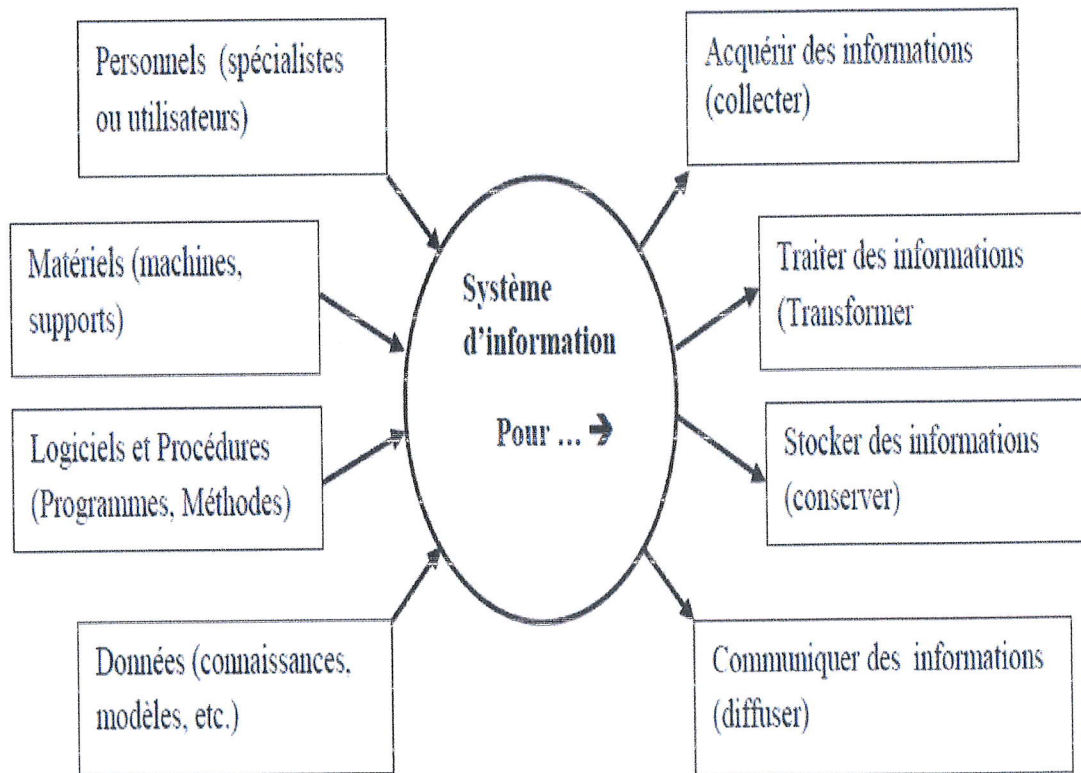


FIGURE 2.2 – source de système d'information[4]

### 2.2.3 La place du système d'information dans l'organisation

Le système d'information assure le couplage organisationnel entre les systèmes opérationnel et les systèmes de pilotage. Un de ces rôles essentiels est de maîtriser l'entropie dans le déroulement du processus de croissance de l'organisation. L'organisation est vue comme un système vivant et ouvert, intégré dans un environnement lui-même composé d'autres systèmes avec lesquels il entre en interaction. On constate que le système d'information est donc un élément composant d'un système qui assure le couplage organisationnel entre les modules opérationnels qui assurent les prouesses de transformation des flux entrant en flux sortants créateur des valeurs ajoutées et les modules pilotes qui prennent les décisions et contrôlent les résultats obtenus.[4]

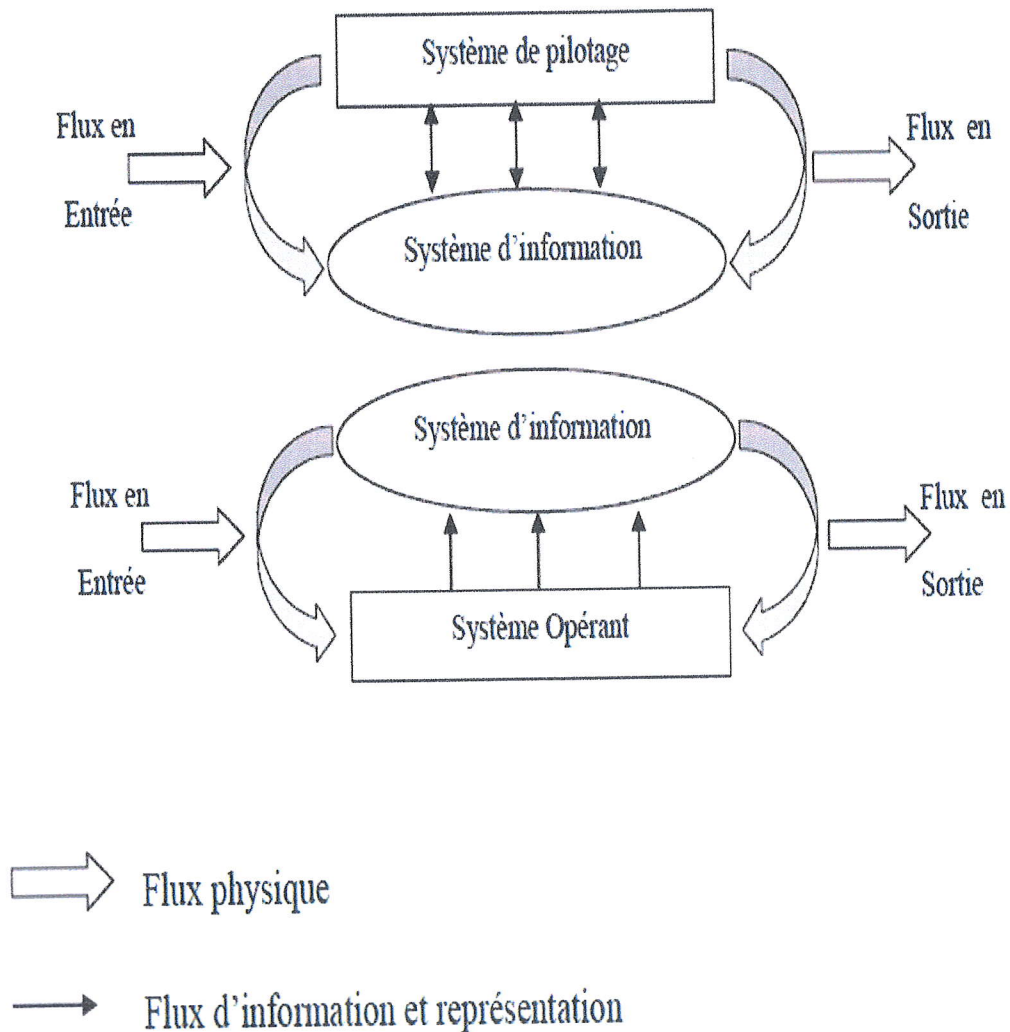


FIGURE 2.3 – la place de système d'information dans l'organisation[4]

D'après le schéma, le système d'information de l'entreprise se situe entre deux sous système : le système opérationnel et le système de pilotage. Il assure le traitement des données pour produire des informations utiles au sous-système de pilotage et pour servir de base de la décision. Ces informations qui sont souvent liées entre elles, par exemple : le contrôleur de gestion gère des informations à partir des données de vente et de production. Il traite en suite ces données pour aider au pilotage de l'entreprise. La qualité et l'exhaustivité des informations sont primordiales pour le système de pilotage. À ce niveau, les décideurs de l'entreprise sont confrontés à des réalités très complexes. Chaque sous système du système-entreprise produit ses propres indicateurs et prend des décisions. Cependant, plus on se trouve en haut dans la pyramide, plus les informations extérieures prennent de l'importance.



## 2.2.4 Les qualités de système d'information

(2.2.4.1) **la rapidité** : le système d'information doit diffuser l'information rapidement car elle a une durée très périssables, les gestionnaire de base de données ont permis via réseaux locaux et publique de mettre à disposition de tous les utilisateurs une masse d'information mise à jour instantanément en une seule fois.[4]

(2.2.4.2) **La fiabilité** : ou intégrité des informations : c'est à dire conforme à la réalité, ou le plus proche possible, attentions aux rumeurs, aux bruits[4]

(2.2.4.3) **la pertinence** : le système d'information doit procurer à chaque agent toutes les informations dont il a besoin et uniquement celle-là.[4]

(2.2.4.4) **confidentialité** : quand cela doit être, tout doit être pour éviter les fuites (mot de passe clé d'accès...).[4]

## 2.2.5 Les outils du système d'information

Le système d'information joue un rôle intégrateur à deux niveaux :

- Dans la définition d'un langage commun (véritable cœur d'information et de connaissances partagées par l'ensemble des membres de l'entreprise).
- La mise en oeuvre d'une base d'informations partagées (système de collecte, d'analyse et de diffusion des données de l'organisation).

Sur ce dernier point, il faut insister sur la nécessité de mettre en oeuvre un système de tableau de bord opérationnel. Deux tendances vont dans ce sens : la création de Data Warehouse et la mise en place de logiciel intégré type ERP.[4]

a- **Le Data Warehouse (entrepôt de données) : « stockage centralisé des données. » :**

Concept informatique visant à regrouper dans une unité centralisée, accessible via un réseau, toutes les informations disponibles dans une société. Le Data Warehouse permet une meilleure diffusion de l'information en présentant les informations non pas sous forme brute mais d'une manière directement utilisable par les différents services de l'entreprise. Le Data Warehouse permet à la fois d'extraire à fréquence régulière venant des bases de production et de modéliser ces données afin de les analyser sous forme de tableaux croisés.[4]

b- **Les systèmes d'information intégrés (ERP : Enterprise Resource Planning) :**

Désignés souvent par le terme français Progiciel de Gestion Intégrée (PGI), proposés par des entreprises comme SAP et Oracle, conçus à l'origine pour améliorer le processus CPL (Commande, production, livraison) des entreprises, ils ont pour



objectif de « traiter l'ensemble des fonctions administratives et commerciales de l'entreprise (finance, production, vente, comptabilité, ressources humaines etc.) Dans une perspective de gains de productivité d'amélioration de la qualité, de diminution des couts et des délais de fabrication comme de livraison. »

Les différentes applications opérationnelles (gestion des achats, stock, gestions commerciale...) prennent en charge les différents processus de décisions. Il existe des applications transversales (outils bureautiques, messagerie...) partagées par l'ensemble du système. Les données sont partagées et gérées de façon centralisée.

Enfin les utilisateurs ont accès à l'ensemble des informations en fonction des autorisations définies (chaque membre est identifié par un code d'accès via internet).

Dans un système d'information classique, on trouve fréquemment un ERP "Enterprise Resource planning" : ou PGI "Entreprise Resource Planning" qui prennent en compte plusieurs domaines de la gestion des ressources humaines et de l'entreprise en général.[4]

### 2.2.6 Le rôle de système d'information

- A- Le SI est une aide pour la prise de décision :** Le Système d'information permet aux responsables d'obtenir les informations qui leurs sont nécessaires pour les prises de décision .Ils vont pouvoir étudier plus facilement les conséquences possibles de leur décision .le Système d'information va aussi permettre d'automatiser certain décisions.[4]
- B- Le SI est un outil de contrôle de l'évolution d'organisation :** Le Système d'information va permettre de détecter des dysfonctionnements interne ou des situations anormal pour que cet outil soit opérationnel; le Système d'information doit être la « mémoire collective » de l'organisation cela en gardant constamment une trace de chaque information.[4]
- C- Le SI est un outil de coordination des déférentes activités de l'entreprise :** Le Système d'information va aussi fournir des informations sur le présent, elles seront les mêmes pour l'ensemble des services et seront mises à jour régulièrement .tout le monde est informé de mêmes manières selon son accès aux informations.[4]

## 2.3 Le génie logiciel

Le génie logiciel est la discipline informatique rassemblant l'ensemble des techniques et méthodes permettant la mise en oeuvre d'un produit logiciel.

En suivant cette définition, la préoccupation du génie logiciel est de rationaliser la production du logiciel afin d'optimiser les contraintes de coût, de temps et de qualité. Pour cela, un intérêt particulier est porté à la façon de modéliser les systèmes logiciels et leurs architectures. Différentes approches ont été proposées telles que l'approche orientée objet, l'utilisation de frameworks ou de langages de description d'architectures, etc[5].

## 2.4 UML

UML (Unified Modeling Language) est un langage de modélisation graphique destiné à visualiser, analyser, spécifier, construire des logiciels orientés objets.

UML est aujourd'hui considéré comme un standard autant dans le milieu industriel qu'académique. Il propose un ensemble de diagrammes afin de couvrir l'ensemble des besoins de modélisation potentiellement nécessaires à la conception des logiciels, ce qui le rend relativement complet et générique. Ainsi, au travers des 14 types de diagrammes (figure 2.4), UML permet de modéliser les aspects statiques et dynamiques des systèmes complexes et de couvrir la plupart des phases du développement logiciel (analyse, conception, implantation, déploiement, etc.)[5].

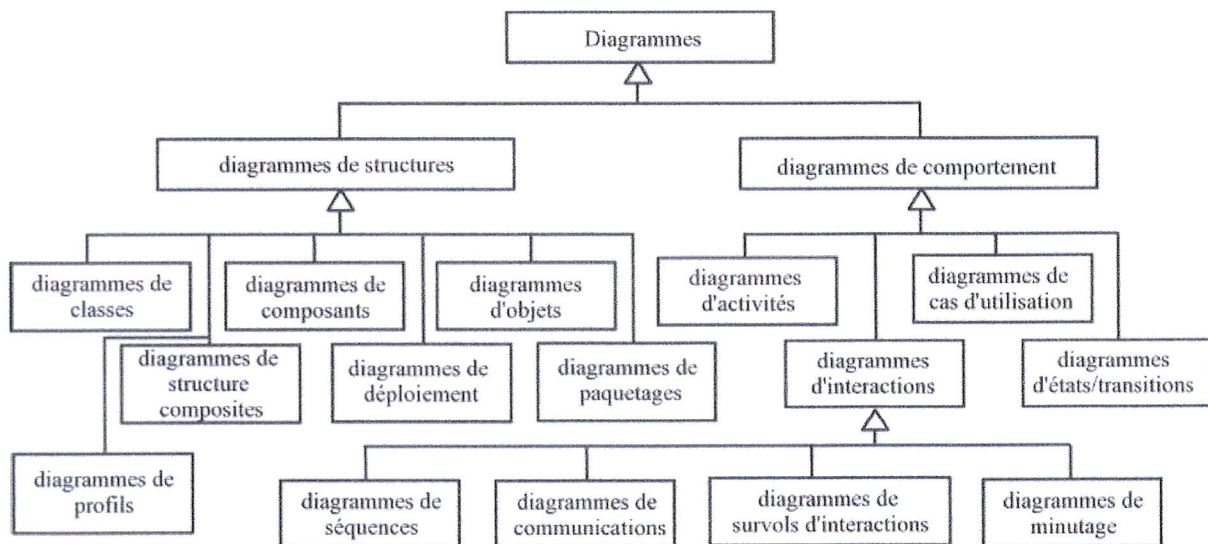


FIGURE 2.4 – Les différents types de diagrammes UML

## 2.5 Cycles de vie du logiciel

### 2.5.1 Cycle en Cascade

Le cycle en cascade est typiquement un cycle de développement prédictif. Provenant du bâtiment, il part du principe que la construction nécessite, en général, un enchaînement logique ; la couverture d'une maison ne peut pas être effectuée sans avoir préalablement fait les fondations. Il définit une démarche de développement séquentiel (figure 2.5) où chaque phase conduit à la production d'un ou plusieurs livrable(s) qui doivent être validés avant d'être utilisés lors de la phase suivante.

Le modèle en cascade nécessite la définition d'un planning détaillé qui énonce toutes les étapes et réalisations attendues. Différentes activités d'analyse, de conception, d'implantation, de tests et d'intégration sont effectuées afin de converger vers l'obtention du système logiciel final. Initialement, le modèle en cascade est un cycle de développement purement séquentiel, cependant, diverses possibilités d'itération ou de retour vers les phases amont ont ensuite été intégrées au modèle. Ces itérations permettent de vérifier les produits obtenus au fil du développement et ainsi fournir plus de souplesse à la conception[5].

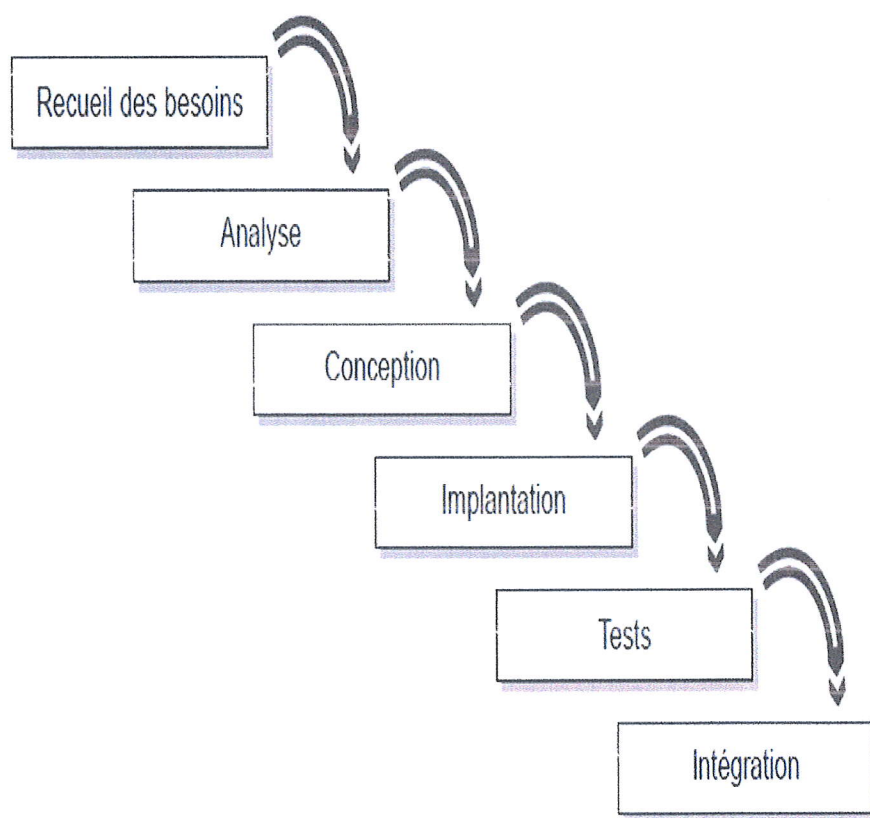


FIGURE 2.5 – Modèle du cycle en cascade



## 2.5.2 Cycle en V

Le cycle en V est l'un des cycles les plus connus et utilisés (figure 2.6). C'est un cycle de type prédictif qui a été défini pour remédier aux lacunes du cycle en cascade qui manque de réactivité face aux erreurs découvertes lors de la conception, du développement ou encore de l'analyse. La structure en V du cycle a l'avantage de mettre en vis à vis les activités de développement et de tests permettant de mieux préciser les documents à partager entre ces phases, notamment les rapports de tests et les modifications qu'il est nécessaire d'apporter pour corriger les erreurs. Ainsi, lors de la phase montante du cycle, toutes les réalisations doivent être testées et validées[5].

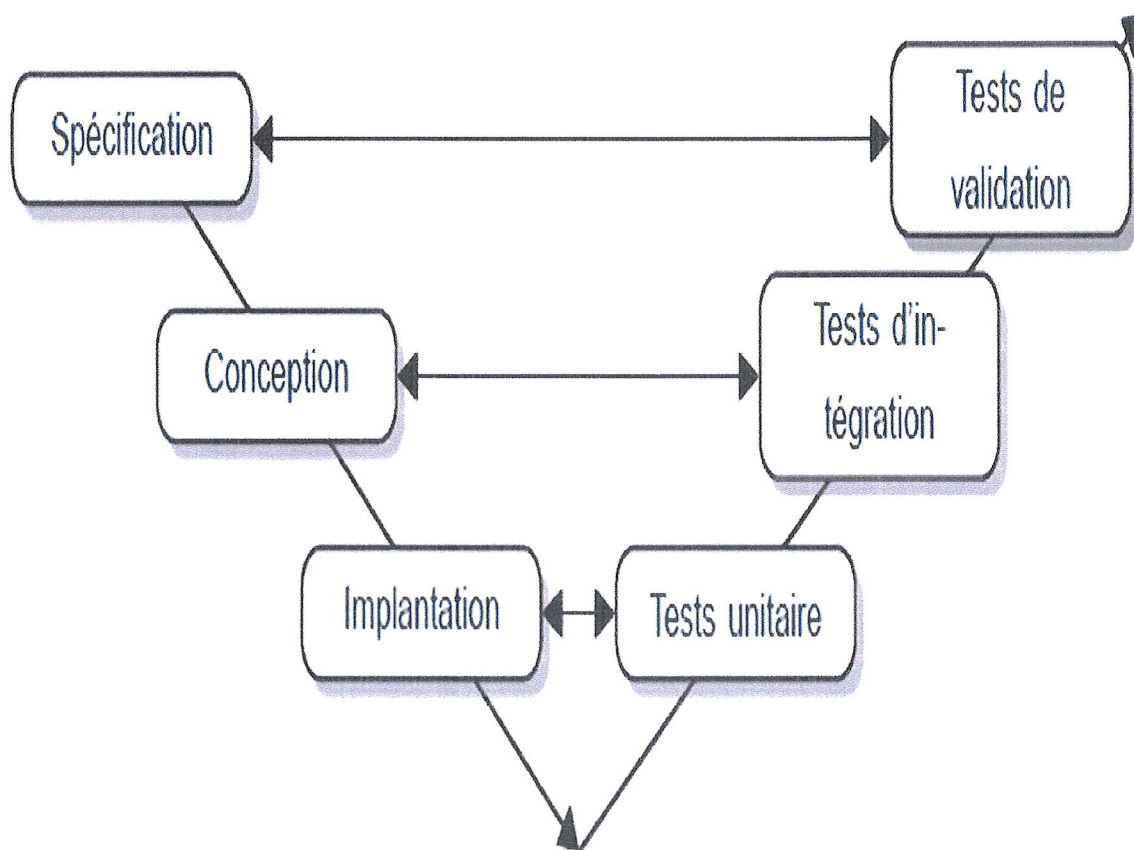


FIGURE 2.6 – Cycle en V

Depuis les années 80, le cycle en V est considéré comme un standard du développement logiciel et de la gestion de projet dans les industries. A la suite du cycle en V sont apparues diverses variantes telles que, par exemple, le cycle en W qui propose d'effectuer deux cycles en V successivement, le premier servant à la conception d'un prototype de l'application, le second à construire l'application finale[5].



### 2.5.3 Cycle en Y

Dans son principe, le cycle de développement en Y, est proche du cycle en cascade dont il reprend l'aspect descendant. Son intérêt est de séparer les préoccupations concernant les aspects fonctionnels liés au domaine métier et les aspects techniques liés aux solutions technologiques à employer pour la mise en oeuvre.

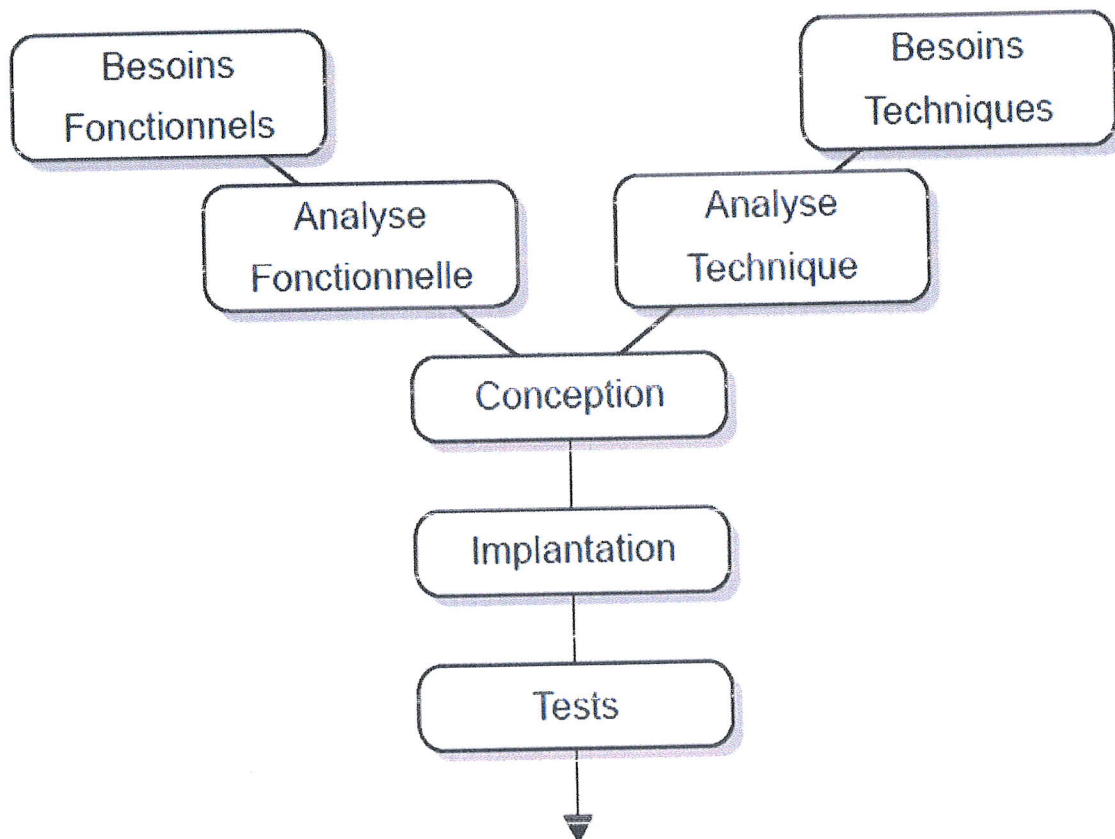


FIGURE 2.7 – Cycle en Y

Avec le MDA (Model Driven Architecture), un cycle en Y orienté modèle a été proposé afin de séparer les spécifications fonctionnelles et les spécifications techniques. Cette approche a pour avantage de fournir un modèle plus rationnel de la gestion des modèles et de l'utilisation des transformations de modèles employées lors de la phase de conception pour faire coïncider les modèles techniques et fonctionnels (employés également lors de la phase d'implantation sous la forme de génération de code)[5].

### 2.5.4 Autre

Il y a d'autres cycles classiques comme le cycle en Cascade, cycle plus récente se situe entre une approche prédictive et une méthode agile comme Cycle avec Prototypage Rapide (RAD) ou Unified Process UP, avec des approches agile comme Scrum.

## 2.6 Le processus 2TUP

2TUP signifie « 2 Track Unified Process ». C'est un processus UP qui apporte une réponse aux contraintes de changement continu imposées aux systèmes d'information de l'entreprise. En ce sens, il renforce le contrôle sur les capacités d'évolution et de correction de tels systèmes. « 2 Track » signifie littéralement que le processus suit deux chemins. Il s'agit des chemins « fonctionnels » et « d'architecture technique », qui correspondent aux deux axes de changement imposés au système informatique[6].

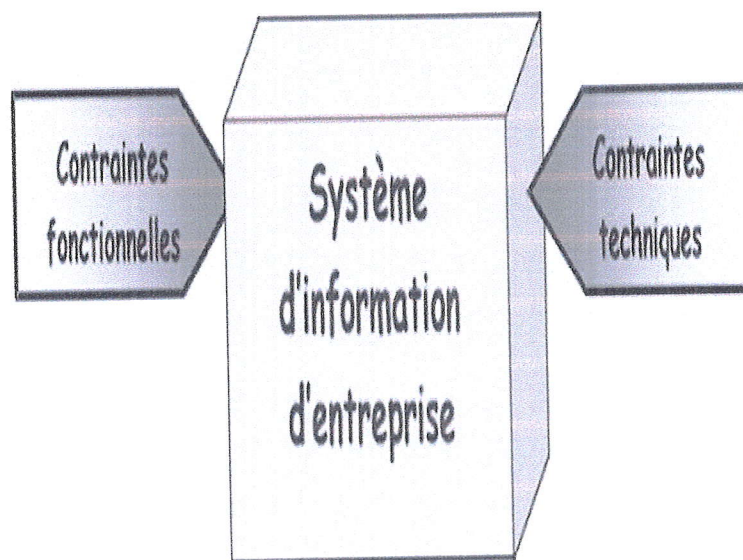


FIGURE 2.8 – Le système d'information soumis à deux natures de contraintes

L'axiome fondateur du 2TUP consiste à constater que toute évolution imposée au système d'information peut se décomposer et se traiter parallèlement, suivant un axe fonctionnel et un axe technique. Pour illustrer cet axiome, prenons les trois exemples suivants :

1. une agence de tourisme passe des accords avec une compagnie aérienne de sorte que le calcul des commissions change. En l'occurrence, les résultats issus de la branche fonctionnelle qui évoluent pour prendre en compte la nouvelle spécification.
2. cette même entreprise décide d'ouvrir la prise de commande sur le Web. Si rien ne change fonctionnellement, en revanche, l'architecture technique du système évolue.
3. cette entreprise décide finalement de partager son catalogue de prestations avec les vols de la compagnie aérienne. D'une part, la fusion des deux sources d'informations imposera une évolution de la branche fonctionnelle, d'autre part, les moyens techniques de synchronisation des deux systèmes conduiront à étoffer l'architecture technique du

système. L'étude de ces évolutions pourra être menée indépendamment, suivant les deux branches du 2TUP[6].

À l'issue des évolutions du modèle fonctionnel et de l'architecture technique, la réalisation du système consiste à fusionner les résultats des deux branches. Cette fusion conduit à l'obtention d'un processus de développement en forme de Y, comme illustré par la figure 2.9.

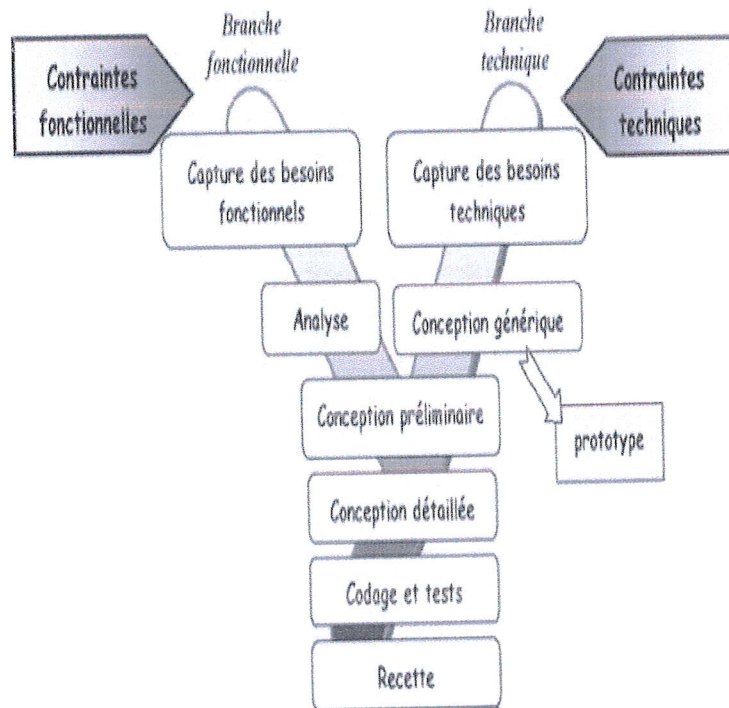


FIGURE 2.9 – Le processus de développement en Y

#### (2.6.0.1) La branche gauche (fonctionnelle) comporte :

- \* la capture des besoins fonctionnels, qui produit un modèle des besoins focalisé sur le métier des utilisateurs. Elle qualifie au plus tôt le risque de produire un système inadapté aux utilisateurs. De son côté, la maîtrise d'oeuvre consolide les spécifications et en vérifie la cohérence et l'exhaustivité l'analyse, qui consiste à étudier précisément la spécification fonctionnelle de manière à obtenir une idée de ce que va réaliser le système en termes de métier. Les résultats de l'analyse ne dépendent d'aucune technologie particulière[6].

#### (2.6.0.2) La branche droite (architecture technique) comporte :

- \* la capture des besoins techniques, qui recense toutes les contraintes et les choix dimensionnant la conception du système. Les outils et les matériels sélectionnés ainsi que la prise en compte de contraintes d'intégration avec l'existant conditionnent généralement des pré-requis d'architecture technique



- \* la conception générique, qui définit ensuite les composants nécessaires à la construction de l'architecture technique. Cette conception est la moins dépendante possible des aspects fonctionnels. Elle a pour objectif d'uniformiser et de réutiliser les mêmes mécanismes pour tout un système. L'architecture technique construit le squelette du système informatique et écarte la plupart des risques de niveau technique. L'importance de sa réussite est telle qu'il est conseillé de réaliser un prototype pour assurer sa validité[6].

### (2.6.0.3) La branche du milieu comporte :

- \* la conception préliminaire, qui représente une étape délicate, car elle intègre le modèle d'analyse dans l'architecture technique de manière à tracer la cartographie des composants du système à développer.
- \* la conception détaillée, qui étudie ensuite comment réaliser chaque composant.
- \* l'étape de codage, qui produit ces composants et teste au fur et à mesure les unités de code réalisées
- \* l'étape de recette, qui consiste enfin à valider les fonctions du système développé[6].

### 2.6.1 Diagramme d'UML utilisé :

- \* Le diagramme de cas d'utilisation représente la structure des fonctionnalités nécessaires aux utilisateurs du système. Il est utilisé dans les deux étapes de capture des besoins fonctionnels et techniques[6].

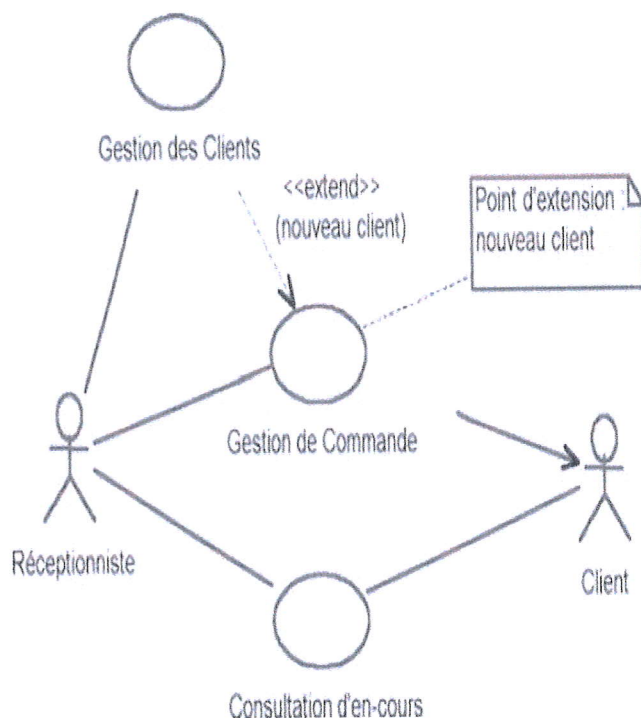


FIGURE 2.10 – Diagramme de cas d'utilisation



\* Le diagramme de classes est généralement considéré comme le plus important dans un développement orienté objet. Sur la branche fonctionnelle, ce diagramme est prévu pour développer la structure des entités manipulées par les utilisateurs. le diagramme de classes représente la structure d'un code orienté objet, ou au mieux les modules du langage de développement[6].

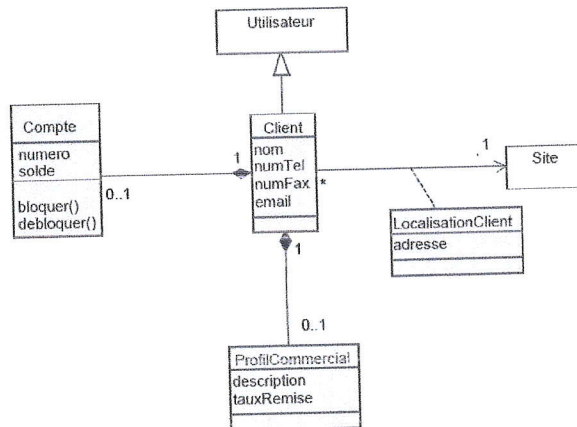


FIGURE 2.11 – Diagramme de classes

\* Le diagramme de packages est l'officialisation par UML 2.0 d'une pratique d'UML 1.x qui consiste à utiliser un diagramme de classes pour y représenter la hiérarchie des modules (catégories) d'un projet[6].

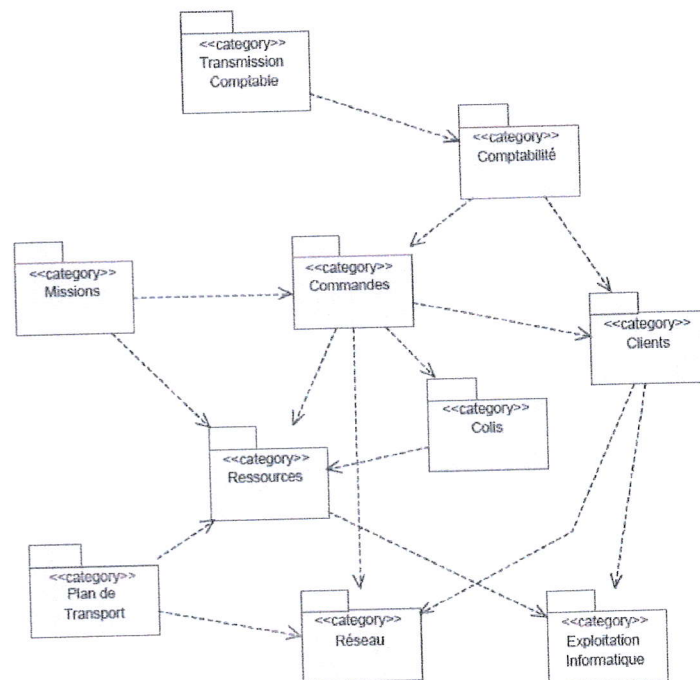


FIGURE 2.12 – Diagramme de packages

\* Le diagramme de séquence est un diagramme d'interaction UML. Il représente les

échanges de messages entre objets, dans le cadre d'un fonctionnement particulier du système. Le diagramme de séquence sert à développer en analyse les scénarios d'utilisation du système[6].

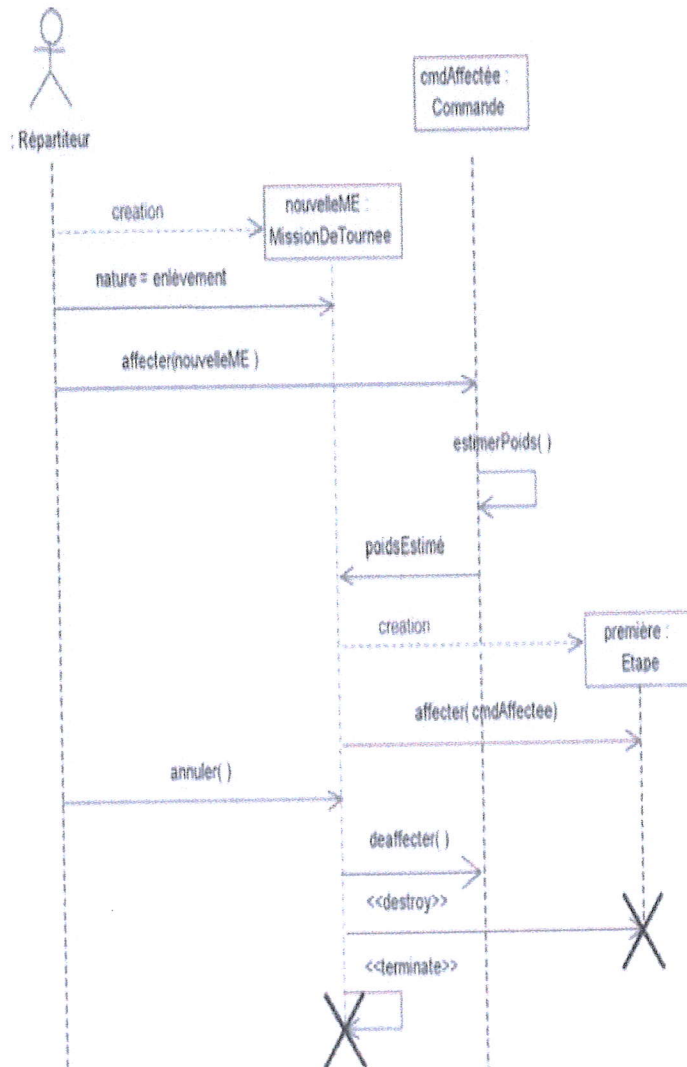


FIGURE 2.13 – Diagramme de séquence

- \* Le diagramme de composants représente les concepts connus de l'exploitant pour installer et dépanner le système. Il s'agit dans ce cas de déterminer la structure des composants d'exploitation que sont les bibliothèques dynamiques, les instances de bases de données, les applications, les progiciels, les objets distribués, les exécutable, etc[6].

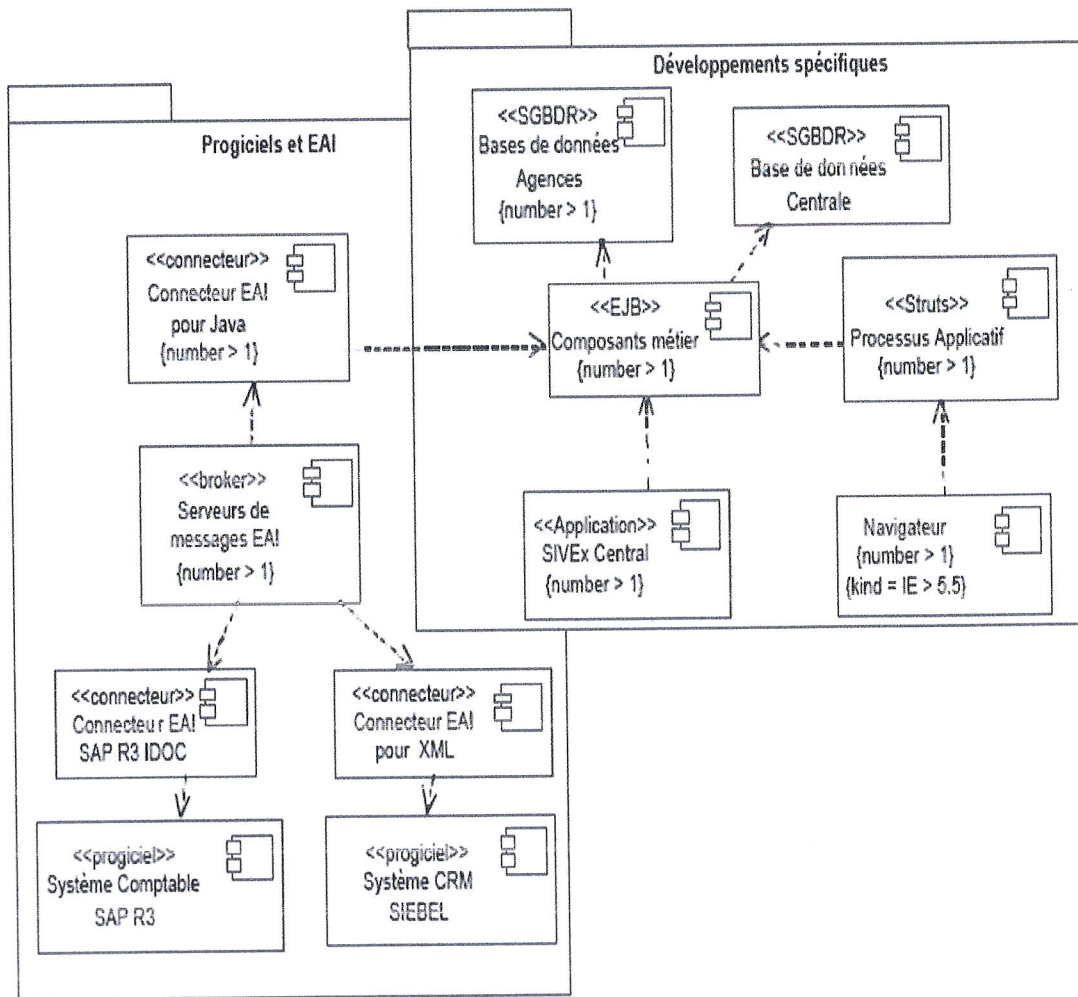


FIGURE 2.14 – Diagramme de composants

\* Le diagramme de déploiement correspond à la fois à la structure du réseau informatique qui prend en charge le système logiciel, et la façon dont les composants d'exploitation y sont installés[6].



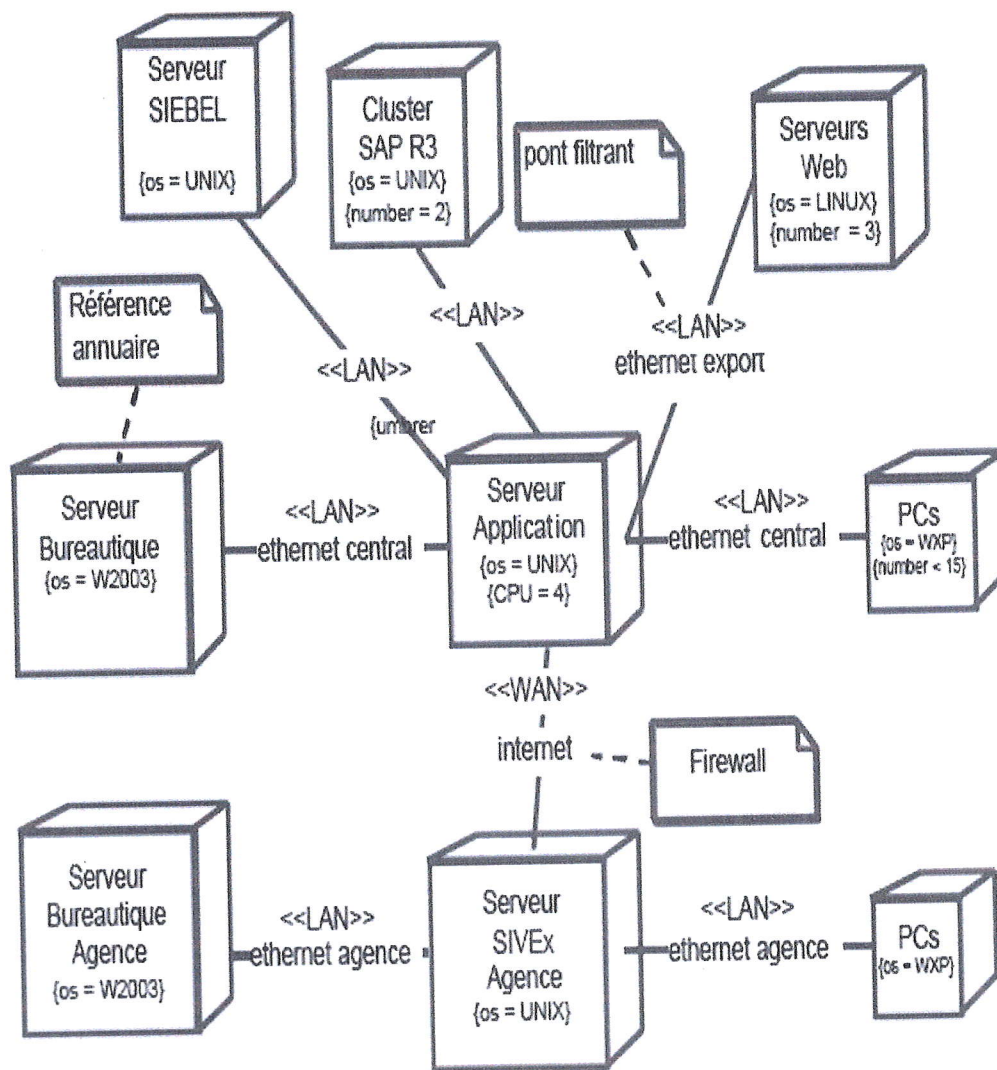


FIGURE 2.15 – Diagramme de déploiement

## 2.7 Système d'information décisionnel

Pour des raisons techniques, qui existent toujours en partie aujourd'hui, les systèmes d'information de gestion ont été historiquement structurés en deux sous systèmes : l'un dit opérationnel qui prend en charge la réalisation des opérations au jour le jour et l'autre dit décisionnel qui fournit des informations pour définir la stratégie, piloter les opérations et analyser les résultats[7].

Un système décisionnel est donc avant tout un moyen qui a pour but de faciliter la définition et la mise en oeuvre de stratégies gagnantes. Mais il ne s'agit pas de définir une stratégie une fois pour toute, mais d'être à même de continuellement s'adapter à son environnement, et de le faire plus vite que ses concurrents. Pour cela il convient de bien

comprendre son environnement, d'ajuster ses interactions avec lui en faisant les meilleurs choix de cibles et d'actions. Concrètement le chemin à suivre peut être caractérisé par les quatre objectifs suivants : comprendre son environnement, se focaliser sur des cibles, aligner son organisation et mettre en oeuvre les plans d'actions nécessaires[7].

Un système décisionnel va en particulier aider au pilotage des plans d'actions (prévision, planification, suivi), à l'apprentissage (acquisition de savoir faire, de connaissances, de compétences) et à la réalisation d'innovations incrémentales (adaptation du modèle d'affaires : produits/services, organisation, etc). Les systèmes décisionnels traditionnels permettent de faire l'analyse des activités déjà réalisées et d'en tirer des enseignements pour les activités futures, pour cela ils utilisent des données plus ou moins récentes (au mieux mises à jour quotidiennement). Les systèmes décisionnels plus avancés gèrent des données plus fraîches (certaines sont mises à jour en quasi temps réel), automatisent des décisions et supportent en temps réel des opérations (centre d'appels, web par exemple)[7].

## 2.8 Conclusion

Le système d'information s'inscrit désormais comme l'une des valeurs très importantes en matière de transmission d'informations et de développement des connaissances. dans ce chapitre nous avons parlé de la modélisation des systèmes d'informations avec UML et plus particulièrement le processus 2TUP que nous utiliseront pour la conception de notre système.

# Séries Chronologiques

## 3.1 Introduction

Dans ce chapitre nous détaillons la notion des séries chronologiques (temporelles), les composants principaux qui produisant une série (tendance, composante saisonnière, composante résiduelle...). nous passons en vue aussi l'objectif d'étudier une série temporelle et les étapes à suivre pour son parfaite exploitation.

## 3.2 Définition

La théorie des séries chronologiques (ou temporelles) est appliquée de nos jours dans des domaines aussi variés que l'économétrie, la médecine ou la démographie. On s'intéresse à l'évolution au cours du temps d'un phénomène, dans le but de décrire,expliquer puis prévoir ce phénomène dans le futur. On dispose ainsi d'observations à des dates différentes,c'est à dire d'une suite de valeurs numériques indicées par le temps.Exemple : On peut songer par exemple à l'évolution du nombre de voyageurs utilisant le train, à l'accroissement relatif mensuel de l'indice des prix ou encore à l'occurrence d'un phénomène naturel (comme le nombre de taches solaires).[8]

## 3.3 Description d'une série chronologique

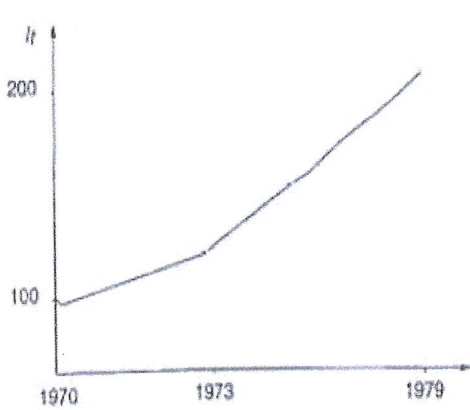
On considère qu'une série chronologique ( $X_t$ ) est la resulta de différentes composantes fondamentales :

### 3.3.1 tendance

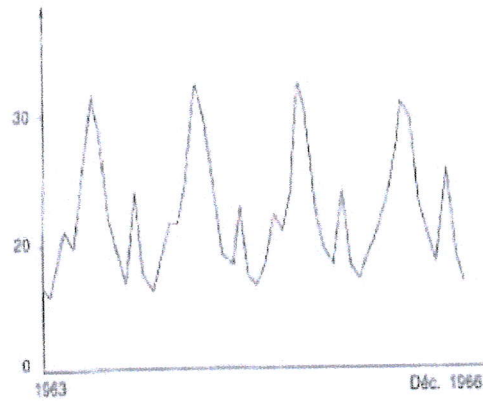
la tendance (ou trend) ( $Z_t$ ) représente l'évolution à long terme de la série étudiée. Elle traduit le comportement "moyen" de la série.[8]

Par exemple, la série "a" de la Figure 3.1 a tendance 'a augmenter de façon linéaire.

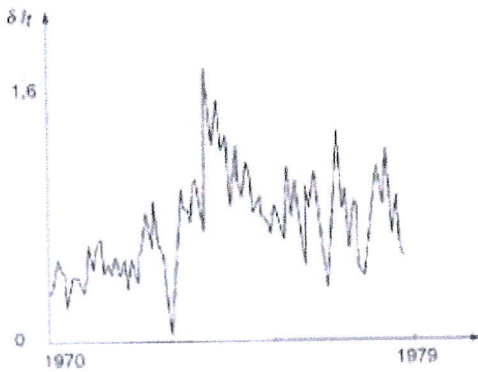




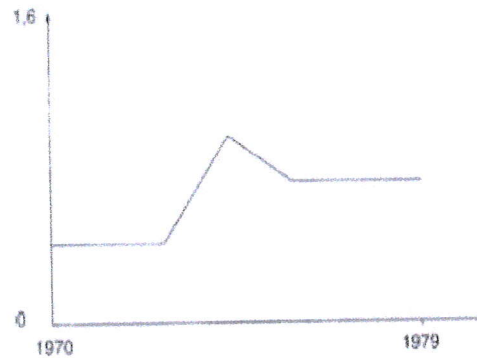
(a) Indice mensuel des prix à la consommation  $I_t$ .



(b) Trafic voyageur de la SNCF en 2ième classe



(c) Accroissement relatif mensuel de l'indice des prix



(d) Évolution à moyen terme de l'accroissement relatif mensuel de l'indice des prix

FIGURE 3.1 – Exemples de séries chronologiques

### 3.3.2 composante saisonnière

la composante saisonnière (ou saisonnalité) ( $S_t$ ) correspond à un phénomène qui se répète à intervalles de temps réguliers (périodiques). En général, c'est un phénomène saisonnier d'où le terme de variations saisonnières.

Par exemple, la série "b" de la Figure 3.1 présente des cycles réguliers au cours du temps et de même amplitude.[8]

### 3.3.3 composante résiduelle

la composante résiduelle (ou bruit ou résidu) ( $E_t$ ) correspond à des fluctuations irrégulières, en général de faible intensité mais de nature aléatoire. On parle aussi d'aléas.[8]

Par exemple, la série "c" de la Figure 3.1 a un comportement assez irrégulier : il y a comme

une sorte de bruit de faible amplitude qui perturbe les données.

### 3.3.4 phénomènes accidentels

Des phénomènes accidentels (grèves, conditions météorologiques exceptionnelles, crash financier) peuvent notamment intervenir.[8]

Par exemple, la série "d" de la Figure 3.1 présente deux cassures.

### 3.3.5 phénomène cyclique

Une autre composante parfois étudiée de manière spécifique a trait au phénomène cyclique : c'est souvent le cas en climatologie et en économie (exemple : récession et expansion...). Il s'agit d'un phénomène se répétant mais contrairement à la saisonnalité sur des durées qui ne sont pas fixes et généralement plus longues. Sans informations spécifiques, il est généralement très difficile de dissocier tendance et cycle.[8]

## 3.4 Objectifs principaux

L'étude d'une série chronologique permet d'analyser, de décrire et d'expliquer un phénomène au cours du temps et d'en tirer des conséquences pour des prises de décision (marketing...).

Cette étude permet aussi de faire un contrôle, par exemple pour la gestion des stocks, le contrôle d'un processus chimique...etc.

Mais l'un des objectifs principaux de l'étude d'une série chronologique est la prévision qui consiste à prévoir les valeurs futures  $X_{T+h}$  ( $h = 1, 2, 3, \dots$ ) de la série chronologique à partir de ses valeurs observées jusqu'au temps  $T : X_1, X_2, \dots, X_T$ . La prédiction de la série chronologique au temps  $t+h$  est notée  $\hat{X}_T(h)$  et, en général, est différente de la valeur réelle  $X_{T+h}$  que prend la série au temps  $T + h$ . Pour mesurer cette différence, on définira l'erreur de prédiction par la différence  $\hat{X}_T(h) - X_{T+h}$  "en moyenne" avec l'idée que plus  $h$  est grand, plus grande est l'erreur. L'intervalle de précision, défini par les valeurs  $\hat{X}_T^{(1)}(h)$  et  $\hat{X}_T^{(2)}(h)$ , est susceptible de contenir la valeur inconnue  $X_{T+h}$ . La qualité de la prédiction pourra être mesurée en se basant sur 80% des observations, puis en simulant une prédiction sur les 20 % d'observations restantes. Cette technique est aussi utile pour :

- les séries qui contiennent des "trous"
- mesurer l'effet d'un phénomène accidentel (erreur,...)

Un autre problème intéressant est la détection de ruptures résultantes, par exemple, d'un changement de politique (économique). Ces ruptures peuvent être de deux ordres : une rupture de niveau (par exemple, le cours du PNB espagnol a été fortement modifié en raison de la crise pétrolière de 1973) ou une rupture de pente. La prévision de ces dates de rupture est bien évidemment très importante.

Il existe encore bien d'autres objectifs immédiats relatifs à l'étude des séries chronologiques. Par exemple, si deux séries sont observées, on peut se demander quelle influence elles exercent l'une sur l'autre. En notant  $X_t$  et  $Y_t$  les deux séries en question, on examine s'il existe par exemple des relations du type

$$Y_t = a_1 X_{t+1} + a_3 X_{t+3}. \quad (3.1)$$

Ici, deux questions se posent : tout d'abord, la question de la causalité i.e. quelle variable (ici  $(X_t)$ ) va expliquer l'autre (ici  $(Y_t)$ ), ce qui amène la deuxième question, celle du décalage temporel : si une influence de  $(X_t)$  sur  $(Y_t)$  existe, avec quel délai et pendant combien de temps la variable explicative  $(X_t)$  influence-t-elle la variable expliquée  $(Y_t)$  ?

Un dernier problème important de la macro-économétrie est de déterminer les relations persistances (de long terme) des autres relations (de court terme).[8]

### 3.5 Description schématique de l'étude complète d'une série chronologique

L'un des objectifs principaux de l'étude d'une série chronologique est la prévision des valeurs futures de cette série. Pour cela, on a besoin de connaître ou tout au moins de modéliser le mécanisme de production de la série chronologique.[8]

Schématiquement, les principales étapes de traitement d'une série chronologique sont les suivantes :

- correction des données
- observation de la série
- modélisation (avec un nombre fini de paramètres)
- analyse de la série à partir de ses composantes
- diagnostic du modèle - ajustement au modèle
- prévision

#### 3.5.1 Correction des données

Avant de se lancer dans l'étude d'une série chronologique, il est souvent nécessaire de traiter, modifier les données brutes. Par exemple :

- évaluation de données manquantes, remplacement de données accidentelles.
- découpage en sous-séries.
- standardisation afin de se ramener à des intervalles de longueur fixe. Par exemple : pour des données mensuelles, on se ramène au mois standard en calculant la moyenne journalière sur le mois (total des observations sur le mois divisé par le nombre de jours du mois).



— transformation des données : pour des raisons diverses, on peut être parfois amenés à utiliser des données transformées.

### 3.5.2 Observation de la série

Une règle générale en Statistique Descriptive consiste à commencer par regarder les données avant d'effectuer le moindre calcul. Ainsi, une fois la série corrigée et pré-traitée, on trace son graphique c'est à dire la courbe de coordonnées  $(t, X_t)$ . [8]

L'observation de ce graphique est souvent une aide à la modélisation de la série chronologique et permet de se faire une idée des différentes composantes de la série chronologique que nous avons rapidement mentionnées en Section précédent.

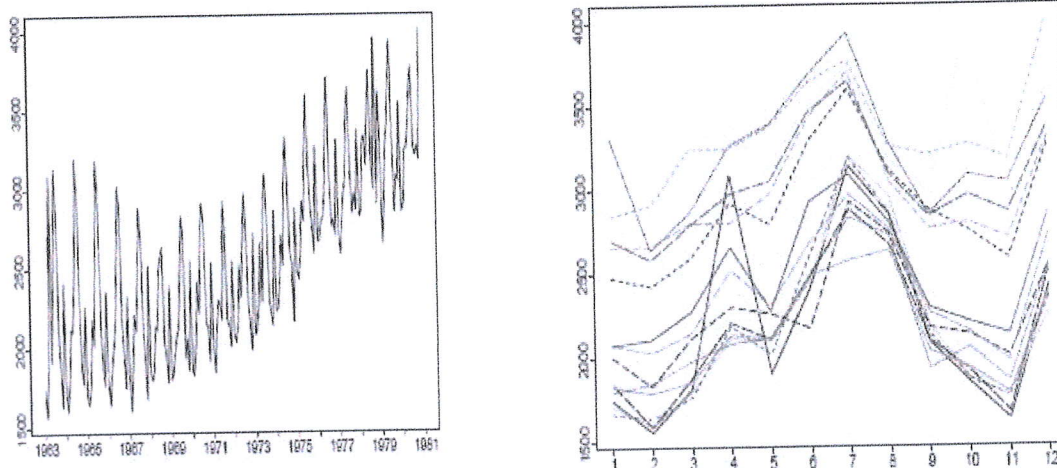


FIGURE 3.2 – Évolution du trafic voyageur SNCF de 1960 à 1980 (à gauche) et évolution annuelle (à droite)

L'observation du graphique de gauche de la Figure 3.2 indique par exemple que le nombre de voyageurs SNCF a augmenté de manière régulière au cours du temps. De manière générale, la courbe peut indiquer un "mouvement" à moyen terme de croissance ou décroissance (linéaire, quadratique...) révélant la présence d'une composante déterministe dans la série appelée tendance (ou trend) qui exprime donc l'évolution générale à moyen ou long terme de la série, du phénomène étudié. Par exemple, si on admet le scénario d'un réchauffement de la planète, la courbe des températures moyennes indique un mouvement de croissance à moyen terme. [8]

Le graphe de la série peut encore faire apparaître une périodicité dans les valeurs observées révélant la présence d'un phénomène dit saisonnier. Les variations saisonnières sont liées au rythme imposé par les saisons météorologiques (production agricole, consommation

de gaz, vente de bois avant l'hiver. . . ) ou encore par des activités économiques et sociales (fêtes, vacances, soldes, . . . ). Elles sont de nature périodique c'est à dire qu'il existe un entier  $p$ , appelé période, tel que  $S_t = S_{t+p}$ , pour tout  $t$  et cette composante est donc entièrement déterminée par ses  $p$  premières valeurs  $S_1, S_2, \dots, S_p$ . Lorsqu'on veut mettre en évidence ce phénomène à l'aide d'un graphique, on peut découper la série en sous-séries de longueur de période  $P$  du saisonnier et représenter ces sous-séries sur un même graphique (Figure 3.2 à droite). Sur ce graphique, on voit bien une similarité des différentes courbes annuelles liée aux saisons météorologiques : on constate par exemple un pic au mois de juin...[8]

Bien entendu, on constate sur les deux figures des fluctuations plus ou moins importantes que l'on appelle irrégularités ou mouvements résiduels. Ces fluctuations irrégulières sont dues à des facteurs exceptionnels pour la plupart imprévisibles (exemple : grève, risque de guerre...), ont souvent un effet de courte durée et de faible intensité et sont de nature aléatoire (ce qui signifie ici dans un cadre purement descriptif qu'elles ne sont pas expliquées). On regroupe donc généralement ces variations dans une composante aléatoire représentant les effets non expliqués ou encore l'erreur au modèle.[8]

Nous remarquons aussi un phénomène accidentel : sur l'une des courbes de la Figure 3.2 de droite (il s'agit de l'année 1963), on voit un pic "anormalement" élevé au mois d'avril. On peut également s'intéresser à l'impact de mai 1968 sur le nombre de voyageurs.

### 3.5.3 Modélisation

Un modèle est une image simplifiée de la réalité qui vise à traduire les mécanismes de fonctionnement du phénomène étudié et permet de mieux les comprendre. Un modèle peut être meilleur qu'un autre pour décrire la réalité et bien sur, plusieurs questions se posent alors : comment mesurer cette qualité ? comment diagnostiquer un modèle ?[8]

On distingue principalement deux types de modèles :

les **modèles déterministes**. Ces modèles relèvent de la Statistique Descriptive. Ils ne font intervenir que de manière sous-jacente le calcul des probabilités et consistent à supposer que l'observation de la série à la date  $t$  est une fonction du temps  $t$  et d'une variable  $\epsilon_t$  centrée faisant office d'erreur au modèle, représentant la différence entre la réalité et le modèle proposé :

$$X_t = f(t, \epsilon_t). \quad (3.2)$$

les **modèles stochastiques**. Ils sont du même type que les modèles déterministes à ceci près que les variables de bruit  $\epsilon_t$  ne sont pas i.i.d (Variables indépendantes et identiquement distribuées) mais possèdent une structure de corrélation non nulle :  $\epsilon_t$  est une fonction des

valeurs passées et d'un terme d'erreur  $n_t$

$$\epsilon_t = g(\epsilon_{t-1}, \epsilon_{t-2}, \dots, n_t). \quad (3.3)$$

### 3.5.4 Analyse de la série à partir de ses composantes

Une fois l'étape de modélisation effectuée, on étudie les composantes du modèle les unes après les autres.

### 3.5.5 Diagnostic du modèle

Une fois le modèle construit et ses paramètres estimés, on vérifie que le modèle proposé est bon c'est-à-dire l'ajustement au modèle :

- en étudiant les résidus.
- en faisant des tests.
- ...

### 3.5.6 Prédiction

Enfin, une fois ces différentes étapes réalisées, nous sommes en mesure de faire de la prédiction.[8]

## 3.6 Conclusion

L'analyse des séries chronologiques est basée sur trois éléments essentiels : Décrire, Expliquer et Prévoir. Les séries chronologiques sont de très grande utilité pour les opérations de prévision et d'estimation des valeurs futures en se basant sur les valeurs du passé, c'est ce que nous allons voir dans le chapitre suivant.



# Prévision

## 4.1 Introduction

Après l'étude d'une série chronologique le but à réaliser c'est de faire de la prévision pour prédire les valeurs des périodes suivants afin d'éviter les erreurs au future, cette étape de prévision est la plus grande à cause de la difficulté de choisir une méthode de prévision qui s'adapte avec la série temporelle que nous étudions et d'identifier les différents critères de la méthode dans le but de faire la meilleure prévision. Ce chapitre concerne la prévision, ces critères et les différentes méthodes existantes.

## 4.2 Définition

La prévision a pour but d'estimer une observation futur à partir de la connaissance historique, de façon générale, une prévision est une interprétation d'une historique lequel est constituer d'une série d'observations effectuées à dates fixes et classer chronologiquement. La prévision de la demande est une démarche qui consiste à utiliser des méthodes qualitatives ou quantitatives pour estimer la consommation des produits dans les périodes à venir. D'après ces estimations, on planifie à l'intérieur de l'entreprise la production et anticipe le lancement de la fabrication des produits afin de réduire les délais de livraison. Les prévisions dans ce contexte particulier aident à produire des quantités proches de la demande réelle.

## 4.3 Méthodes de prévisions

Les méthodes de prévision se différencient en deux groupes, les méthodes qualitatives et les méthodes quantitatives.

Parmi ces méthodes de prévisions on retrouve des méthodes adaptées au court terme et aux séries constantes : la méthode des moyennes mobiles ; la méthode de lissage exponentiel ; une méthode adaptées au long terme et aux séries cycliques et à tendance : la méthode de décomposition ou des moindres carrés[9].

Les méthodes qualitatives sont essentiellement basées sur l'opinion la comparaison et le jugement. On y retrouve[10] :

- La méthode de sondage d'opinion (enquêtes auprès des vendeurs, distributeurs des produits)
- La méthode de comparaison (ou analogie historique. Prévision par comparaison avec des produits similaires vendus dans le passé) ;
- La méthode de Delphes (ou méthode Delphi. Réponse à une série de questions par un panel d'experts) ;
- Les études de marché (application d'un questionnaire aux consommateurs éventuels afin d'anticiper sur les changements du marché).

Les méthodes quantitatives reposent sur l'extrapolation de la demande dans le temps en utilisant les données des consommations passées. Ci-dessous, nous présentons une liste non exhaustive des méthodes quantitatives[10] :

- Méthode quantitative simple (prise en compte de la demande actuelle plus ou moins un certain pourcentage) ;
- Méthode des moyennes glissantes (moyenne de la demande réelle de (n) périodes antérieures les plus récentes) ;
- Méthode de lissage exponentiel (moyenne pondéré par des coefficients exponentiels) ;
- Méthode de la tendance (projection linéaire, exponentielle, logarithmique ou polynomiale de la tendance passée. A partir des simulations, on choisit celle qui s'adapte le mieux à l'allure de la demande) ;
- Méthode de décomposition (décomposition du résultat des prévisions en tendance, saisonnalité, effets aléatoires) ;
- Méthode de régression et corrélation (utilisation combinée de la droite des moindres carrés et de la corrélation avec une variable de dépendance) ;

### 4.3.1 La méthode des moyennes mobiles

La méthode des moyennes mobiles repose sur l'usage de la moyenne des consommations antérieures pour un nombre de périodes données.

On prévoit la demande à une date donnée à partir des demandes observées au cours des quelques périodes précédentes.

Les moyennes mobiles sont à la base d'une méthode de prévision qui consiste à utiliser la moyenne des k dernières observations disponibles comme prévision pour la date suivante. On parle alors de méthode de prévision par moyenne mobile d'ordre k.

Son avantage est qu'elle atténue suffisamment les fluctuations de la demande tout en préservant son allure générale. Elle prend uniquement en compte les consommations ou les ventes réelles des périodes antérieures.

Le choix du nombre de période dépend de l'allure de la demande (courbe de ventes ou des consommations)[10]

$$P_n = (D_{n-1} + D_{n-2} + \dots + D_{n-p})/p \quad (4.1)$$

- $D_i$  demande du période  $i$ .
- $P_n$  la prévision du période  $n$ .
- On considère les  $p$  derniers périodes.

Exemple : moyenne mobile d'ordre quatre - au début de la période  $n$  (le jour par exemple, ou la semaine, le mois) la prévision de la demande de la période  $t$  sera égale à :

$$P_n = (D_{n-1} + D_{n-2} + \dots + D_{n-4})/4 \quad (4.2)$$

### 4.3.2 La méthode de lissage exponentiel simple

La méthode de lissage prend en compte la prévision de la période antérieure. À cette prévision, l'on augmente l'écart subit, pondéré d'un coefficient à compris entre 0 et 1.[10]

Prévision des consommations à la période ( $n$ ) :

$$P_n = P_{n-1} + \alpha(D_{n-1} - P_{n-1}) \quad (4.3)$$

avec :

- $P_n$  (prévision de la période  $n$ ).
- $P_{n-1}$  (prévision de la période antérieure  $n-1$ ).
- $\alpha$  (coefficient de lissage).
- $D_{n-1}$  (demande réelle de la période antérieure  $n-1$ ).

Le choix de la valeur de  $\alpha$  se fait par essais et erreurs. La valeur retenue est celle qui minimise l'erreur de prévision.

Dans la pratique, le coefficient  $\alpha$  est proche de (1) lorsque la demande est très fluctuante. Cependant, pour une demande stable et qui ne présente pas de variation cyclique significative, ce coefficient est plus proche de (0).[10]



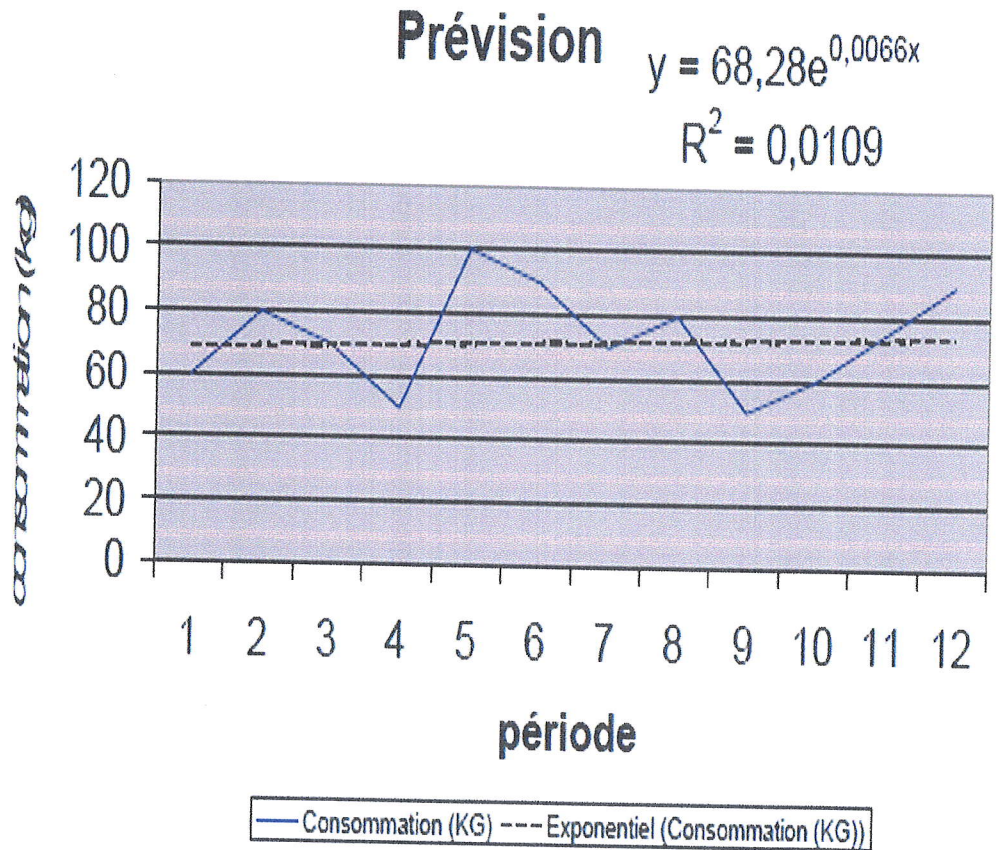


FIGURE 4.1 – projection d’une courbe de tendance par lissage exponentiel

### 4.3.3 La méthode des moindres carrés

Encore appelée méthode de décomposition, les prévisions par la méthode des moindres carrés décomposent la valeur des consommations futures en trois facteurs :

- $T_n$  = tendance des consommations ou droite des moindres carrés ;
- $C_n$  = coefficient cyclique (coefficient saisonnier ou coefficient de saisonnalité). Il est exprimé en pourcentage ;
- $R_n$  = valeur résiduelle de la période. elle est exprimée en pourcentage

Prédiction des consommations à la période (n) :

$$P_n = T_n * C_n * R_n \tag{4.4}$$

La tendance est matérialisée par une droite dans la représentation graphique des consommations. Elle présente l’allure générale des consommations sur toute la période d’analyse. C’est la projection de cette droite sur les périodes futures qui permet d’estimer les quantités de consommations brutes.

Le coefficient cyclique est une valeur numérique et estimée en pourcentage. Il correspond à

une variation cyclique croissante ou décroissante d'une série chronologique.

Le facteur résiduel représente l'influence que pourrait avoir sur les consommations à venir l'ensemble des évènements inhabituels voire totalement imprévisibles. et qui d'une manière générale provoquerait une hausse ou une baisse de la demande par rapport aux prévisions[10].

**(4.3.3.1) Calcul de la tendance :** La méthode des moindres carrés est celle qui permet de déterminer, grâce à des formules mathématiques, l'équation linéaire de la droite de tendance ou droite des moindres carrés[9] :

$$T_n = an + b \quad (4.5)$$

Pour la représenter sur un repère orthonormé, on place sur l'axe des abscisse X les périodes dans le temps (années, trimestres, mois...) et sur l'axe des ordonnées Y les consommations en nombre d'unités. Le calcul des valeurs de a et b se fait par l'application des formules suivantes[9] :

$$a = \frac{N * \sum n * D_n - \sum n * \sum D_n}{N * \sum n^2 - (\sum n)^2} \quad (4.6)$$

$$b = \frac{\sum D_n}{N} - a \frac{\sum n}{N} \quad (4.7)$$

Avec :

- N = nombre total de périodes de la série.
- n = indice de la période.
- $D_n$  = consommation de la période n.

Exemple :



Mois	Indice (n)	n <sup>2</sup>	(D <sub>n</sub> )	n.D <sub>n</sub>
janv	1	1	60	60
févr	2	4	80	160
mars	3	9	70	210
avr	4	16	50	200
mai	5	25	100	500
juin	6	36	90	540
juil	7	49	70	490
août	8	64	80	640
sept	9	81	60	540
oct	10	100	50	500
nov	11	121	75	825
déc	12	144	90	1080
Total	78	650	875	5745

$$a = \frac{12 \times 5745 - 78 \times 875}{12 \times 650 - 78^2} = 0,402$$

$$b = \frac{875}{12} - 0,402 \times \frac{78}{12} = 70,303$$

$$T_n = 0,402n + 70,303$$

La représentation graphique du résultat est la suivante :

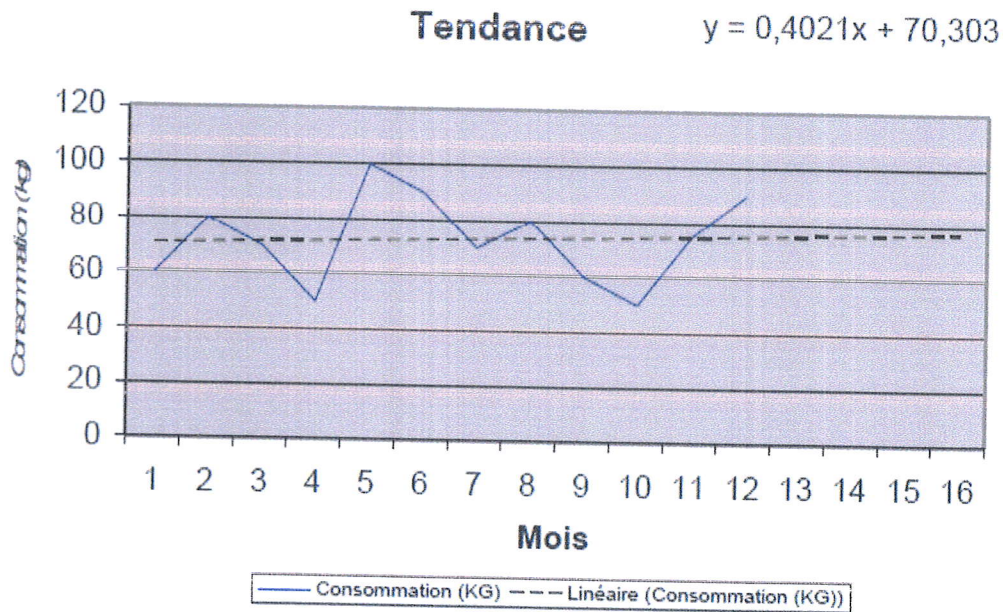


FIGURE 4.2 – Projection de la droite des moindres carrés





**(4.3.3.2) Calcul du coefficient cyclique :** Lorsque l'observation d'une série chronologique révèle des variations cycliques, il est judicieux de prendre en considération ces dernières dans le calcul des prévisions. Ces variations peuvent être justifiées par[9] :

- La saison : (climat, rentrée scolaire, vacances scolaires...). Un vendeur de glace observera une augmentation de ses ventes durant les saisons sèches. De même, le vendeur de fournitures scolaires observera un pic de ses ventes durant les périodes de rentrée scolaire.
- Un planning de maintenance : (fréquences de révision...) durant la période de révision d'un équipement, la consommation des pièces de rechange gérés dans les magasins subira une augmentation.
- Un évènement du calendrier : (fête religieuse, fête nationale, fête des mères, journée internationale de la femme...) les besoins en textile augmentent durant ces périodes de l'année.

Le coefficient cyclique est une valeur numérique et estimée en pourcentage. Il correspond à une variation cyclique croissante ou décroissante d'une série chronologique. Lorsqu'il représente une variation observée une fois tous les ans, il porte le nom de coefficient saisonnier. Lorsqu'une saison couvre plusieurs périodes de la série chronologique, un coefficient unique peut être calculé pour la saison. Il porte alors le nom de coefficient de saisonnalité et s'applique uniquement sur les périodes correspondantes de cette saison.[9]

Traditionnellement, les calculs des coefficients saisonniers  $C_{s1}$  et de saisonnalité  $C_{s2}$  se font par l'application des formules suivantes :

$C_{s1} = \text{Consommation de la période} / \text{Consommation moyenne de la série de données}$

	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Consommation	60	80	70	50	100	90	70	80	60	50	75	90
Moy. annuelle	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
Coef. Saisonnier	82%	110%	96%	68%	137%	123%	96%	110%	82%	68%	103%	123%

$C_{s2}$  = Consommation moyenne de la saison / Consommation moyenne de la série de données

Saison	Trimestre1			Trimestre2			Trimestre3			Trimestre4		
Mois (Périodes)	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Consommation	60	80	70	50	100	90	70	80	60	50	75	90
Tot. Trimestriel	210			240			210			215		
Moy. Trimestrielle	70			80			70			72		
Moy. Annuelle	73			73			73			73		
Coef. de saisonnalité	96%			110%			96%			98%		

Dans le tableau ci-dessus, les saisons ont été découpées en trimestres. L'indice de saisonnalité du trimestre s'appliquera uniquement aux mois dudit trimestre. Calculons ici les prévisions des mois de février et avril de l'an  $n+1$ . L'indice du mois de février est  $12+2=14$ . Celui du mois d'avril est  $12+4=16$

$$P_n = T_n * C_{s2n} = (0.402n + 70.303) * C_{s2n} \quad (4.8)$$

- Prédiction du mois de février  $n+1 = P_{14} = (0,402 * 14 + 70,303) \times 96\%$
- Prédiction du mois d'avril  $n+1 = P_{16} = (0,402 * 16 + 70,303) \times 110\%$

**(4.3.3.3) Utilisation du facteur résiduel :** Comme son nom l'indique, le facteur résiduel représente l'influence que pourrait avoir sur les consommations à venir l'ensemble des événements inhabituels voire totalement imprévisibles. Il pourrait s'agir d'une catastrophe humanitaire, d'une grève, de l'arrivée de nouveaux concurrents qui d'une manière générale provoquerait une hausse ou une baisse de la demande par rapport aux prévisions.

Le facteur résiduel est lui aussi exprimé en pourcentage. Son estimation et sa publication sont faits par des organismes spécialisés à l'approche de l'évènement perturbateur. Par conséquent, il ne peut être utilisé au moment du calcul des prévisions. Il est pris en compte plus tard lors de l'ajustement des prévisions, afin de les ramener à des proportions raisonnables par rapport à la situation vécue.[9]

## 4.4 Régression Linéaire simple

Nous poursuivons deux objectifs :

- 1 Etablir s'il y a une relation/corrélation entre deux variables.

\* Existe-t-elle une relation statistique significative entre la consommation et le revenu ?



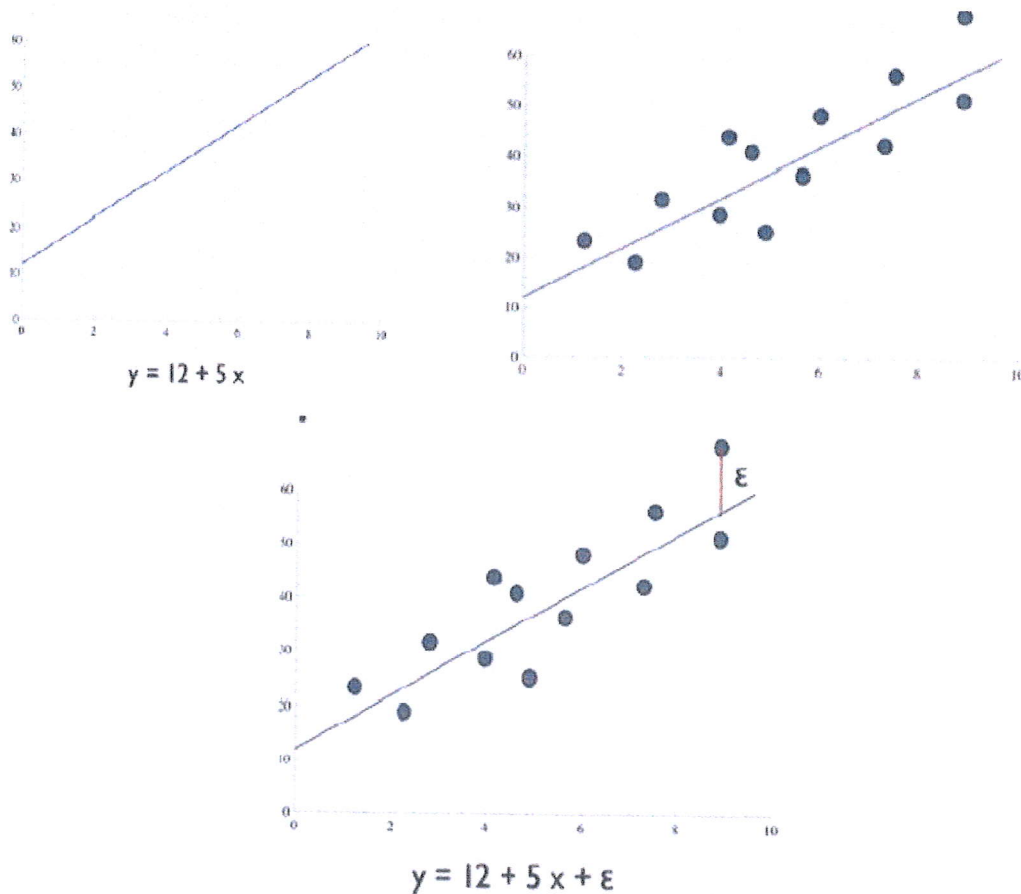
## 2 Prédire des nouvelles observations

- \* Combien seront les ventes d'un produit dans les prochaines 4 mois ?

### 4.4.1 Régression simple

- \* Supposons que nous avons deux types de variables
  - Une variable dépendante Y que nous voulons expliquer ou prédire.
  - Une variable indépendante X que explique la variable Y.
- \* On va supposer que les deux variable sont connectées à travers une équation linéaire.[11]

#### 4.4.1.1 Une équation linéaire $Y=b+aX$



#### 4.4.1.2 L'équation de régression complète

- \*  $Y=b+a*X+\epsilon$
- \* Exemple
  - Nous avons les données de 40 familles sur la consommation d'un produit donnée (nourriture par exemple)
  - Nous avons aussi les données sur le revenu de ces familles :



1	119	154	21	116	144
2	85	123	22	115	144
3	97	125	23	93	126
4	95	130	24	105	141
5	120	151	25	89	124
6	92	131	26	104	144
7	105	141	27	108	144
8	110	141	28	88	129
9	98	130	29	109	137
10	98	134	30	112	144
11	81	115	31	96	132
12	81	117	32	89	125
13	91	123	33	93	126
14	105	144	34	114	140
15	100	137	35	81	120
16	107	140	36	84	118
17	82	123	37	88	119
18	84	115	38	96	131
19	100	134	39	82	127
20	108	147	40	114	150

$$\text{Consommation} = 49.1334 + 0.852736 * \text{revenu} + \varepsilon$$

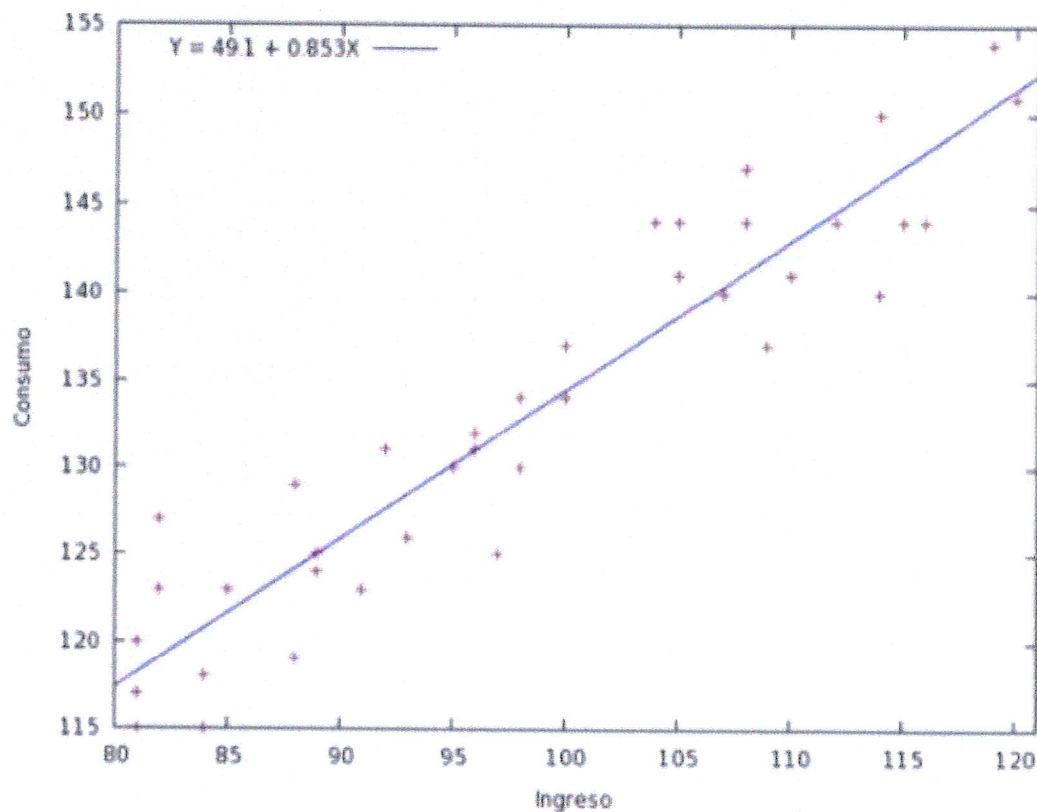
#### (4.4.1.1) Interprétation des Coefficients :

\* Coefficient de la constante :

- Le 49.1334 signifie le niveau de consommation d'une famille avec un niveau de revenu=0.
- constante n'a pas toujours une interprétation intuitive.
- c'est clair parce que pas toujours un sens de parler d'une situation dans laquelle la variable indépendante est égale à zéro.

\* Coefficient a (pente) :

- Le 0.852537 signifie que quand le revenu augmente d'une unité (un dollar par exemple) la consommation augmente 85 centimes de dollar.
- Si je donne un dollar de plus à une famille sa consommation va augmenter 85 centimes de dollar le reste sera économiser ou achat d'autre produit.
- Mesure la sensibilité de la variable dépendante Y à un changement un.



#### 4.4.2 Prévision avec la régression linéaire simple

- maintenant une nouvelle famille apparaît (numéro 41).
- Nous avons l'information sur son revenu mais pas sur sa consommation.
- Son niveau de revenu est 100
- Pouvons prédire combien va consommer cette famille en utilisant la régression estimée ?

##### (4.4.2.1) Premier façon

\* On va remplacer la valeur du revenu=100 dans l'équation estimée :

$$\text{Consommation} = 49.1334 + 0.852736 * \text{revenu} + \epsilon$$

$$\text{Consommation} = 49.1334 + 0.852736 * 100 + 0$$

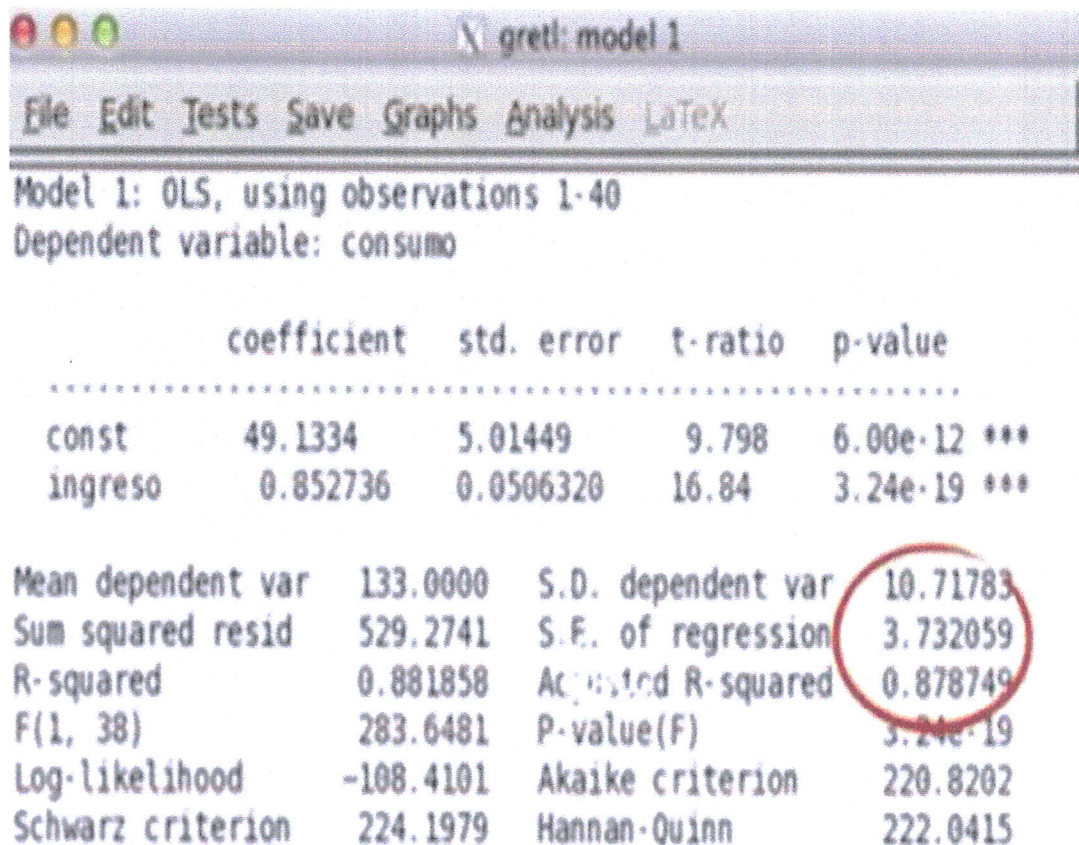
$$= 134.407$$

##### (4.4.2.2) Deuxième façon

- \* Nous voulions construire un prévisionnel qui tient compte de la variabilité qui existe autour de la ligne de régression.
- \* Nous voulions au lieu d'un point un ensemble de valeurs possibles.
- \* Nous voulions pouvoir assigner un degré de confiance à de prévisionnel.



- \* Par exemple, nous voulions un prévisionnel (pronostique) avec un niveau de confiance de 95%
- \* Comment faire pour construire un intervalle de confiance pour ce pronostique (un de 95% de confiance)
- \* Facile : Le rang prévisionnel = ( pronostique ponctuel +/- 2 \* e.s.r )  
(e.s.r erreur type de la régression)



Model 1: OLS, using observations 1-40  
Dependent variable: consumo

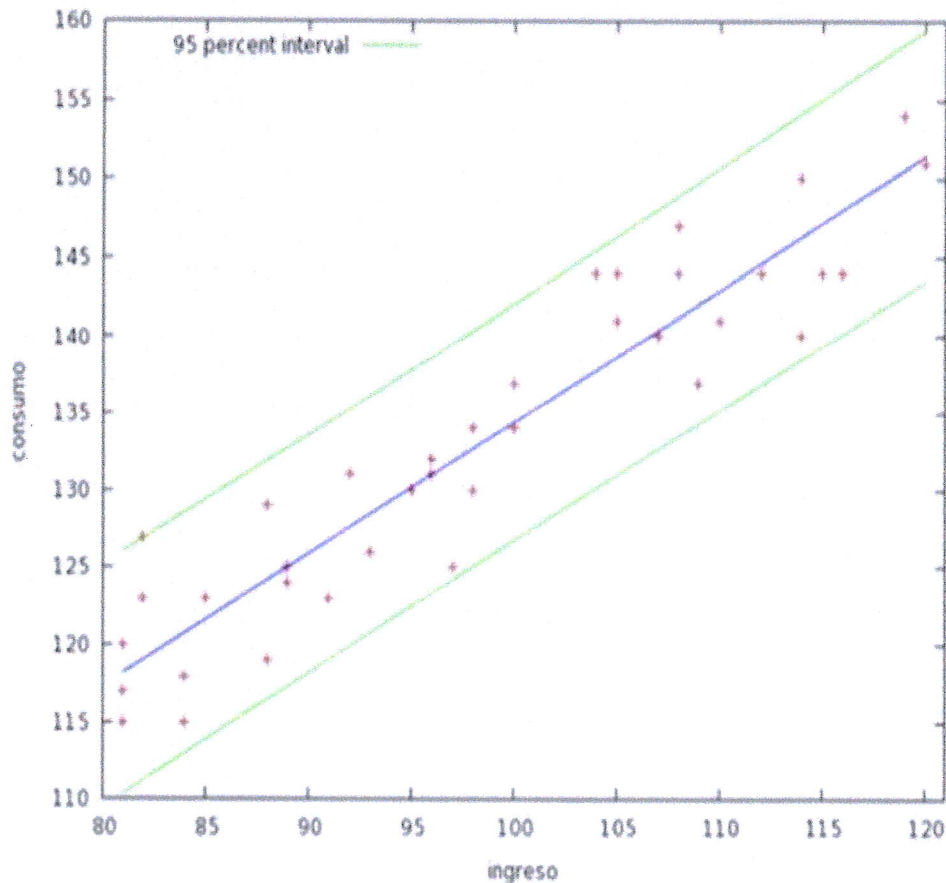
	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	49.1334	5.01449	9.798	6.00e-12 ***
ingreso	0.852736	0.0506320	16.84	3.24e-19 ***

Mean dependent var	133.0000	S.D. dependent var	10.71783
Sum squared resid	529.2741	S.E. of regression	3.732059
R-squared	0.881858	Adjusted R-squared	0.878749
F(1, 38)	283.6481	P-value(F)	3.24e-19
Log-likelihood	-108.4101	Akaike criterion	220.8202
Schwarz criterion	224.1979	Hannan-Quinn	222.0415

- \* Dans notre cas, notre intervalle pour le pronostique sera :
- \*  $134.4077 + (-) 2 * 3.732059$
- \* [126.94, 141.87]
- \* Ce pronostique est meilleur que le ponctuel de 134.4077
- \* Toujours quand je demande un pronostique je veux dire un pronostique pour rang.





## 4.5 prédiction et réseau de neurones

Une des méthodes d'apprentissage la plus connue est le réseau de neurones. Le réseau de neurones est une méthode de construction de modèle qui peut, par le biais de données d'entraînement, 'apprendre' à prédire des valeurs par la suite. On peut s'en servir aussi bien pour analyser des données simples (données chimique, choix d'utilisateur, capteurs de température...) que des données très complexes comme des images, des vidéos, le cours de la bourse, etc...[12]

### 4.5.1 Prédiction par le Perceptron Multi-Couche(MLP)

Pour estimer la demande du mois prochain connaissant les ventes réalisées dans les cinq derniers mois par exemple, on conçoit un MLP à cinq entrées correspondant aux ventes passées, une couche de sortie avec un seul neurone correspondant aux ventes prévues le mois prochain.[13]

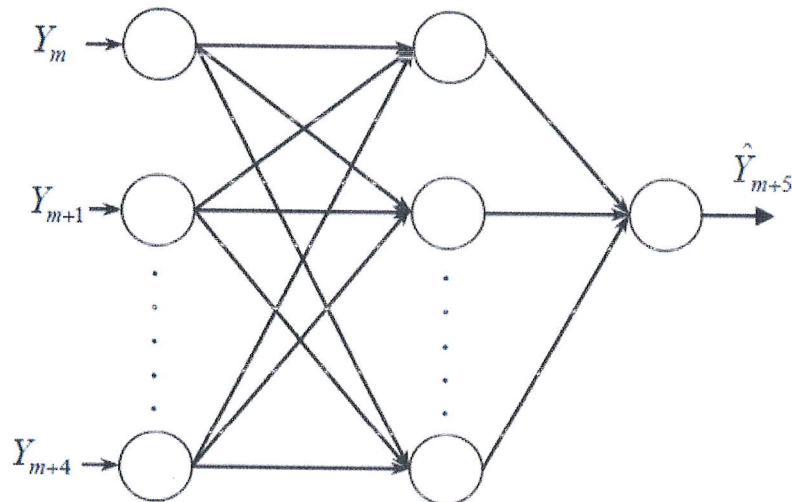


FIGURE 4.3 – MLP pour une série temporelle

D'une façon générale le modèle de prédiction d'une série temporelle par un perceptron multi-couches est donné par :

$$y = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-n}) \quad (4.9)$$

Où :

- $y$  est la prochaine demande estimée par le MLP.
- $(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-n})$  sont les données d'entrées correspondant à une fenêtre d'observation de largeur 'n' sur la série temporelle.

Il n'y a pas de formule objective pour choisir le paramètre  $n$  et le nombre de neurones dans la couche cachée. C'est par le principe de l'essai et de l'erreur que sont évaluées leurs valeurs permettant de donner le bon résultat sur les prévisions.[13]

#### 4.5.1.1 Results et discussions

A Génération des données sur la demande La génération des données est faite par simulation en additionnant trois composantes relativement à la tendance cycle TS la composante saisonniere S et l'irrégularité IR :  $Y = TC + S + IR$

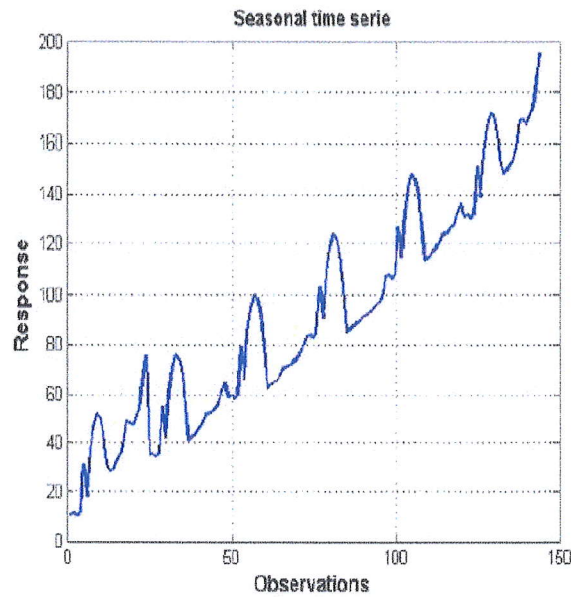


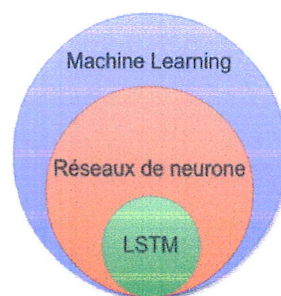
FIGURE 4.4 – La série temporelle générée par simulation

B Choix des paramètres Le choix de l'architecture du MLP consiste aussi à fixer, En se référant aux résultats des essais, les meilleurs paramètres du réseau de neurones sont les suivant[13] :

- Nombre de neurones dans la couche d'entrée : 08
- Nombre de neurones dans la couche cachée : 04
- Algorithme d'apprentissage : Levenberg Marquardt backpropagation algorithm.

#### 4.5.2 Long Short Term Memory (LSTM)

Un réseau de neurones classique permet de gérer les cas où les expériences sont indépendantes les unes des autres. Lorsque les expériences sont sous la forme de séquences temporelles, une nouvelle structure a été inventée : les réseaux de neurones récurrents(RNN). Cette nouvelle structure introduit un mécanisme de mémoire des entrées précédentes qui persiste dans les états internes du réseau et peut ainsi impacter toutes ses sorties futures. Le réseau de neurones Long Short Term Memory (LSTM) est l'un des plus connus.[12]





Bien que ces RNN aient fonctionné dans une certaine mesure, ils ont eu un problème assez important, à savoir que toute utilisation significative de ces RNN entraîne un problème appelé le problème du gradient de disparition. Nous ne développerons pas davantage le problème du gradient en voie de disparition en affirmant que les RNN sont mal adaptés à la plupart des problèmes du monde réel et qu'il faille trouver un autre moyen de s'attaquer à la mémoire de contexte.

C'est là que le réseau de neurones LSTM (Long Short Term Memory) est venu à la rescousse. Comme les neurones RNN, les neurones LSTM ont conservé un contexte de mémoire au sein de leur pipeline pour permettre de traiter des problèmes séquentiels et temporels sans que la question du gradient en voie de disparition affecte leurs performances.

Les unités d'un LSTM sont utilisées comme unités de construction pour les couches d'un RNN, qui est alors souvent appelé un réseau LSTM.

Les LSTM permettent aux RNN de se souvenir de leurs intrants sur une longue période de temps. C'est parce que les LSTM contiennent leurs informations dans une mémoire, ce qui ressemble beaucoup à la mémoire d'un ordinateur parce que le LSTM peut lire, écrire et supprimer des informations de sa mémoire. Cette mémoire peut être vue comme une cellule gated, où gated signifie que la cellule décide de stocker ou de supprimer des informations (par exemple si elle ouvre les portes ou non), en fonction de l'importance qu'elle attribue à l'information. L'attribution de l'importance se fait à travers des poids, qui sont également appris par l'algorithme. Cela signifie simplement qu'il apprend avec le temps quelle information est importante et laquelle ne l'est pas.[14]

Dans un LSTM vous avez trois portes : entrée, oublier et sortie porte. Ces portes déterminent s'il faut ou non laisser entrer une nouvelle entrée (porte d'entrée), supprimer l'information car elle n'est pas importante (oublier la porte) ou la laisser influencer la sortie au pas de temps courant (porte de sortie).

Les portes d'un LSTM sont analogiques, sous la forme de sigmoïdes, ce qui signifie qu'elles vont de 0 à 1. Le fait qu'elles soient analogiques leur permet de faire une rétropropagation avec elles.

Les problèmes posés par la disparition des gradients sont résolus grâce à LSTM, car les gradients sont assez raides et l'entraînement est relativement court et la précision élevée.[15]

## 4.6 Conclusion

Il existe de multiples méthodes de prédiction, ces méthodes supposent que le futur rassemblera au passé, or, nous savons bien que dans la conjoncture actuelle les changements sont de plus en plus brutaux, les évolutions sont de plus en plus rapides. Dans le cadre de la prédiction à court terme, il faut utiliser ces méthodes avec précaution. Pour le long terme, les résultats obtenus sont des éventualités qui ne constituent qu'un élément de prise de décision.

## 5.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons se concentrer sur deux grandes parties essentielles de notre travail, la première concerne le coté système d'information et notre projet qui serve à la gestion des produits pharmaceutiques, l'analyse et la prévision avec l'implémentation du processus 2TUP. la deuxième partie consiste à la transformation des données historiques ( du passé) pour l'alimentation de l'entrepôt de données, avec l'explication de la transformation des données de notre nouveau système à réaliser.

## 5.2 Présentation du domaine

Les établissements de santé de proximité (EPSP) ont été créés par décret exécutif n°07-140 du 19 mai 2007. Un établissement public de santé de proximité comme celui de Jijel est constitué d'un ensemble de polycliniques et de salles de soins couvrant un bassin de population. Il a pour mission de prendre en charge de manière intégrée et hiérarchisée :

- La prévention et les soins de base.
- Le diagnostic.
- Les soins de proximité.  
Les consultations de médecine générale et les consultations de médecine spécialisée de base
- Les activités liées à la santé reproductive et à la planification familiale.
- La mise en oeuvre des programmes nationaux de santé et de population.

La pharmacie est une spécialité médicale mais aussi une science. C'est l'étude de la recherche, de l'élaboration, de la conception et des effets des médicaments. Joue un rôle tyrannique dans le fonctionnement d'un EPSP.

## Première partie : conception du system d'information

Le travail dans cette partie consiste à établir les étapes du processus 2TUP pour l'implémentation détaillée du system information par l'étude des différents diagramme UML.

## 5.3 Étude préliminaire

### 5.3.1 Identification des acteurs

Les acteurs que nous avons réussi à identifier sont :

(5.3.1.1) **Pharmacien(ne)** : c'est l'acteur qui a pour rôle principal la gestion des produits, commandes et catégorie avec la possibilité d'élaborer des statistiques et de consulter l'état de stock.

(5.3.1.2) **Analyste** : c'est l'acteur qui a pour rôle principal d'analyser les données de l'entrepôt et de faire des prévisions.

(5.3.1.3) **Administrateur** : en pratique c'est un informaticien qui a pour rôle l'alimentation de l'entrepôt et la gestion des comptes.

### 5.3.2 Identifier les messages

Tous les messages (système <-> acteurs) peuvent être présentés de façon synthétique sur le diagramme de contexte dynamique comme suit :

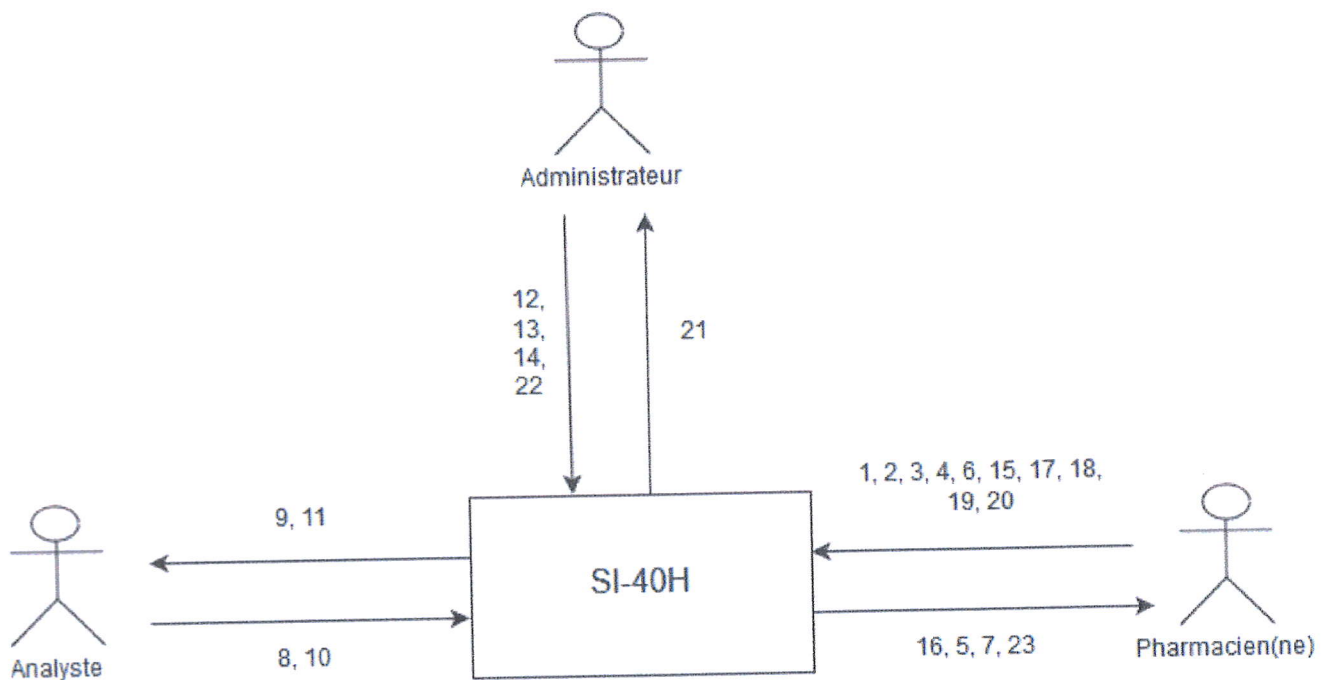


FIGURE 5.1 – diagramme de contexte dynamique de système



Numéro du message	Nature des messages
1	Informations d'un produit
2	Information d'une nouvelle commande
3	Catégorie à ajouter
4	Information de recherche (information saisie ou code barre scannée)
5	Résultat de recherche
6	Référence + quantité à retirer
7	Nouvelle quantité (après mise à jour)
8	Requête d'analyse
9	Résultats d'analyse
10	Paramétrés de prévision
11	Résultats de prévision
12	Ajouter utilisateur
13	Modifier les informations d'un utilisateur
14	Supprimer un utilisateur
15	Informations de recherche (Historique)
16	Historique
17	Produit à modifier
18	Produit à supprimer
19	Catégorie à modifier
20	Catégorie à supprimer
21	Données non-agrégés
22	Données traitées
23	Les produits qui ont une quantité moins que le seuil

TABLE 5.1 – Spécification des messages

## 5.4 Capture des besoins

L'analyse des besoins utilisateurs a permis de dégager les fonctionnalités qu'offre notre application finale. Les contraintes auxquelles est soumis le système pour sa réalisation et son bon fonctionnement seront décrites par la suite comme étant besoins non fonctionnels (opérationnels).

### 5.4.1 Besoins fonctionnels

Dans cette section, nous représentons l'ensemble des besoins fonctionnels auxquels devrait répondre notre application de gestion des produits et l'application web d'analyse et prévision.

Les besoins fonctionnels dépendent de la nature de l'acteur. Pour cela, nous avons décrit pour chaque acteur les besoins fonctionnels qui lui sont reliés.

Les besoins fonctionnels auxquels notre application doit répondre se résument dans les points suivants :

**Le système doit permettre au Pharmacien(ne) :**

- \* Ajouter produits.
- \* Modifier les information d'un produit.
- \* Mise à jour du quantité d'un produit.
- \* Annuler une transaction.
- \* Ajouter une commande.
- \* Modifier les détails d'une commande.
- \* Supprimer une commande.
- \* Ajouter une catégorie.
- \* Renommer une catégorie.
- \* Élaborer des statistiques.
- \* Rechercher par information.
- \* Rechercher par code barre.

**Le système doit permettre à l'Analyste :**

- \* Analyser les données d'entrepôt.
- \* Faire des prévisions.

### 5.4.2 Besoins opérationnels

**Le système doit permettre :**

- \* L'authentification des utilisateurs par un login et un mot de passe pour accéder aux différentes fonctionnalités.

**Le système doit permettre à l'Administrateur :**

- \* Alimenter l'entrepôt.
- \* Ajouter un utilisateur.

- \* Modifier les informations d'un utilisateur.
- \* Supprimer un utilisateur.

## 5.5 Identification des cas d'utilisation

Il s'agit dans cette étape d'identifier l'ensemble des cas d'utilisation à partir du diagramme de contexte dynamique de l'étape d'analyse préliminaire. Un cas d'utilisation regroupe un ensemble cohérent de messages (peut être réduit à un seul message) émis vers et/ou reçu du système.

### 5.5.1 Élaboration du diagramme des cas d'utilisation

Dans cette étape, on va élaborer le diagramme des cas d'utilisation (fonctionnelles et technique). On représente les cas et les acteurs.

#### 5.5.1.1 Diagramme des cas d'utilisation fonctionnelle

Dans ce cas on s'intéresse sur les cas d'utilisation et les acteurs fonctionnels.

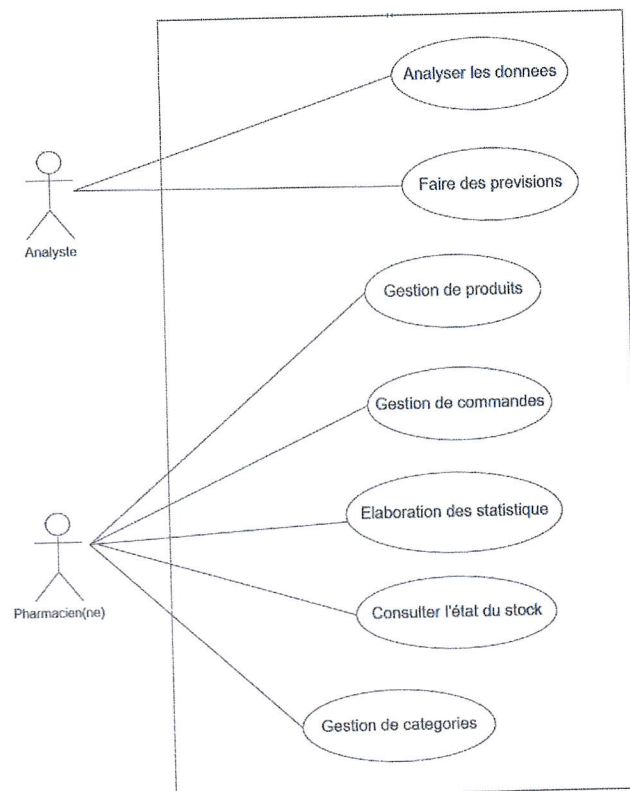


FIGURE 5.2 – diagramme des cas d'utilisation fonctionnelle

#### 5.5.1.2 Structuration des cas d'utilisation fonctionnelle

Cas utilisations reliées avec l'acteur Pharmacien(ne) :  
**Gestion des produits :**



**Sommaire d'identification**

**Titre du cas d'utilisation** : gestion des produits

**But** : maintenir la liste des produits

**Résumé** : ajouter un produit ,mise à jour de la quantité d'un produit, modifier les information d'un produit,annuler une transaction.

**Acteurs** : pharmacien(ne)

**Pré-conditions** : pharmacien(ne) authentifié

**Enchaînement 1** : Ajouter un produits : pharmacien(ne) saisit les informations sur un nouveau produit.

**exception 1** : le produit avec les mêmes informations existe déjà.

**Enchaînement 2** : mise à jour de la quantité d'un produit : pharmacien cherche un produit puis décrémente la quantité.

**exception 2** : la quantité insuffisante.

**Enchaînement 3** : Modifier les informations d'un produit : pharmacien(ne) cherche un produit puis modifie les informations.

**Enchaînement 4** : Annuler une transaction : pharmacien(ne) supprime une transaction après une erreur.

ce cas se termine lorsque le produit est ajouté, ses informations ou quantités mises à jour ou si la transaction est annulée.

**Traitement des exceptions** :

**exception 1** : empêcher l'ajout

**exception 2** : empêcher la mise à jour

**Pré-conditions** : quantité d'un produit décrémentée

**Élaboration des statistiques** :

**Sommaire d'identification**

**Titre du cas d'utilisation** : Élaboration des statistiques

**But** : consulter l'historique des activités.

**Résumé** : consulter l'historique des activités avec le choix des utilisateurs, produits, catégories, et fenêtre de temps.

**Acteurs** : pharmacien(ne)

**Pré-conditions** : pharmacien(ne) authentifié

ce cas se termine lorsque le pharmacien(ne) termine de consulter l'historique.

**Consulter l'état de stock :****Sommaire d'identification**

**Titre du cas d'utilisation** : Consulter l'état de stock

**But** : consulter l'état de stock des produits.

**Résumé** : faire une recherche sur l'état de stock(quantité existe) des produits par la sélection des différents paramètres reliés au produits ou par scanné le code barre du produit

**Acteurs** : pharmacien(ne)

**Pré-conditions** : pharmacien(ne) authentifié

**Enchaînement 1** : la recherche manuelle : saisie les déférent information(référence, désignation, temps, catégorie,ect...) pour faire une recherche sur un produit.

**Enchaînement 2** : la recherche par code barre : scanner le code barre par la caméra de téléphone.

ce cas se termine lorsque le pharmacien(ne) termine la recherche.

**Gestion des commandes :**

### Sommaire d'identification

**Titre du cas d'utilisation** : gestion des commandes

**But** : maintenir les commandes.

**Résumé** : ajouter une commande, modifier les détails d'une commande (corriger une erreur de saisie), supprimer une commande.

**Acteurs** : pharmacien(ne)

**Pré-conditions** : l'utilisateur authentifié, le produit cible existe

**Enchaînement 1** : Ajouter une commande : L'utilisateur sélectionne le produits puis saisit les détails de la commande.

**Enchaînement 2** : Modifier les détails commandes : L'utilisateur sélectionne une commande de l'historique puis effectuer les changements nécessaires.

**Enchaînement 3** : Supprimer une commande : supprimer une commande de l'historique

ce cas se termine lorsque la commande est ajoutée, ses détails mis à jour ou si la suppression est réussie.

**Post-conditions** : mettre à jour la quantité de produit.

**Gestion des catégories** :



**Sommaire d'identification**

**Titre du cas d'utilisation** : gestion des catégories

**But** : maintenir la liste des catégories.

**Résumé** : Ajouter ou Renommer une catégorie

**Acteurs** : pharmacien(ne)

**Pré-conditions** : l'utilisateur authentifié

**Enchaînement 1** : Ajouter une catégories : L'utilisateur saisit le nom de la catégories

**Exception 1** : Le nom de la catégorie existe déjà

**Enchaînement 2** : Renommer une catégorie : L'utilisateur sélectionne une catégories puis saisit le nouveau nom.

ce cas se termine lorsque la catégorie est ajoutée ou renommée.

Cas utilisations relié avec l'acteur Analyste :

**Analyser les données :**

**Sommaire d'identification**

**Titre du cas d'utilisation** : Analyser les données

**But** : faire des analyses sur les données de l'entrepôt.

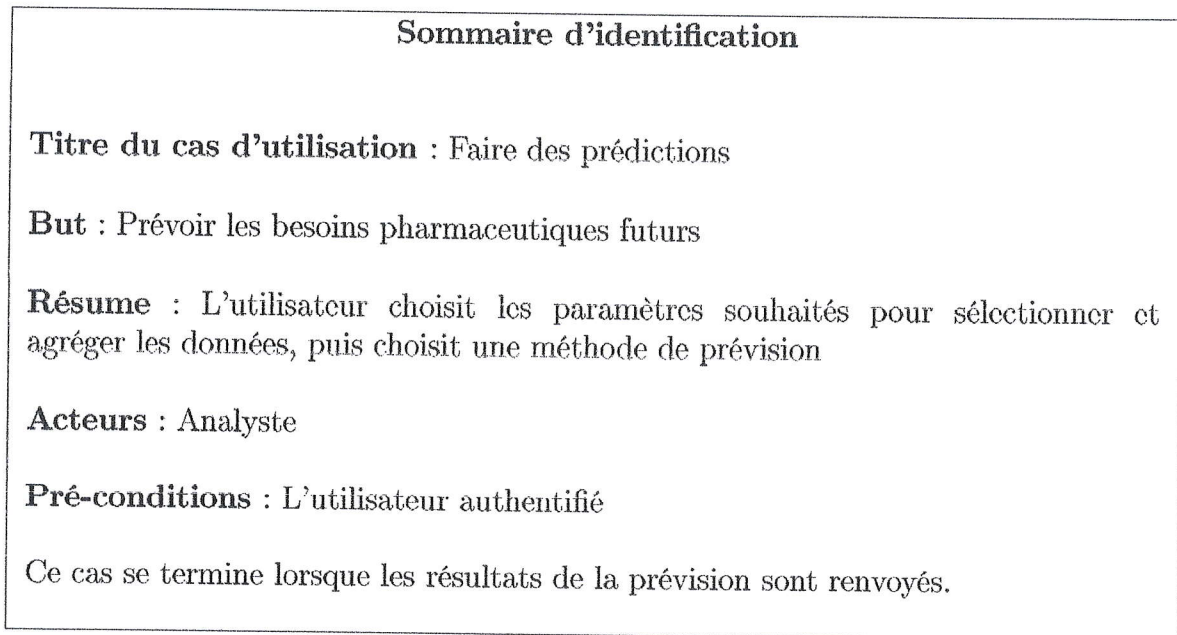
**Résumé** : Sélectionner agréger les données par paramètres choisis (référence du produit, famille de produits, classe de produits, domaine et période )

**Acteurs** : Analyste

**Pré-conditions** : L'utilisateur authentifié

Ce cas d'utilisation se termine lorsque l'utilisateur a choisi les paramètres d'agrégation souhaités.

**Faire des prédictions :**



### 5.5.1.3 Diagramme des cas d'utilisation technique

Dans ce cas on s'intéresse aux cas d'utilisation et les acteurs techniques.

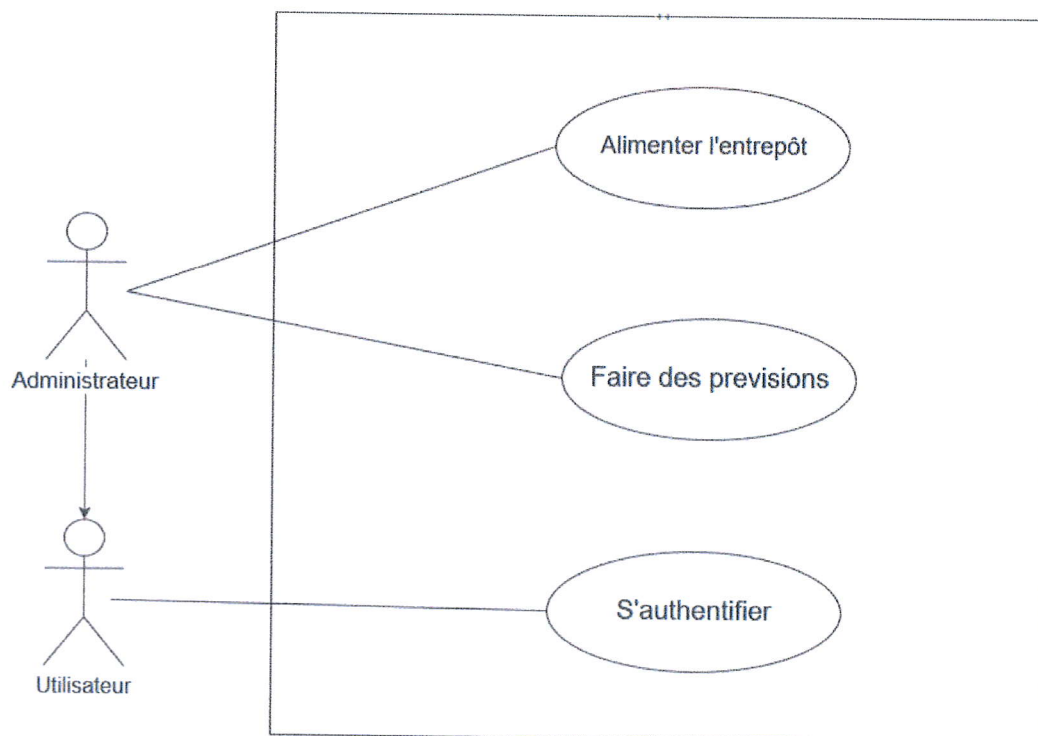


FIGURE 5.3 – diagramme des cas d'utilisation technique

### 5.5.1.4 Structuration des cas d'utilisation technique

Cas utilisations reliés avec l'acteur Administrateur :

**Gestion des comptes :**

**Sommaire d'identification**

**Titre du cas d'utilisation** : gestion des comptes

**But** : maintenir la liste des comptes utilisateurs

**Résumé** : ajouter un utilisateur , modifier les information d'un utilisateur, supprimer un utilisateur.

**Acteurs** : administrateur

**Préconditions** : Administrateur authentifié

**Enchaînement 1** : Ajouter un utilisateur : administrateur saisit les informations sur un utilisateur.

**exception 1** : l'utilisateur avec les mêmes informations existe

**Enchaînement 2** : Modifier les information d'un utilisateur : administrateur cherche un utilisateur puis modifie les informations

**Enchaînement 3** : Supprimer un utilisateur : cherche l'utilisateur à supprimer puis supprime toutes les informations s'y relatant

ce cas se termine lorsque l'utilisateur est ajouté, ses informations mises à jour ou si la suppression est réussie.

**Traitement des exceptions** :

**exception 1** : empêcher l'ajout

**Alimenter l'entrepôt** :



### Sommaire d'identification

**Titre du cas d'utilisation** : alimenter l'entrepôt

**But** : alimenter l'entrepôt avec les données de consommation agrégé au but d'analyser les données passées et faire la prévision.

**Résumé** : sélectionner et agréger les données de consommations, alimenter l'entrepôt.

**Acteurs** : Administrateur

**Pré-conditions** : Administrateur authentifié

**Enchaînement 1** : sélectionner et agréger les données de consommations : sélectionner les données de consommation agrégées.

**Enchaînement 2** : alimenter l'entrepôt : charger les données agrégées dans l'entrepôt pour garder l'historique et faire des analyses futures.

ce cas se termine lorsque l'administrateur alimenter l'entrepôt.

Cas utilisations relié avec l'acteur Utilisateur (Administrateur, Analyste, Pharmacien(ne)) :

**S'authentifier** :

### Sommaire d'identification

**Titre du cas d'utilisation** : S'authentifier

**But** : valider l'identité des utilisateurs.

**Résumé** : l'utilisateur chargé les information d'identité puis validée l'authentification.

**Acteurs** : utilisateur

**Pré-conditions** : compte utilisateur existe et validé

**exception 1** : information d'utilisateur incorrecte ou non existante.

**exception 2** : utilisateur supprimé.

ce cas se termine lorsque l'identité d'utilisateur est validé.

**Traitement des exceptions** :

**exception 1** : afficher un message d'erreur "information incorrecte"

**exception 2** : afficher un message d'erreur "utilisateur supprimé"

## 5.6 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence s'adapte à des scénarios particuliers. ce diagramme permet de mieux illustrer les enchainements.

### 5.6.1 Diagramme de séquence pour le scénario « Ajouter commandes »

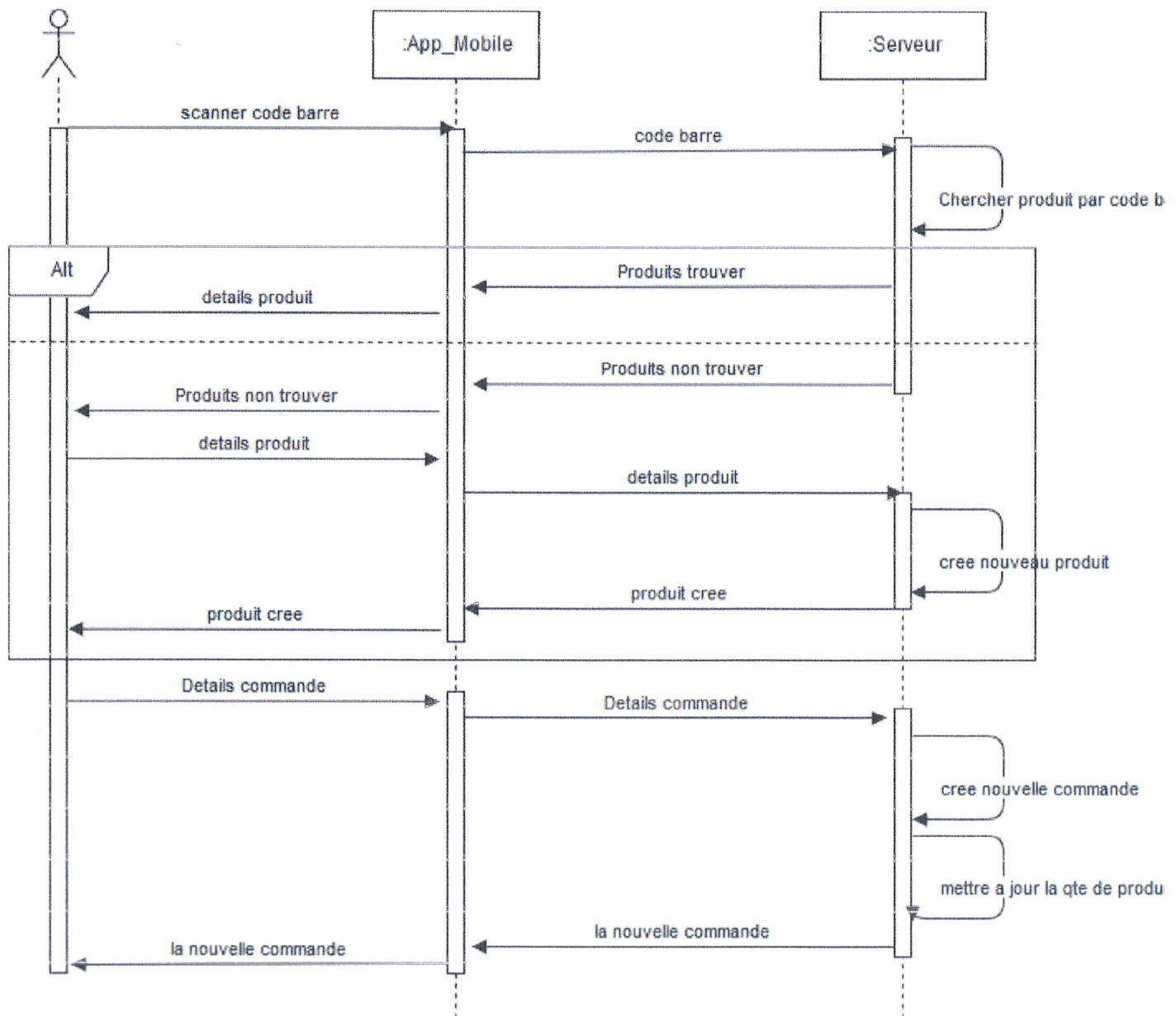


FIGURE 5.4 – Diagramme de séquence

## 5.7 Diagramme de classe

Dans cette étape on va identifier la liste des classes qui permettent de répondre aux exigences statiques (attributs) et dynamiques (opérations) des cas d'utilisation.



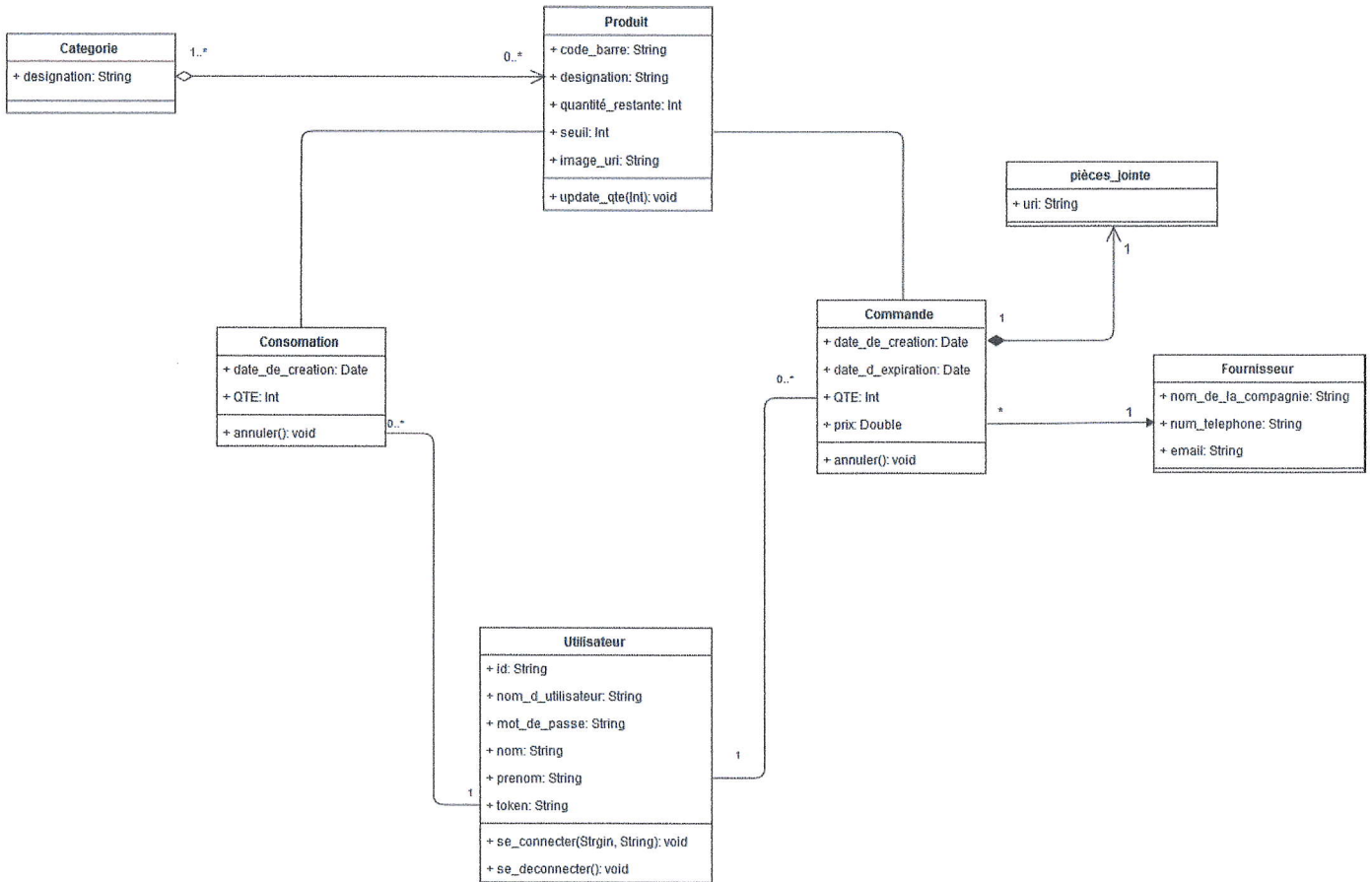


FIGURE 5.5 – Diagramme de classe

### 5.7.1 Responsabilité des classes

Une responsabilité d'une classe est sa raison d'être. On l'exprime par le rôle joué par la classe avec un niveau de détail élevé par rapport aux attributs et opérations.[16]

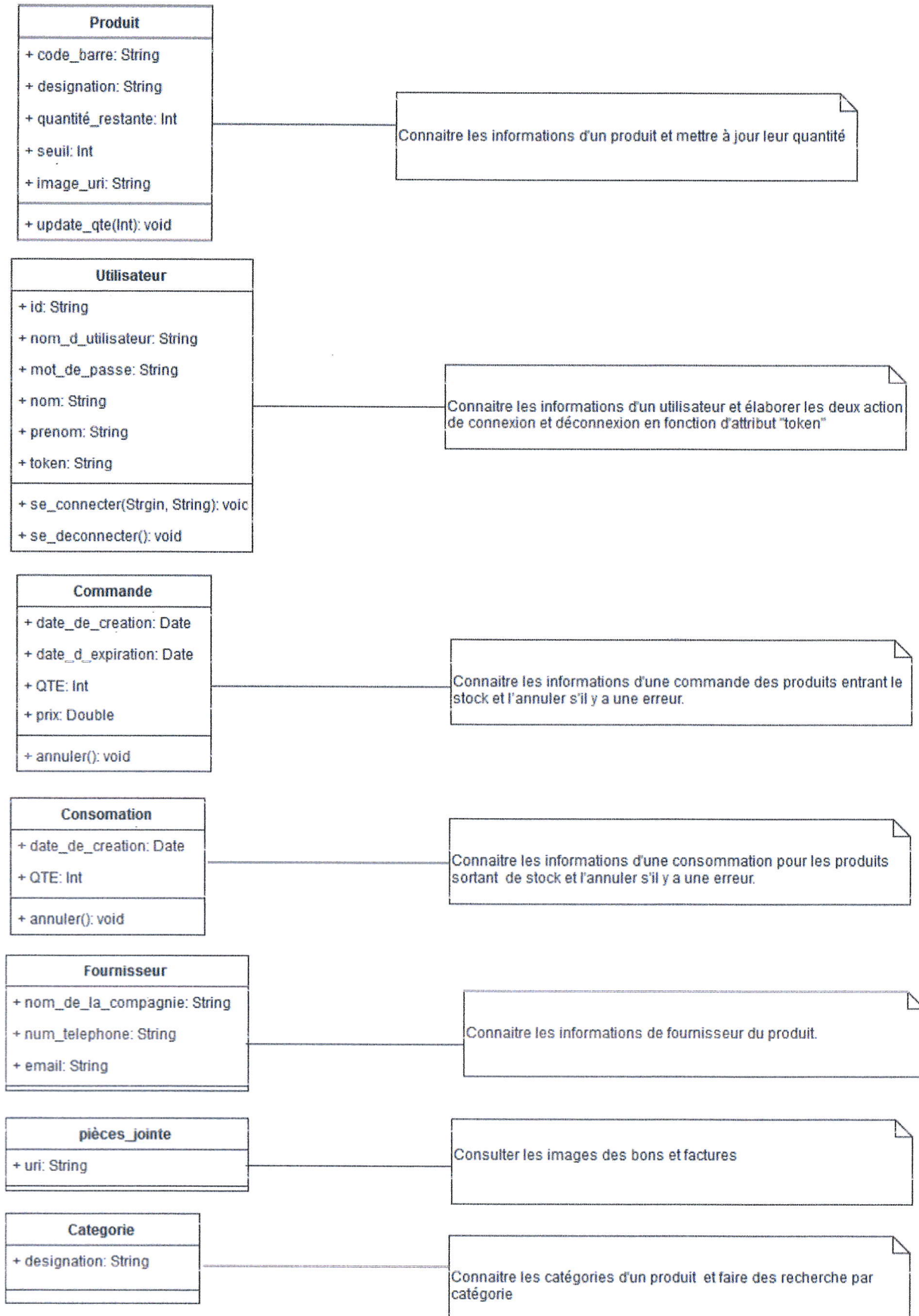


FIGURE 5.6 – Responsabilité des classes

## 5.8 Besoin technique

La capture des besoins techniques traite la spécification logicielle et matérielle du système.[16]

### 5.8.1 Spécifications techniques du point de vue matériel

Le matériel à mettre en oeuvre dans un système dépend de deux choses : l'architecture organisationnelle de l'entreprise et les besoins opérationnels.

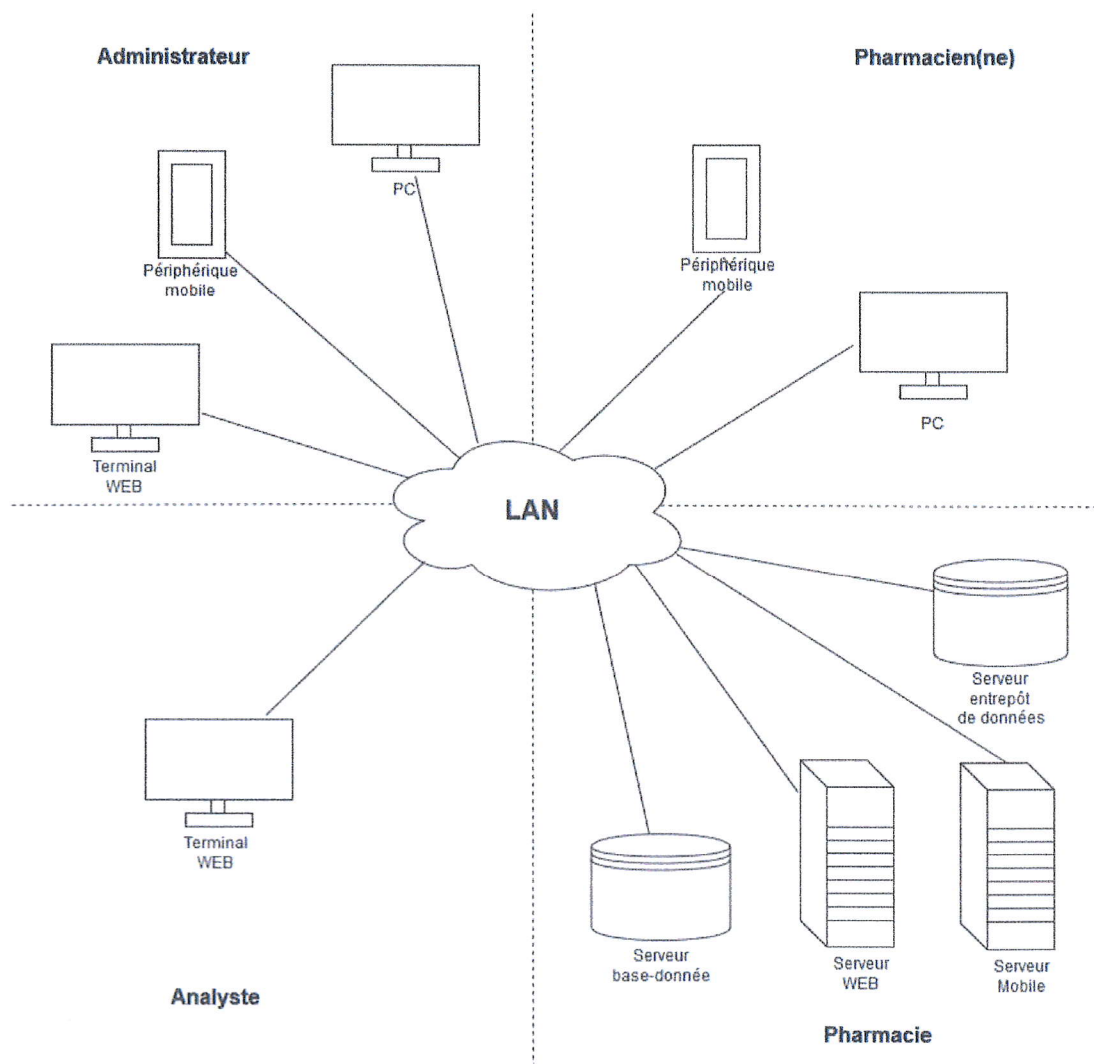


FIGURE 5.7 – Diagramme de déploiement

### 5.8.2 Spécification d'architecture

En plus de la spécification matérielle, on procède à la spécification logicielle permettant de satisfaire l'architecture de fonctionnement choisie, en s'intéressant aux deux composants :



composants métier et composants d'exploitations.

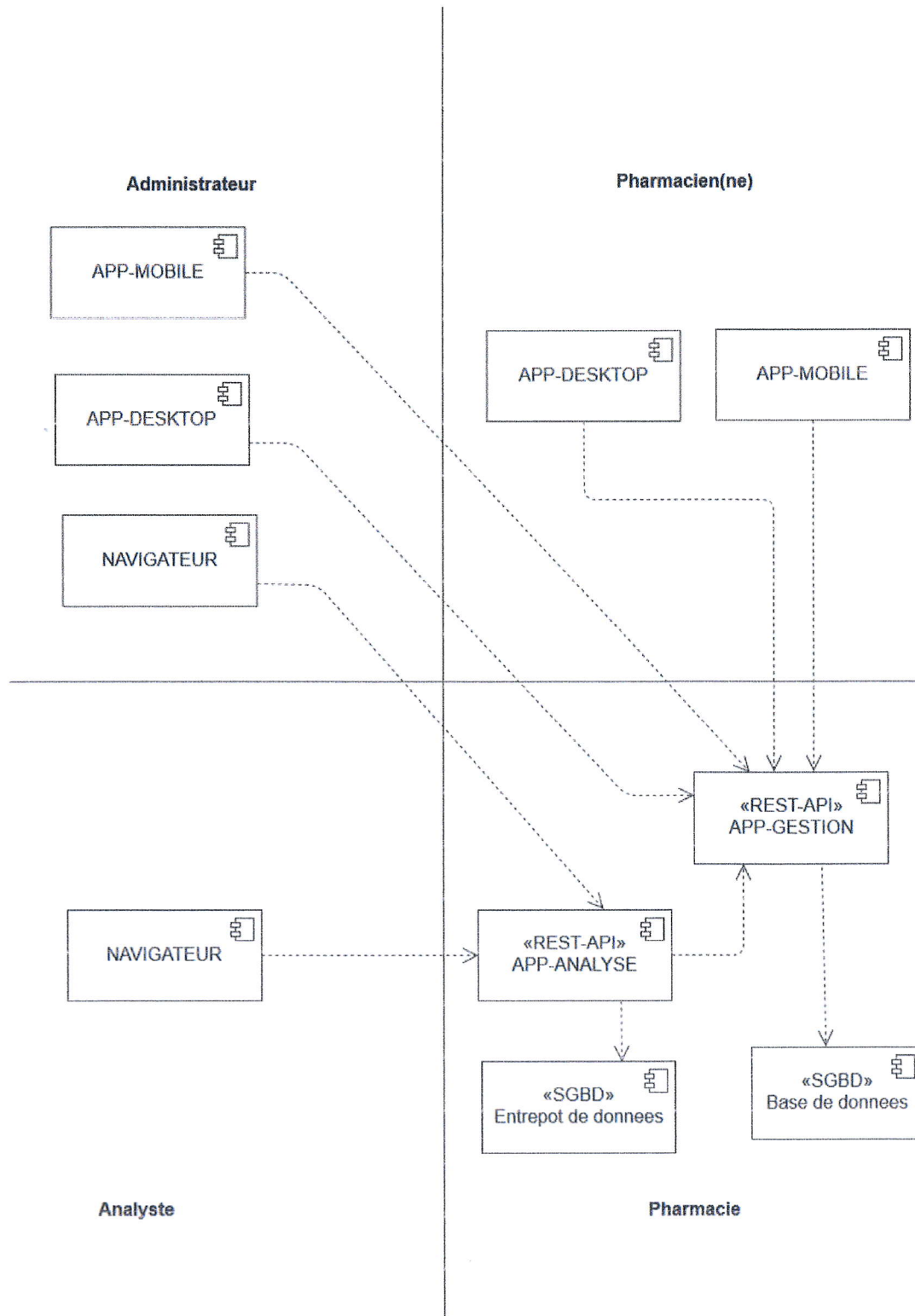


FIGURE 5.8 – Diagramme de composants

## 5.9 Modélisation de la base de données de l'application

Nous réalisons la transformation à partir du diagramme de classe pour obtenir le modèle relationnel suivant :

```

Produit(codebarre,designation,quantité_restante,seuil,image_uri)
Consommation(id,date_de_creation,qte,#id_utilisateur,#code_barre)
Categorie(id,designation)
rel_produit_cat(id_cat,codebarre)
rel_consommation_cat(id_cat,id_consommation)
Utilisateur(id,nom_d_utilisateur,mot_de_passe,nom,prenom,token)
Commande(id,date_de_creation,date_d_expiration,qte,prix,#id_utilisateur,#codebarre)
Pièces_jointe(id,uri,#id_commande)
Fournisseur(id,nom_de_la_compagne,num_téléphone,email,#id_commande)
  
```

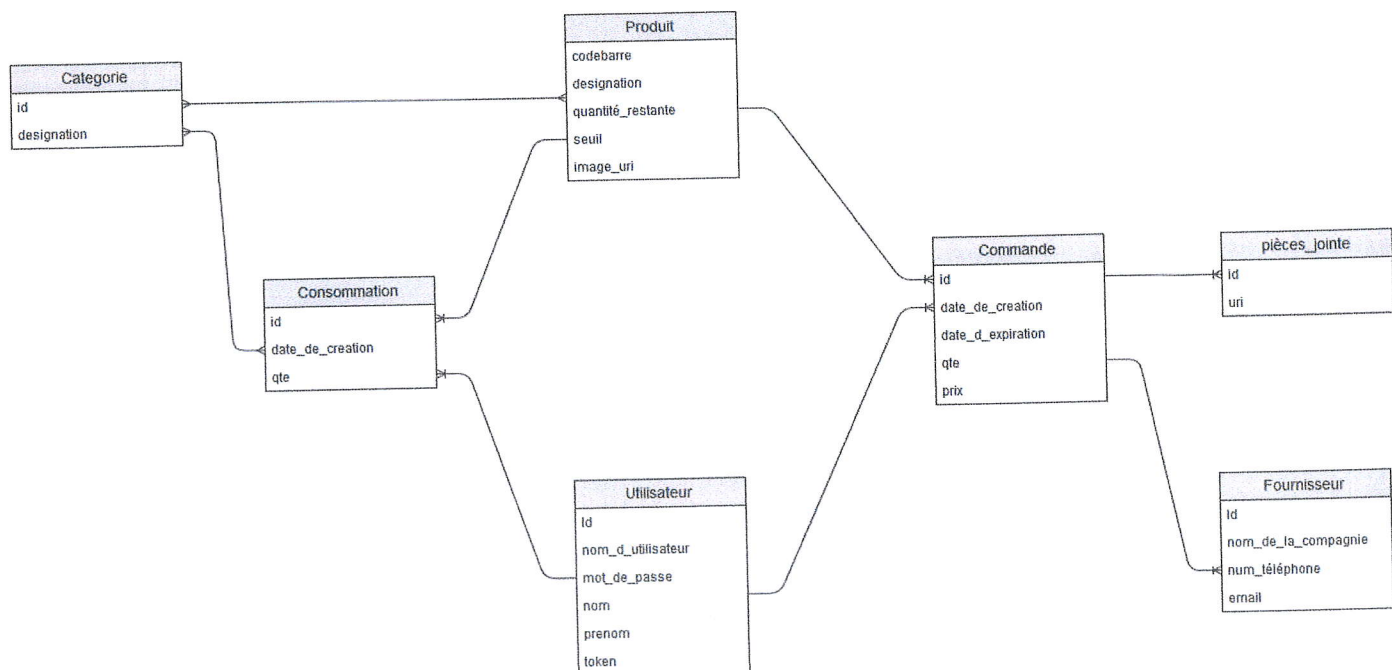


FIGURE 5.9 – Schéma de base de données

## Deuxième partie : Traitement et alimentation des données

### 5.10 Conception du modèle multidimensionnel :

Dans notre cas d'étude nous sommes intéressés à créer un modèle qui nous aidera à répondre aux besoins suivants :

- Afficher des informations sur le produit tel que le nom, la quantité, le prix...etc.
- Afficher les données sous forme de tableau ou graphique.
- Trouver le(s) produit(s) le(s) plus ou moins consommé dans une période donnée.
- Analyser la consommation de produit par leur référence, leur famille ou leur domaine d'utilisation.
- Faire des prévisions sur les besoins futurs de produits

Pour réaliser tout cela, nous avons créé le modèle suivant :

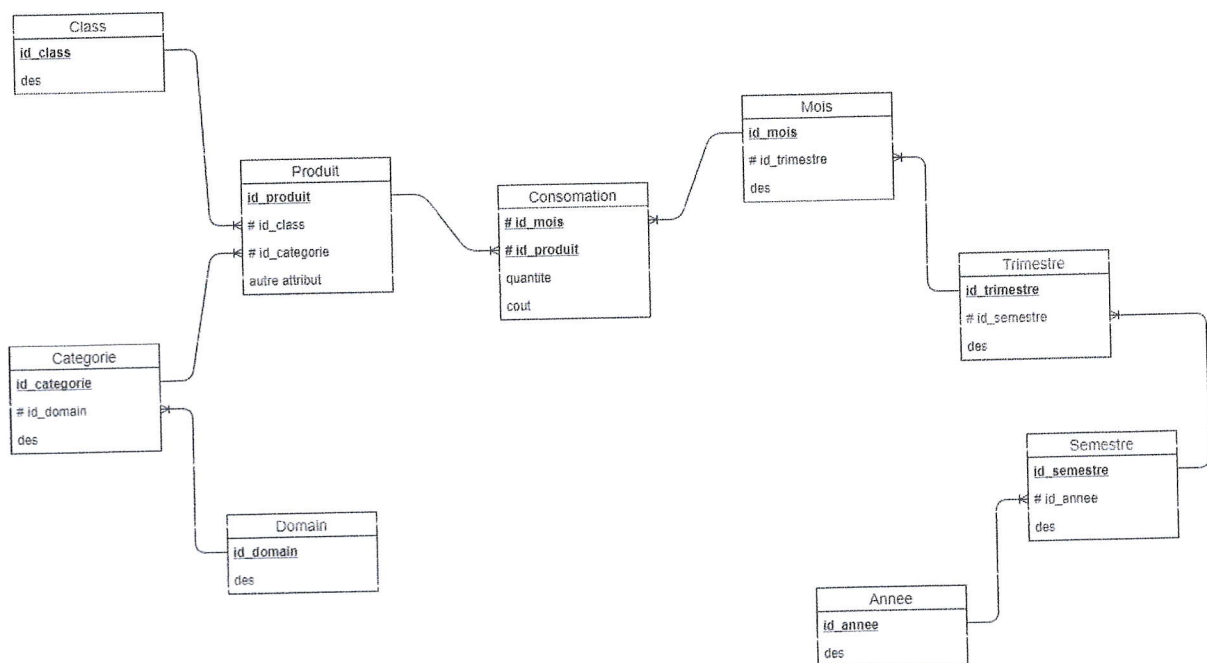


FIGURE 5.10 – Schéma de base de données

Le modèle présenté ci-dessus contient une table de faits et deux dimensions. Les tables dans le modèle sont :

- **Table consommation (table de faits)** : cette table contient les références aux tables des dimension plus deux mesure (quantité et coût). Notez que les deux clés étrangères forment ensemble la clé primaire de la table.
- **Dimension produit** : contient plusieurs niveaux d'agrégation. Le niveau plus détaillé est produit individuel.



- **Dimension Temps** : comme la dimension du produit, elle a plusieurs niveaux d'agrégation et le niveau le plus détaillé est le mois

## 5.11 Alimentation de l'entrepôt :

### 5.11.1 Préparation et transformation des données :

#### 5.11.1.1 Utilisant les données de l'ancien système :

Nous avons deux types de données :

- Les données brutes de consommation des années 2017 et 2018.
- Les données agrégées des années 2009 à 2016.

Dans le premier cas, les données représentent la consommation mensuelle de produits regroupée par catégorie et sauvegardée sous forme de fichiers QRP.

Notez qu'un produit peut apparaître plusieurs fois dans le même fichier, ce qui signifie qu'une agrégation est nécessaire.

- 1 La première étape de notre processus consiste à convertir les fichiers QRP dans un format plus standard tel que CSV dans notre cas, Ce que nous avons réalisé en le convertissant en formats intermédiaires en passant de PDF à DOCX à XLSX à l'aide des logiciels suivants : Microsoft Word, Microsoft Excel et SmartQRP.

Name	Date modified	Type	Size
ANTISEPTIQUES.csv	2/28/2019 12:06 AM	Microsoft Excel C...	11 KB
CONSOMMABLES D...	2/28/2019 12:33 AM	Microsoft Excel W...	10 KB
CONSOMMABLES D...	2/28/2019 12:30 AM	Microsoft Excel W...	11 KB
CONSOMMABLES D...	2/28/2019 12:35 AM	Microsoft Excel W...	10 KB
CONTRACEPTIFS.csv	2/28/2019 12:36 AM	Microsoft Excel C...	10 KB
GAZ MEDICAUX.csv	2/28/2019 12:37 AM	Microsoft Excel C...	10 KB
INSTRUMENTATION...	2/28/2019 12:40 AM	Microsoft Excel W...	13 KB
MEDICAMENTS DE L...	2/28/2019 12:41 AM	Microsoft Excel W...	10 KB
MEDICAMENTS DEN...	2/28/2019 12:42 AM	Microsoft Excel W...	11 KB
MEDICAMENTS.csv	2/28/2019 12:45 AM	Microsoft Excel C...	13 KB
PANSEMENTS ET AC...	2/28/2019 12:47 AM	Microsoft Excel W...	12 KB
PRODUITS DE LABO....	2/28/2019 12:47 AM	Microsoft Excel W...	11 KB
PRODUITS DE RADIO...	2/28/2019 12:48 AM	Microsoft Excel W...	10 KB
SOLUTES.csv	2/28/2019 12:49 AM	Microsoft Excel C...	10 KB

FIGURE 5.11 – Structure des dossiers et fichiers

id_produit	Désignation	Coût	Quantité	id_mois	id_catégorie	id_classe
------------	-------------	------	----------	---------	--------------	-----------

TABLE 5.2 – Structure du fichier finale

- Deuxième étape : maintenant que nous avons un format plus simple à manipuler, Nous avons créé le script ci-dessous qui lit chaque fichier csv et effectue les transformations nécessaires telles que :
  - L'agrégation : regrouper les produits par leur référence unique et faire la somme du coût et de la quantité
  - L'attribution de l'identifiant de catégorie : chaque nom de fichier est composé du nom de la catégorie, ce qui facilite le processus. Il suffit de rechercher la référence de la catégorie par son nom et de l'affecter au produit.
  - L'attribution de l'identifiant de la classe : similaire à l'attribution d'une référence de catégorie, nous avons un fichier csv qui comprend la référence du produit et sa classe, à partir de laquelle nous pouvons affecter la référence de classe.
  - L'attribution de l'identifiant de mois : Comme nous l'avons dit précédemment, les consommations mensuelles sont regroupées par catégorie, ce qui signifie que chaque dossier représente un mois d'une année donnée. À partir de là, nous pouvons facilement générer l'identifiant du mois en concaténant l'année et le nom du dossier.
  - Fusionner tous les fichiers traités en un seul fichier. Ce fichier aura la structure suivante :

```

1 import fs from 'fs-extra'
2
3 const years = [ 2017, 2018 ]
4 const categories = fs.readFileSync('data/raw-data/categories.csv')
5   .replace('\r', '')
6   .split('\n')
7   .map(r => r.split(','))
8 const classProductMap = fs
9   .readJSONSync('data/raw-data/class-product.json')
10 years.forEach(year => {
11   const path = `data/${year}/`
12   const data = []
13   for (let month = 1; month <= 12; month++) {
14     const categoryNames = fs.readFolderSync(`${path}/${month}`)
15     categoryNames.forEach(category => {
16       const categoryId = categories
17         .find(r => r[1] == category.replace('.csv', ''))[0]
18       fs.readFileSync(`${path}/${month}/${category}`, 'latin1')
19         .replace('\r', '')
20         .split('\n')
21         .forEach(line => {

```



```

22     cells = line.split(',')
23     productId = cells[0]
24     const index = data.indexOf(e => e[0] === productId)
25     if (index === -1 || data[index][4] !== `${month}${year}`) {
26         classProduct = classProductMap
27             .find(c => c.productId === productId)
28         classId = !classProduct ? null : classProduct.classId
29         monthId = `${month}${year}`
30         data.push([...cells, monthId, categoryId, classId])
31     }
32     else {
33         data[index][2] += cells[2]
34         data[index][3] += cells[3]
35     }
36 }
37 });
38 }
39 fs.writeFileSync(`data/result.csv`, data.map(r => r.join(','))
40     .join('\n'), 'latin1')
41 })

```

Listing 5.1 – Scripte de transformation des données

— Troisième étape : Générer des données finales.

Pour chaque table de notre base de données, nous avons créé un fichier csv.

Après avoir généré tous ces fichiers csv, nous pouvons facilement remplir les tableaux,

mais nous n'avons toujours pas traité toutes les données, comme nous l'avions dit précédemment, nous avons deux types de données (données brutes et données agrégées). Idéalement, les données agrégées doivent être prêtes à être insérées dans l'entrepôt (après les avoir fusionnées avec les données précédentes et avoir filtré les produits dupliqués), mais quand nous avons examiné certains fichiers, nous avons remarqué trois problèmes

— Les référence des produits sont perdu (remplacer par autre référence).

P127	PULPERYL	224	PD9135	PULPERYL
------	----------	-----	--------	----------

— Il existe des produits dupliquer que nous pouvons diviser en deux cas :

\* Même produit avec la même désignation et référence différente.

S02	CHLORURE DE SODIUM 0.9% 500ML INJ	(
S03	CHLORURE DE SODIUM 0.9% 500ML INJ	(
S04	CHLORURE DE SODIUM 0.9% 500ML INJ	(

\* Même produit avec désignation différente et référence différente (ce que nous entendons par désignation différente sont les fautes d'orthographe).

0	P103	RESINE AUTO (LIQUIDE)	(
1	P104	RESINE AUTO LIQUIDE	(

— Les lignes avec les mêmes références de produit et de mois dans le fichier de consom-



Table ED	Colonne	Table Src	Colonne Src	Observation
Consommation	Id produit	Consommation	Ref_Product	
	Id mois	Consommation	Date de crea- tion	Sous format MMYYYY
	QTE	Consommation	QTE	Après agréga- tion
	Cout	Commande	Prix	Après agréga- tion

TABLE 5.4 – Table de consommation

Format initial	Format finale
YYYYMMDDTHH :MM :ss.SSSZ	MMYYYY

TABLE 5.5 – Transformation forma

— **Homogénéisation des données :**

Puisque nous n'avons qu'une source de données, cette étape n'a aucun effet.

— **Transformation et Agrégation des données :**

La seule transformation nécessaire avant l'agrégation est celle du champ `date_de_creation` (tables commande et consommation), puisque nous sommes intéressés par les valeurs mensuelles.

Après avoir effectué la transformation, nous pouvons ensuite agréger le prix et la quantité par `ref_produit` et `date_de_creation`.

### 5.11.2 Génération et exécution de requêtes d'alimentation :

Généralement, l'insertion de données est gérée par une procédure stockée, mais comme notre entrepôt est vide et que nos données sont dans un format standard, nous pouvons accélérer ce processus en créant un script qui génère des requêtes SQL, puis les exécute directement par l'administrateur.

```

1 const consumptions = fs.readFileSync('data/consumption.csv', 'latin1')
2   .replace('\r', '')
3   .split('\n')
4   .map(line => line.split(','))
5 let sql = "INSERT INTO consumptions "
6 sql += "(product_id, month_id, quantity, unit_price, total_price) VALUES\n"
7 sql += consumptions.map(row => "("+row.map(column => ` '${column}' `)
8   .join(',')+"")
9   .join(',\n')+";";
10 fs.writeFileSync('data/consumptions.sql', sql, 'latin1');
```

Listing 5.2 – Scripte de génération des requête

## 5.12 Conclusion

Dans ce chapitre après présentation du domaine de notre étude, nous avons détaillé la partie conception de notre système selon le formalisme UML et plus précisément le processus 2TUP. Par la suite nous procéder à la conception d'un entrepôt de données qui s'adapte parfaitement à la vision des données existantes en appliquant une phase de traitement des données par transformation et alimentation.

# Implémentation

## 6.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous parlerons de l'implémentation du système, les outils et technologies utilisés et la structure générale des deux systèmes (opérationnel et décisionnel). Nous présenterons l'application mobile et l'application Web à l'aide des exemples sur quelque scénarios d'utilisation de l'application.

## 6.2 Outils utilisés

### 6.2.1 MySQL Workbench

MySQL Workbench est un outil visuel unifié destiné aux architectes de bases de données, aux développeurs et aux administrateurs de base de données. MySQL Workbench fournit la modélisation de données, le développement SQL et des outils d'administration complets pour la configuration du serveur, l'administration des utilisateurs, la sauvegarde, etc. MySQL Workbench est disponible sous Windows, Linux et Mac OS X.[17]

### 6.2.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code est un éditeur de code source développé par Microsoft pour Windows, Linux et macOS. Il comprend la prise en charge du débogage, du contrôle Git intégré et de GitHub, de la coloration syntaxique, de la complétion de code intelligente, des extraits et du refactoring du code.[18]

### 6.2.3 IntelliJ IDEA

IntelliJ IDEA est également est un environnement de développement intégré de technologie Java destiné au développement de logiciels informatiques. Il est développé par JetBrains et disponible en deux versions. (communautaire et open source).[19]



## 6.2.4 WEKA

Weka est une suite de logiciels d'apprentissage automatique écrite en Java et développée à l'université de Waikato en Nouvelle-Zélande. Weka est un logiciel libre disponible sous la Licence publique générale GNU (GPL).[20]

## 6.3 Technologies utilisées

### 6.3.1 Node JS

Node.js est une plateforme logicielle libre et événementielle en JavaScript orientée vers les applications réseau qui doivent pouvoir monter en charge.

Elle utilise la machine virtuelle V8 et implémente sous licence MIT les spécifications CommonJS.[21]

### 6.3.2 Java

Java est un langage de programmation et une plate-forme informatique qui ont été créés par Sun Microsystems en 1995. Beaucoup d'applications et de sites Web ne fonctionnent pas si Java n'est pas installé et leur nombre ne cesse de croître chaque jour.[22]

### 6.3.3 React

React est une librairie JavaScript, qui permet véritablement de révolutionner le développement des interfaces pour les applications web.[23]

### 6.3.4 React Native

React Native est un framework qui permet de construire en JavaScript des applications natives sous iOS et Android, en réutilisant les composants natifs de la plate-forme.

Développé par les équipes Facebook, et partagé en licence BSD en 2015, il permet de créer des applications mobiles multiplateformes.[24]

### 6.3.5 MySQL

MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, PostgreSQL et Microsoft SQL Server.[25]

### 6.3.6 TensorFlow.js

TensorFlow.js est une bibliothèque permettant de développer et de former des modèles ML en JavaScript et de les déployer dans un navigateur ou sur Node.js.[26]

### 6.3.7 Spark

Spark - Un micro-framework pour la création d'applications Web dans Kotlin et Java 8 avec un effort minimum.[27]

## 6.4 La structure du système

### 6.4.1 L'architecture REST

REST signifie REpresentational State Transfer et API signifie Application Program Interface. REST est un style d'architecture logicielle qui définit l'ensemble de règles à utiliser pour la création de services Web. Les services Web qui suivent le style architectural REST sont appelés services Web RESTful. Il permet aux systèmes demandeurs d'accéder aux ressources Web et de les manipuler à l'aide d'un ensemble de règles uniforme et prédéfini. L'interaction dans les systèmes REST se fait par le biais du protocole HTTP.

Un système RESTful comprend :

- Client qui demande les ressources.
- Serveur qui a les ressources.

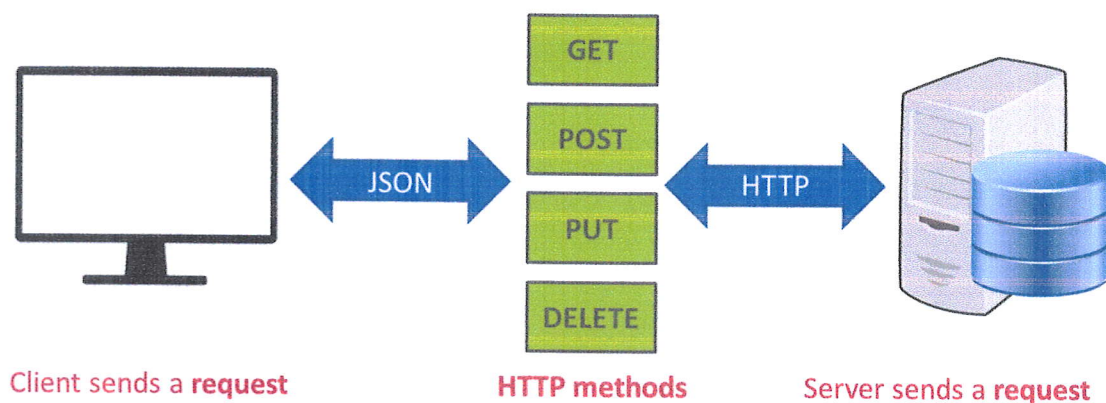


FIGURE 6.1 – Diagramme de composants

### 6.4.2 Partie I : Système opérationnel

Dans cette partie de notre système, comme le titre l'indique, nous nous intéressons au côté opérationnel, qui consiste en :

### 6.4.2.1 Côté serveur

Notre serveur est un API REST développé en **NodeJs** utilisant `express-js` comme serveur `http`, il joue le rôle d'intermédiaire entre les requêtes du client et la base de données, composée de trois parties principales :

— Les routes :

les itinéraires sont publics pour que les clients communiquent avec notre serveur via des requêtes HTTP.

chaque route expose un service que nous fournissons et chaque opération de service dépend de la méthode HTTP (GET, POST, PUT, PATCH, UPDATE, DELETE).

Voici quelques opérations que nous pouvons effectuer sur la route `/produit` :

— **GET** `:/produit` : renvoie tous les produits

— **GET** `:/produit/12025405` : renvoie le produit avec la référence 12025405 s'il existe

— **GET** `:/produit/?fournisseur=65056` : retourne tous les produits avec l'id du fournisseur = 65056

— **POST** `:/produit` : pour ajouter un nouveau produit.

— **PATCH** `:/product/12025405` : mettre à jour une ou plusieurs propriétés de produit 12025405 s'il existe.

— Les middlewares :

Les middlewares dans notre application sont des fonctions que nous avons définies et liées à des routes spécifiques et vont être exécutées chaque fois qu'un client envoie une requête `http` avant de transmettre la requête au gestionnaire de routage.

Un cas d'utilisation courant est la validation de l'identité du client, car `http` est sans état. voici un diagramme qui montre le middleware d'identification dans notre API.



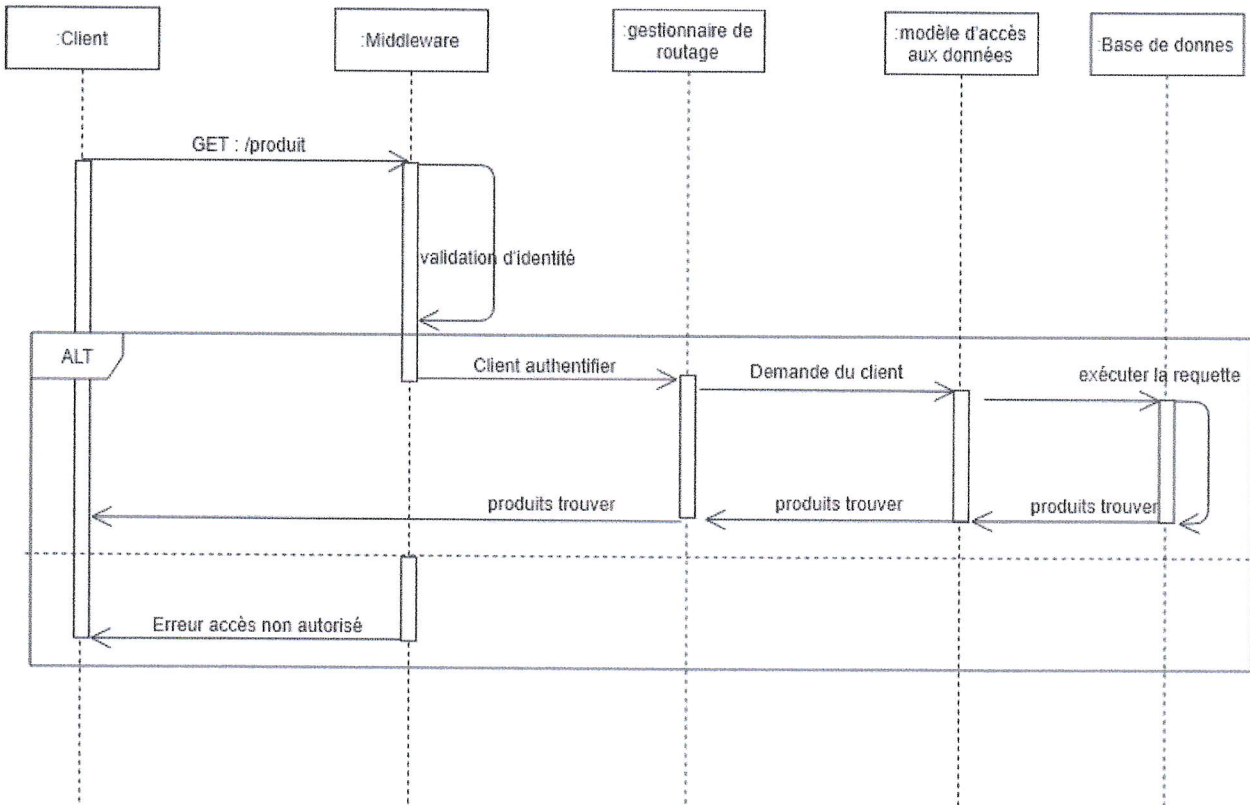


FIGURE 6.2 – Middleware d’identification.

— Couche d’accès et manipulations de données :

Cette couche d’application est responsable de toutes les opérations liées à la base de données ; elle reçoit les données client du gestionnaire de routage après leur validation, puis effectue les opérations appropriées (CREATE, READ, UPDATE, et DELETE).

6.4.2.2 Application mobile

Cette application est développée en **React-Native**, elle joue le rôle d’interface entre l’utilisateur et notre API-REST en fournissant à l’utilisateur des interfaces graphiques simples et des fonctionnalités utiles, telles que l’utilisation de l’appareil photo du téléphone comme scanner de codes à barres, qui facilitent et accélèrent les recherches.

voici une structure générale de l’application :

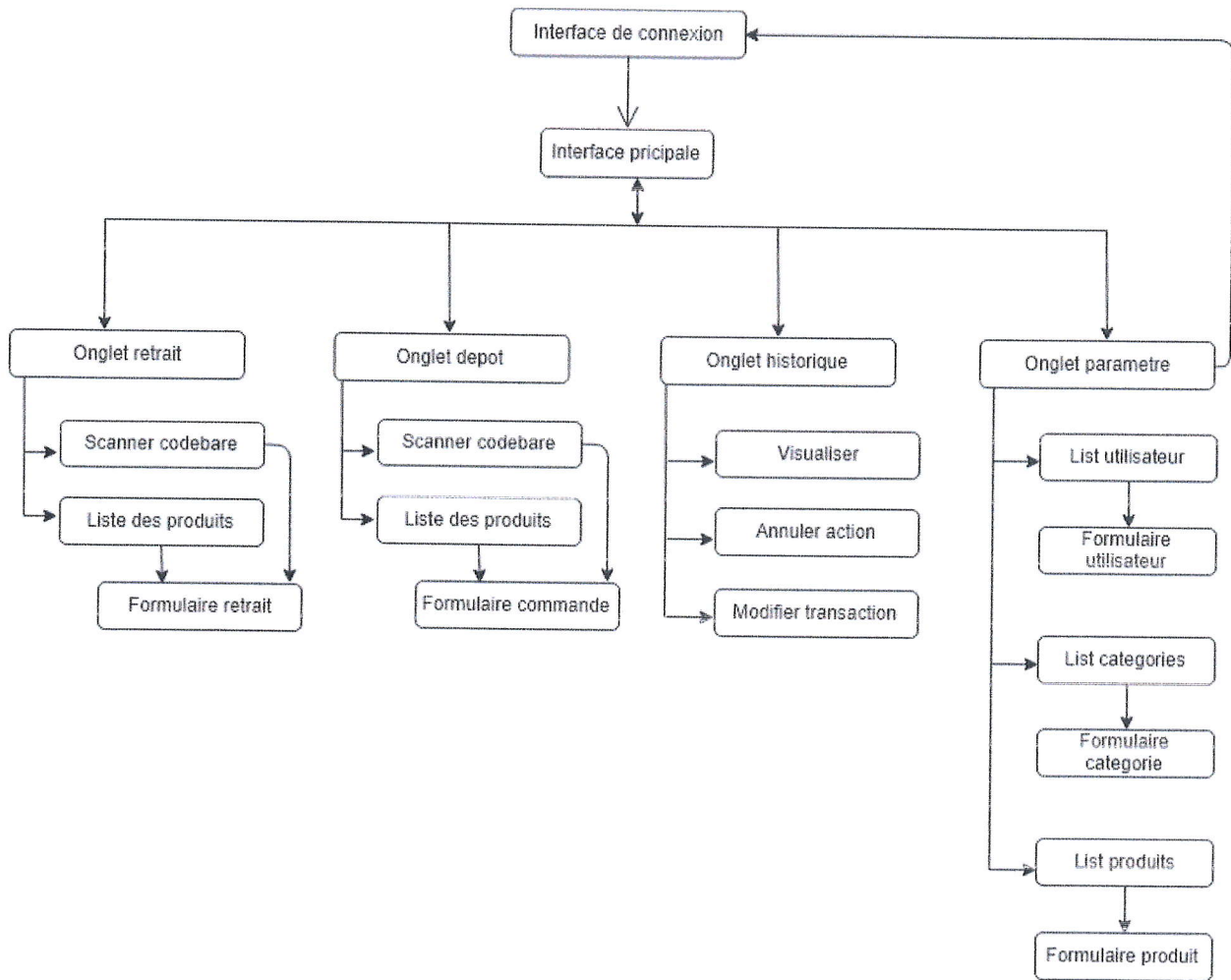


FIGURE 6.3 – Structure d’application mobile

### 6.4.3 Partie II : Système décisionnel

Dans cette partie, nous parlerons du système décisionnel, qui est similaire dans l’architecture globale au système opérationnel (une API REST et une application client)

#### 6.4.3.1 Côté serveur

Cette partie est développée en java en utilisant Spark comme serveur http, nous avons choisi java car WEKA fournit uniquement une API java  
notre application de serveur Web joue le rôle d’hôte pour l’application Web et expose deux routes REST (/prévision et /consommation).

— /consommation :

Exposé pour requête GET seulement, accepte les paramètres de filtres et agrégation.  
exemple : GET /prévision?year=2010&product\_id=2515050

Le serveur valide les paramètres du client, puis génère et exécute la requête SQL.

— /prévision :

Exposé pour requête POST seulement, accepte trois paramètres obligatoire série chronologique, l'unité de temps (mois, année, ...) et la méthode de prévision.  
sur la base des valeurs reçues, le serveur crée un modèle weka et l'exécute, puis répond au client avec le résultat de la prévision.

### 6.4.3.2 Application web

Cette partie est développée en utilisant React. nous pouvons la considérer comme un outil de visualisation, elle est principalement chargée de demander et de visualiser les données sous forme de tableau ou de graphique, elle fournit à l'utilisateur un ensemble de paramètres de filtres et agrégation.

voici une structure générale de l'application :

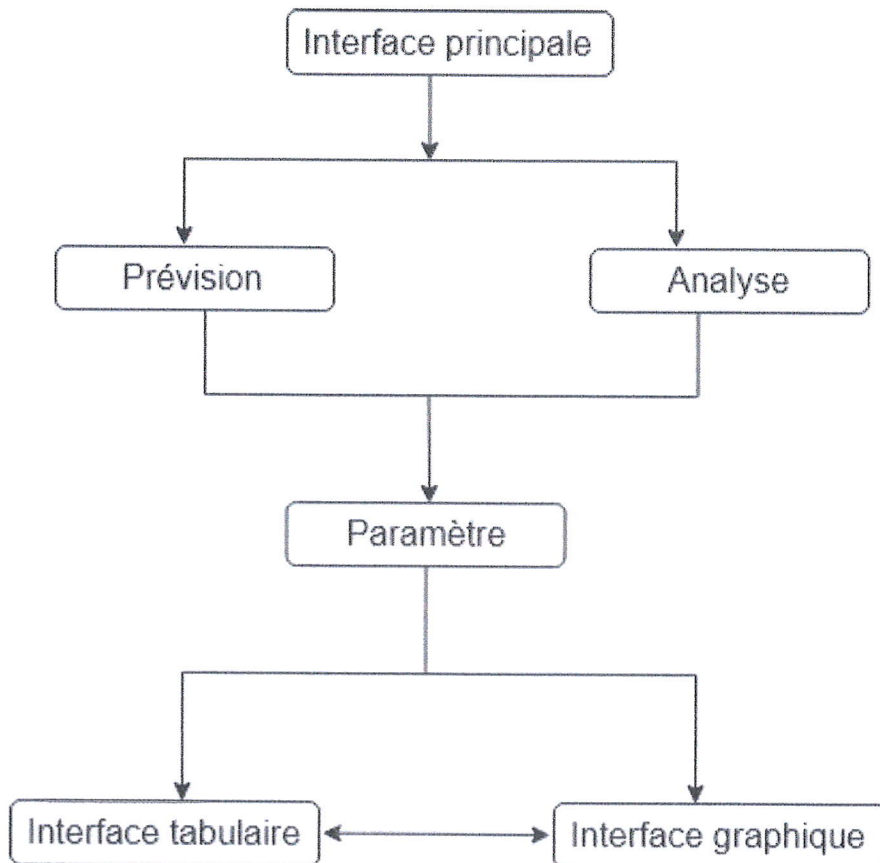


FIGURE 6.4 – Structure d'application web.



## 6.5 Interfaces

### 6.5.1 Application mobile

#### 6.5.1.1 Login

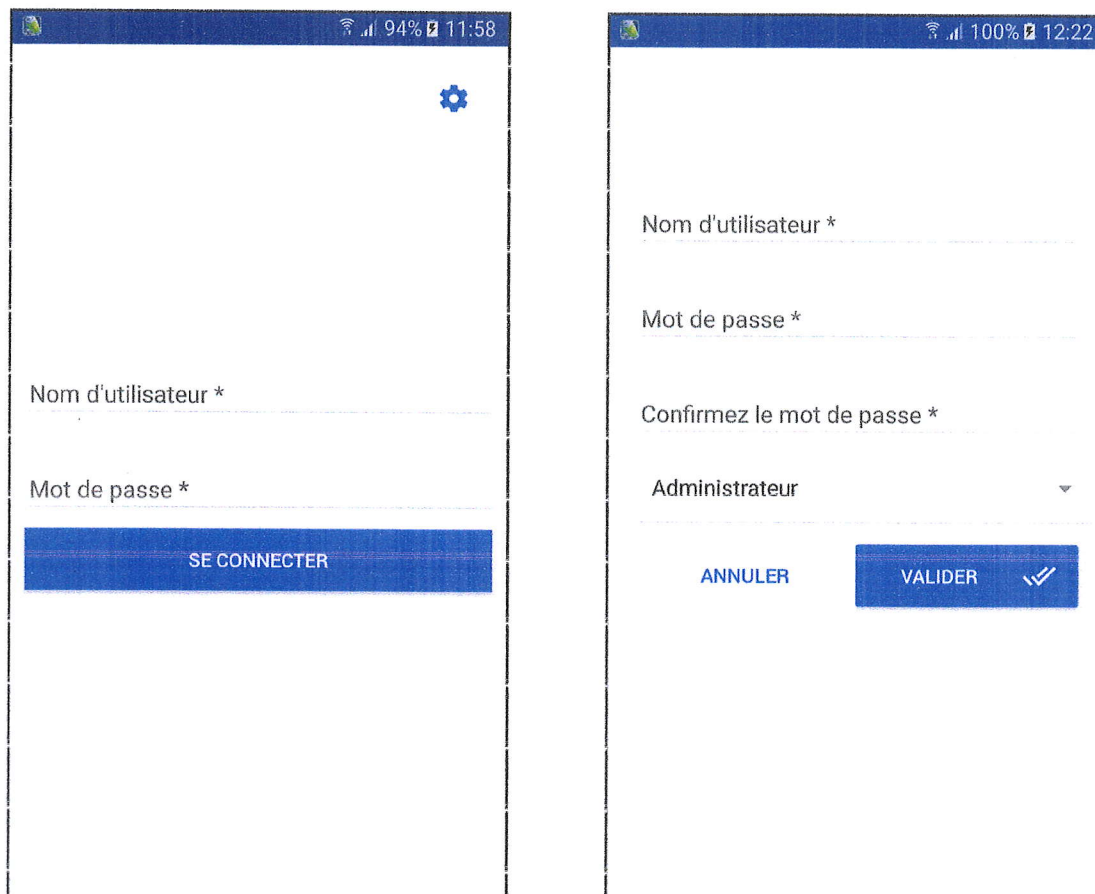


FIGURE 6.5 – Interface de connexion

### 6.5.2 Retirer produit du stock

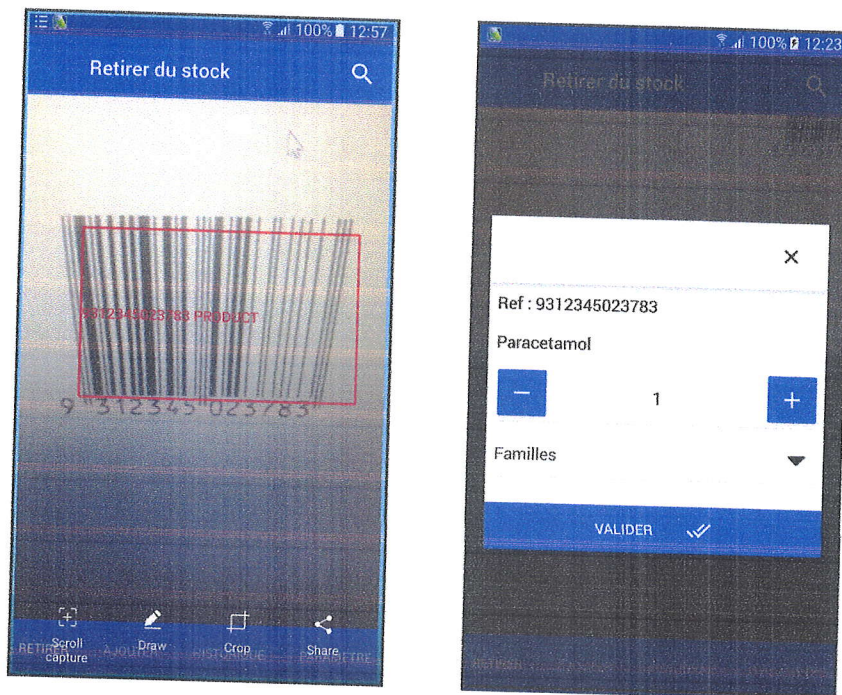


FIGURE 6.6 – Retirer produit du stock

### 6.5.3 Ajouter produit/commande

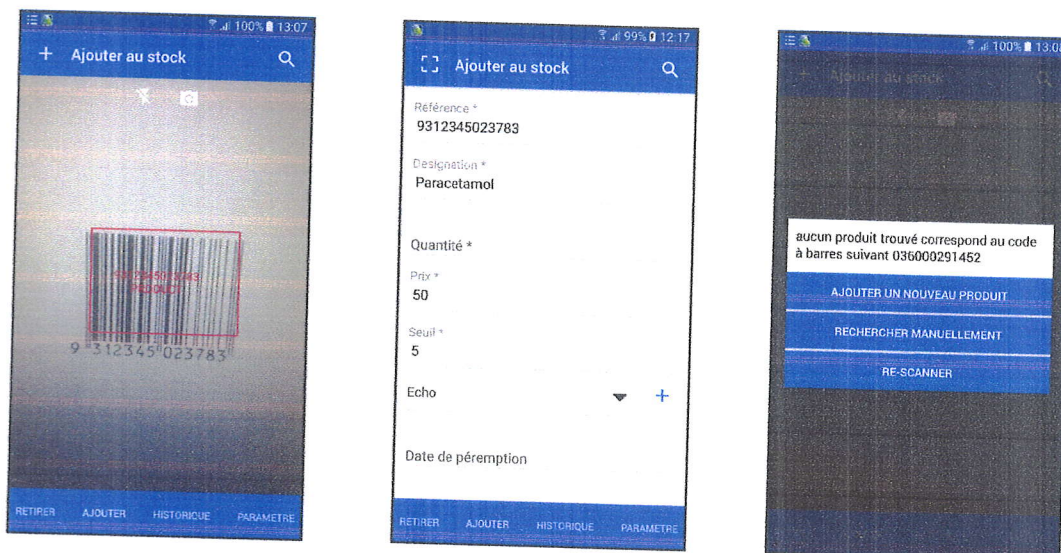


FIGURE 6.7 – Ajouter produit/commande

### 6.5.4 Historique

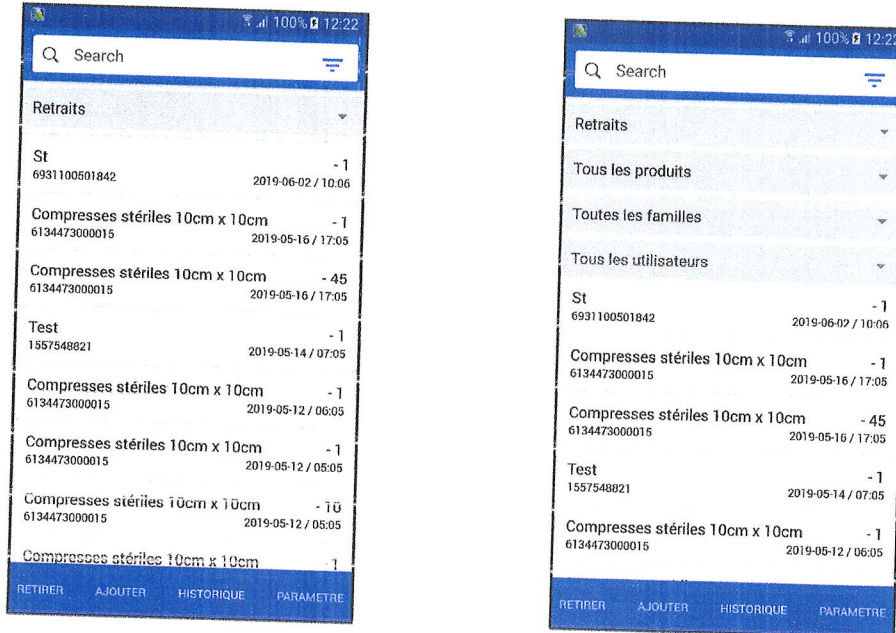


FIGURE 6.8 – Interface historique

### 6.5.5 Recherche manuel

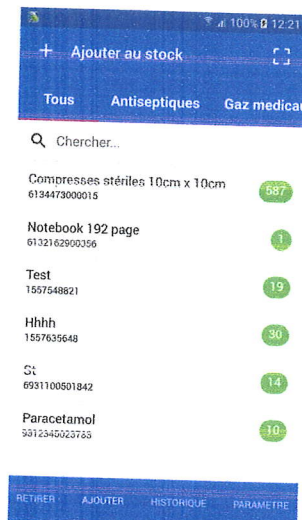
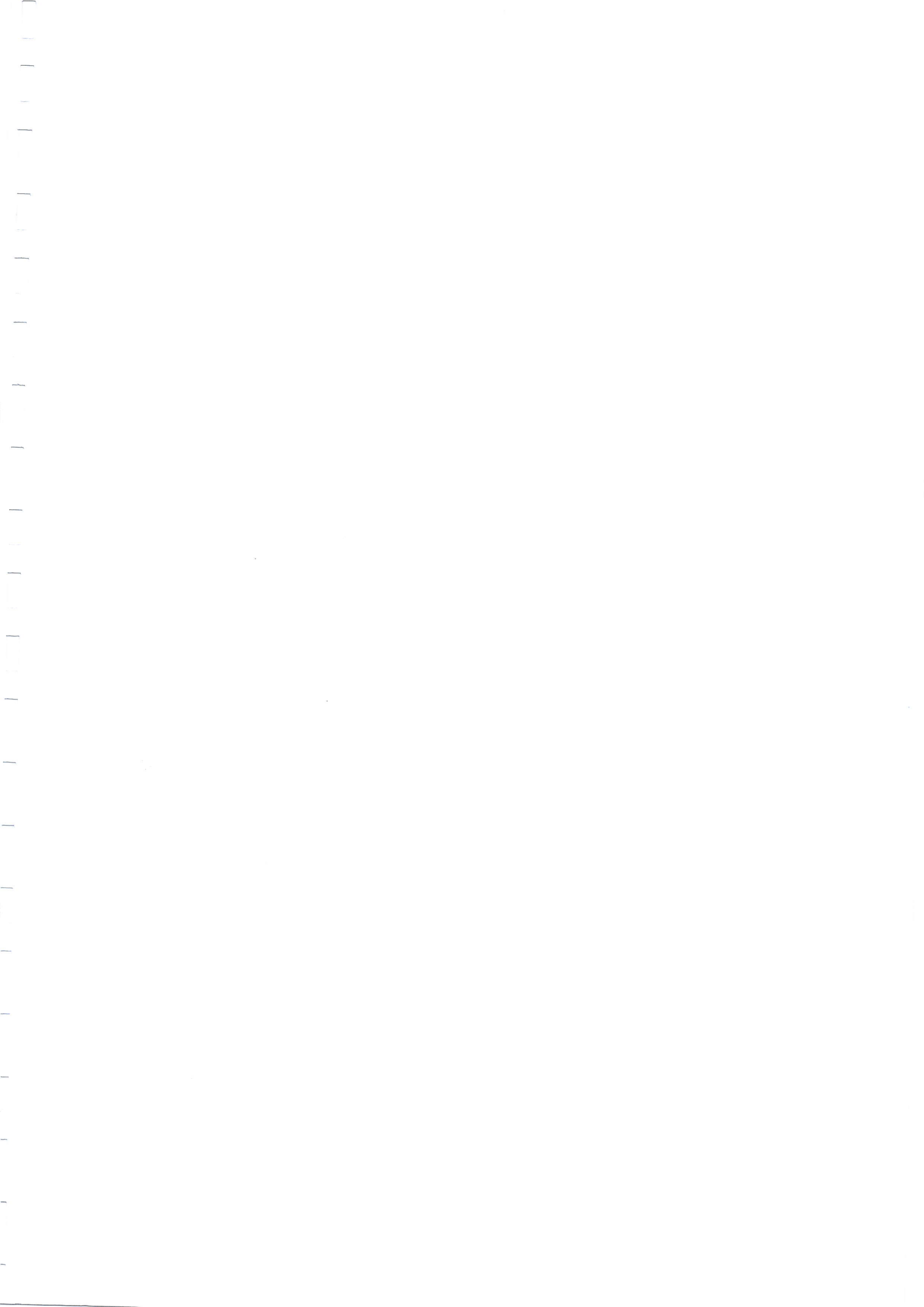


FIGURE 6.9 – recherche manuel





### 6.5.6 Paramètre

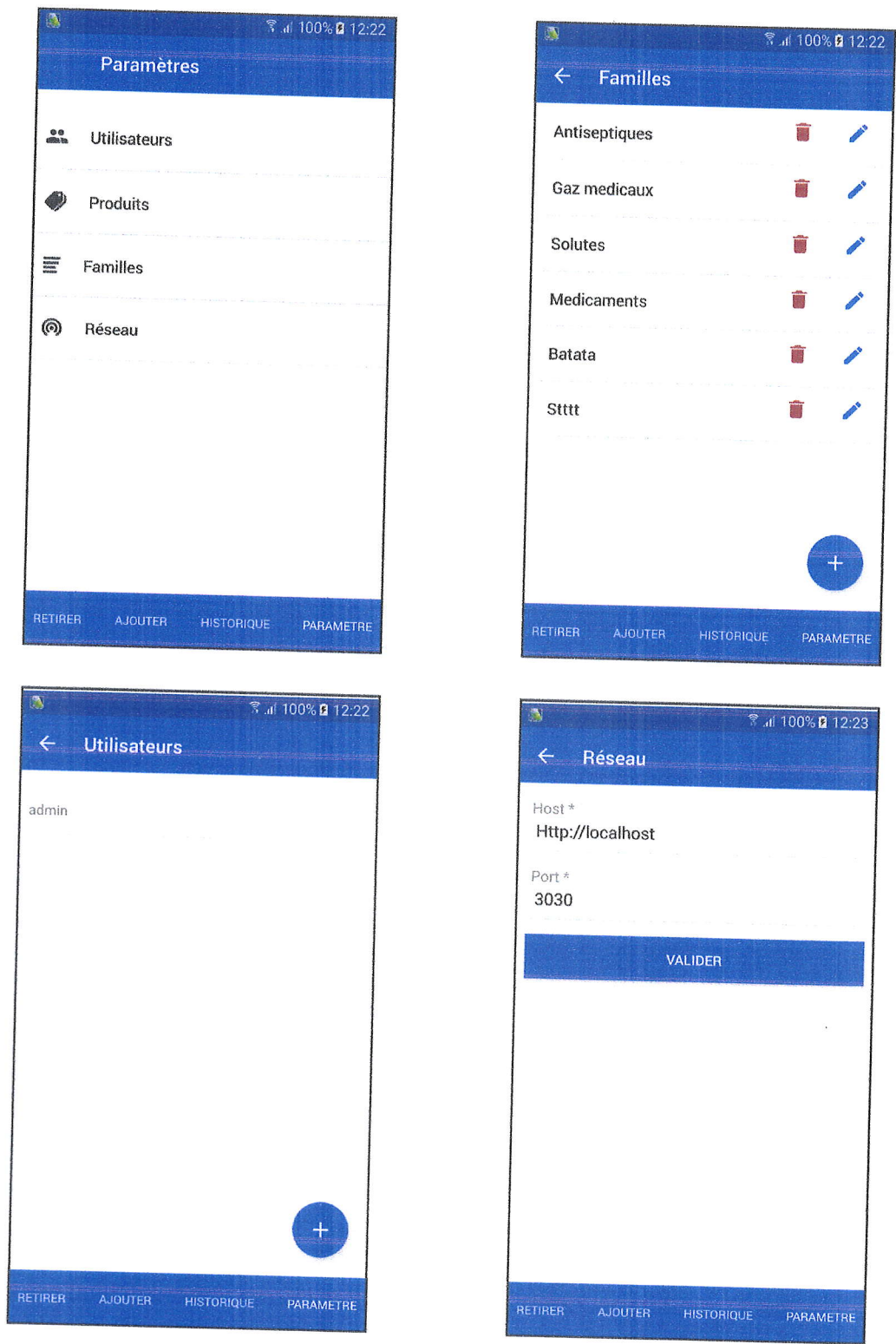


FIGURE 6.10 – Interface Paramètre

## 6.6 Application web

### 6.6.1 Interface d'accueil

The screenshot shows the home interface of the PFE web application. It features a navigation menu with options like 'TABULAIRE', 'GRAPHIQUE EN LIGNE', 'SMCreg', and 'PRÉDIRE'. The main content is a table listing various products with their details.

Designation	Famille	Classe	Domaine	Année	Mois	Trimestre	Semaine	Quantité	Coût
ANTISE05	EAU OXYGENE 6TL	ANTISEPTIQUES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	10	3500
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	1	350
ANTISE08	ALCOOL CHERURGICAL TL	ANTISEPTIQUES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	27	9180
ANTISE09	DASIN SOL TL 0 TL	ANTISEPTIQUES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	0	0
ANTISE42	ALCOOL IODE 60L	ANTISEPTIQUES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	2	709
CD1001	BRIOCHES	CONSOMMABLES DENTAIRES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	42	15540
CD18	FRAISES POUR TURBINE	CONSOMMABLES DENTAIRES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	96	13200
CD37	TIRE NERFS	CONSOMMABLES DENTAIRES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	50	1500
CD47	FILMS DENTAIRES	CONSOMMABLES DENTAIRES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	40	2400
CD54	FILUS	CONSOMMABLES DENTAIRES		2009	2009-01	tr1	sm-01-2009	18	810

FIGURE 6.11 – Interface d'accueil

### 6.6.2 Interface d'analyse

The screenshot shows the analysis interface of the PFE web application, specifically for the product 'EOSINE AQUEUSE TL'. It displays a detailed table with monthly data for the year 2011.

Designation	Famille	Classe	Domaine	Année	Mois	Trimestre	Semaine	Quantité	Coût
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-01	tr1	sm-01-2011	1	410
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-02	tr1	sm-01-2011	4	1435
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-03	tr1	sm-01-2011	0	0
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-04	tr2	sm-03-2011	1	350
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-05	tr2	sm-03-2011	5	1750
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-06	tr2	sm-01-2011	3	875
ANTISE07	EOSINE AQUEUSE TL	ANTISEPTIQUES		2011	2011-07	tr3	sm-02-2011	1	410

FIGURE 6.12 – Interface d'analyse



### 6.6.3 Interface de Prédiction

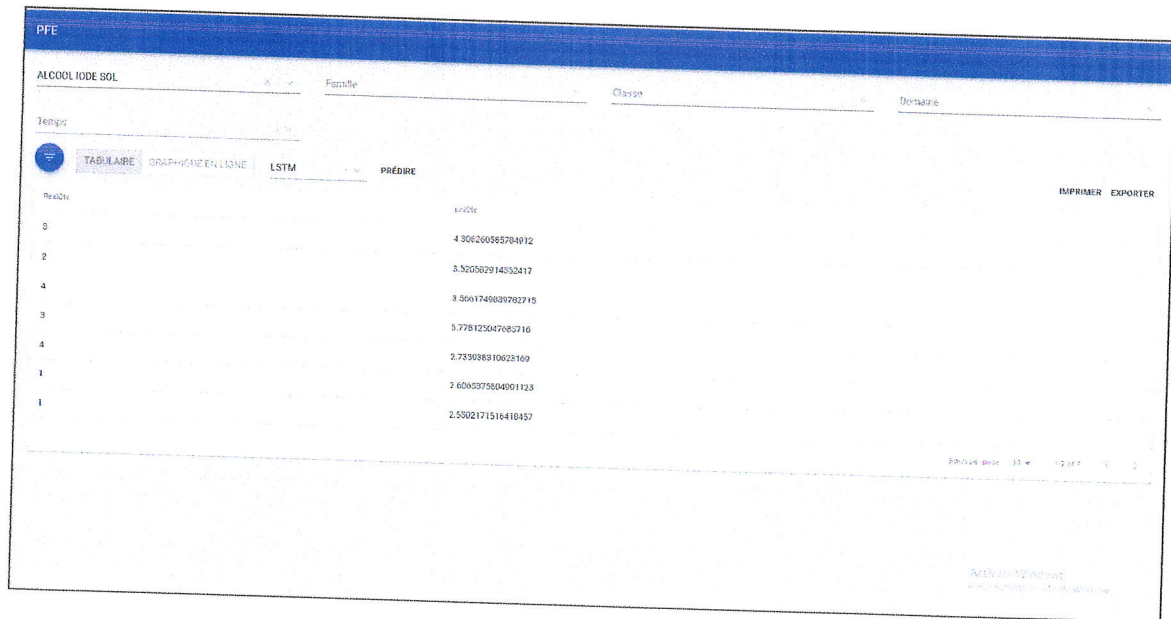


FIGURE 6.13 – Interface des résultats de prédiction tabulaire

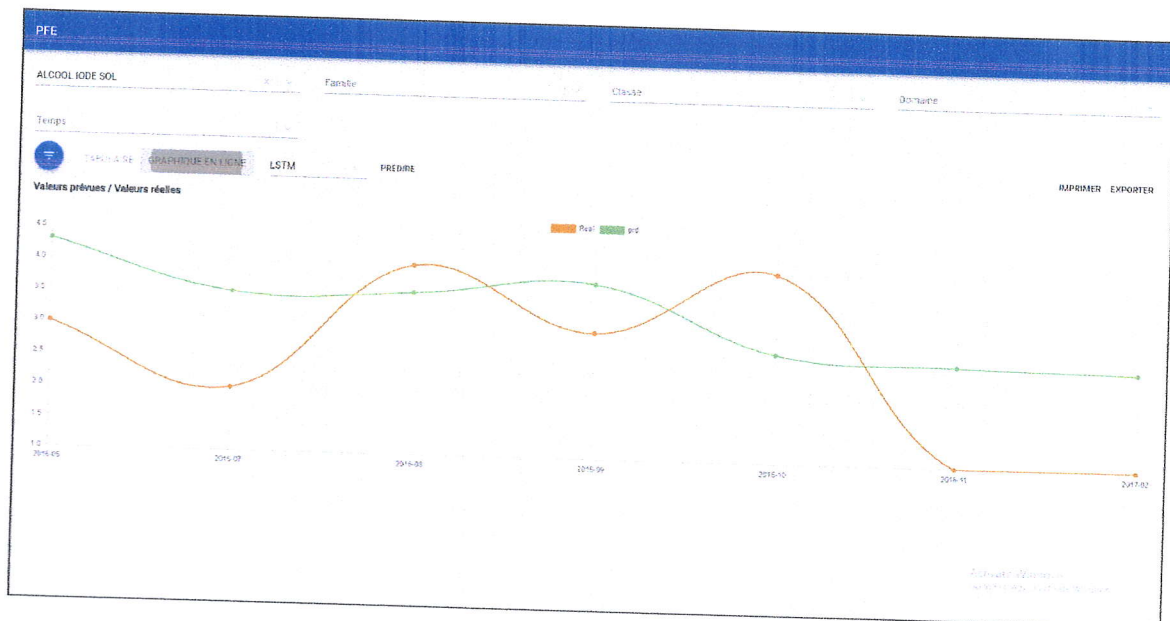


FIGURE 6.14 – Interface des résultats de prédiction graphique

## 6.7 Résultats de la prédiction

Pour tester notre résultat de prédiction, nous allons choisir une série temporelle et essayer de prédire le résultat de la consommation de l'année 2018 en utilisant différents algorithmes de prédiction implémentés dans notre application.

Informations de la série temporelle choisie :

Référence	MD5369
Désignation	FUEOSEMIDE 20 MG INJ
Agrége par	Référence de produit, Mois
Nombre d'observations	112

Nous allons comparer les résultats de quatre algorithmes différents. trois d'entre eux s'exécutent sur le serveur, implémenté à l'aide de l'API de WEKA (MLP, Régression linéaire et SMOreg) et le dernier (LSTM) dans le navigateur implémenté à l'aide de Tensorflow.JS. L'équation pour calculer le RMSE(Root-mean-square deviation) est la suivante[28] :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - R_i)^2}{N}} \quad (6.1)$$

— MLP :

Valeur observée	Valeur prévus
30	57
41	84
25	10
8	-10
26	45
13	-21
18	66
15	-10
25	-15
40	57
31	-5

RMSE : 31

— Régression linéaire :

Valeur observée	Valeur prévus
30	47
41	86
25	33
8	32
26	51
13	40
18	28
15	27
25	8
40	30
31	26

RMSE : 21

— SMOreg :

Quantité observée	Quantité prévus
30	57
41	55
25	16
8	-8
26	29
13	21
18	5
15	10
25	6
40	16
31	21

RMSE : 15

— LSTM :

Valeur observée	Valeur prévus
30	31
41	24
25	21
8	12
26	19
13	24
18	26
15	19
25	17
40	21
31	18

RMSE : 10

**(6.7.0.1) Remarque** Comme nous l'avons vu dans le chapitre de prévision ; chaque série chronologique a les algorithmes de prévision appropriés qui fonctionnent le mieux avec elle. Dans notre étude de la série chronologique ci-dessus ; nous pouvons conclure que la méthode MLP n'est pas appropriée pour cette série, par conséquent les résultats obtenus ne sont pas fiables.



## 6.8 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter les différents outils et technologies de développement utilisés et l'environnement de travail. Nous avons présenté la structure de notre system ainsi que l'architecture utilisé (REST) et leur implémentation dans les deux applications web et mobile, avec la représentation de quelques interfaces des applications. Enfin nous avons fait, comme exemple la prévision d'une série chronologique avec la représentation des résultats obtenus par les différentes méthodes de prévision supportées par notre l'application.

## Conclusion générale

Le but de notre travail c'est de faire réaliser un système d'information, de la conception à la réalisation, pour la gestion des produits pharmaceutiques au niveau de l'EPSP de Jijel, l'objectif c'est d'aider à bien organiser les produits pharmaceutiques et de faire exploiter les données historiques pour faire des analyses ou des prévisions dans un but d'aide de prise de décision concernant l'estimation des besoins en produits pharmaceutiques.

Le travail est composé de deux applications, une première application mobile permettant de faire la gestion des produits pharmaceutique, gestion des comptes, gestion des commandes, gestion des consommations, la consultation de l'historique avec facilitation du travail d'insertion ou de recherche d'un produit grâce à la possibilité de faire scanner le code barre directement avec la caméra du mobile. la deuxième application est une application web permettant de faire analyser les séries chronologiques et de faire des prévision en appliquant plusieurs méthode possibles, à savoir : MLP, Régression linéaire, SMOreg, LSTM.

Concernant le coté des données et pour stocker les données chronologiques nous avons procédé par étape, à partir de la sélection des données brutes au niveau de l'EPSP en passant par la transformation et l'agrégation de ces données pour enfin les charger dans l'entrepôt de données après la création d'un modèle multidimensionnel adapté au besoin d'analyse.

Concernant la conception du système d'information nous avons utilisé le processus 2TUP avec ces principales étapes, on démarrnant par la capture des besoins jusqu'à la représentation du digramme UML utilisé dans le processus.

Concernant le coté implémentation nous avons utilisé des technologies modernes et récentes telles que : Node JS, React, React Native...etc. Enfin la structure de notre système est basée sur l'architecture REST qui dépend elle-même du protocole HTTP.

Comme perspective à notre travail, nous proposons l'addition de nouvelles applications et technologies tel que la version desktop de l'application de gestion des produits et l'addition de nouvelles méthodes de prévision.

# Bibliographie

- [1] "Santé publique et prévention." [https://www.cap-concours.fr/sanitaire-et-social/concours-paramedicaux/reviser/sante-publique-et-prevention-cc\\_san\\_01](https://www.cap-concours.fr/sanitaire-et-social/concours-paramedicaux/reviser/sante-publique-et-prevention-cc_san_01). Accessed : 2019-06-19.
- [2] "Les produits pharmaceutiques." <http://resimede.info/produits-pharmaceutiques/>. Accessed : 2019-06-19.
- [3] "Les produits pharmaceutiques." [https://eddirasa.com/wp-content/uploads/univ/pharmacie/pharm\\_droit-5an-les\\_produits\\_pharmaceutiques.pdf](https://eddirasa.com/wp-content/uploads/univ/pharmacie/pharm_droit-5an-les_produits_pharmaceutiques.pdf). Accessed : 2019-06-19.
- [4] C. D. CHIBOUTI Fadila, *Système d'Information et son rôle au sein de l'Entreprise Cas pratique : les moulins de la Soummam*. PhD thesis, (2015).
- [5] T. Collonvillé, *Elaboration de processus de développements logiciels spécifiques et orientés modèles : application aux systèmes à événements discrets*. PhD thesis, (2011).
- [6] F. V. Pascal Roques, *UML 2 en action*. ÉDITIONS EYROLLES, (2007).
- [7] M. Bruley, "Système d'information décisionnel : A quoi cela sert-il?," (2010), [https://www.decideo.fr/bruley/Systeme-d-information-decisionnel-A-quoi-cela-sert-il\\_a26.html](https://www.decideo.fr/bruley/Systeme-d-information-decisionnel-A-quoi-cela-sert-il_a26.html).
- [8] A. Lagnoux, "Séries chronologiques," (2013), [https://www.math.univ-toulouse.fr/~lagnoux/Poly\\_SC.pdf](https://www.math.univ-toulouse.fr/~lagnoux/Poly_SC.pdf).
- [9] G. R. NGOOH, *LES PREVISIONS DES CONSOMMATIONS*. PhD thesis.
- [10] L. G. L. conseil, "Méthodes de prévision," (), <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Previsions-ventes-consommations.htm>.
- [11] M. NEMICHE, *Data mining*. PhD thesis, (2014/2015).
- [12] Y. Messaoud, "Lstm, intelligence artificielle sur des données chronologiques," (2018), <https://medium.com/smileinnovation/lstm-intelligence-artificielle-9d302c723eda>.
- [13] B. Benkachcha.S, El Hassani.H, *Gestion des stocks et prévisions de la demande : Amélioration d'un modèle de prévision basé sur les réseaux de neurones artificiels*. PhD thesis, (2015).



- [14] SupportIvy.com, "Prédiction de séries temporelles en utilisant lstm - les données comme meilleure idée - moyenne," (2019), <https://supportivy.com/prediction-de-series-temporelles-en-utilisant-lstm-les-donnees-comme-meilleure-idee-moyenne/>.
- [15] H. Oumaima, "Réseaux neuronaux récurrents et lstm," (2018), <https://www.datasciencetoday.net/index.php/fr/machine-learning/148-reseaux-neuronaux-recurrents-et-lstm>.
- [16] D. D. BOUKRAA, *Systèmes d'information, Méthodes avancées*. PhD thesis, (2015).
- [17] "Mysql workbench." <https://www.mysql.com/products/workbench/>. Accessed : 2019-06-19.
- [18] "Visual studio code." [https://en.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Studio\\_Code](https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code). Accessed : 2019-06-19.
- [19] "Intellij idea." [https://fr.wikipedia.org/wiki/IntelliJ\\_IDEA](https://fr.wikipedia.org/wiki/IntelliJ_IDEA). Accessed : 2019-06-19.
- [20] "Weka." [https://fr.wikipedia.org/wiki/Weka\\_\(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Weka_(informatique)). Accessed : 2019-06-19.
- [21] "Node js." <https://fr.wikipedia.org/wiki/Node.js>. Accessed : 2019-06-19.
- [22] "Java." [https://www.java.com/fr/download/faq/whatis\\_java.xml](https://www.java.com/fr/download/faq/whatis_java.xml). Accessed : 2019-06-19.
- [23] "React js." <http://reactjs.fr/react/>. Accessed : 2019-06-19.
- [24] "React native." <https://www.dzmob.com/blog/2018/08/08/quest-react-native/>. Accessed : 2019-06-19.
- [25] "Mysql." <https://www.mysql.com/about/>. Accessed : 2019-06-19.
- [26] "Tensorflow js." <https://www.tensorflow.org/js>. Accessed : 2019-06-19.
- [27] "Spark java." <http://sparkjava.com/>. Accessed : 2019-06-19.
- [28] "Understand regression performance metrics." <https://becominghuman.ai/understand-regression-performance-metrics-bdb0e7fcc1b3>. Accessed : 2019-06-19.



## Résumé :

Ce travail a été rédigé dans le cadre d'un projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master informatique, spécialité Système d'information et aide à la décision (SIAD). Ce projet consiste à concevoir et à réaliser tout un system d'information dans le but de bien gérer et exploiter pour l'analyse et la prévision des données relatives aux produits pharmaceutiques au niveau de l'établissement public de santé de proximité (EPSP) de Jijel. Pour cela deux applications complémentaires ont été implémentées, la première est une application mobile utilisée pour la gestion des produits et la deuxième et une application Web utilisée pour l'analyse et la prévision des besoins en produits pharmaceutiques. Une phase préliminaire important à été faite, elle concerne la préparation, l'agrégation et le chargement des données dans un entrepôt de données multidimensionnelles conçu pour cet effet. Pour la réalisation de ce travail, nous avons utilisé différents outils et technologies tels que : NodeJs, Java, React-Native, Weka...etc.

Mots clé : Système d'information, produits pharmaceutiques, série chronologique, prévision.

## Abstract :

This work was written as part of a final year project for obtaining an informatics master degree in Information Systems and Decision-making Support, this project consists in creating an entire information system for the purpose of well managing pharmaceuticals products of the EPSP JIJEL. For this we have created two applications, one for product management and the other one is for making analysis and forecasts, apart from the two application we've done the preparation, transformation, aggregation and insertion of the historical data into the data warehouse. For the realization of this work we've used different tools and technologies such as: NodeJs, Java, React-Native, Weka...etc.

Key words: Information System, pharmaceuticals products, time series, forecast.

## ملخص :

هذا العمل هو عبارة عن مذكرة تخرج للحصول على شهادة ماستر في الاعلام الآلي تخصص أنظمة المعلومات والمساعدة على اتخاذ القرار, عملنا يتمثل في انشاء نظام معلومات لترتيب وتنظيم المستحضرات الصيدلانية للمؤسسة العمومية للصحة الجوارية جيجل. لذلك قمنا بانشاء برنامجين : الأول يستعمل لتنظيم المستحضرات والثاني يستعمل للقيام بتحليلات على البيانات وكذلك يستعمل للقيام بدراسة تنبئية تساعد على اتخاذ القرارات الصائبة, بالاضافة الى ذلك قمنا بجلب البيانات القديمة من المؤسسة الجوارية وقمنا بتنظيمها واعادة تهيئتها و تخزينها في قاعدة بيانات لكي نستطيع الاستفادة منها في المستقبل.

الكلمات المفتاحية : أنظمة المعلومات, المستحضرات الصيدلانية... الخ