

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique d'Alger



Département du Génie Industriel

Mémoire du Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur en Génie Industriel

Option Management de l'Innovation

Thème

**Contribution à l'amélioration et l'optimisation de la Supply Chain
– Application : ABDI IBRAHIM REMEDE PHARMA –**

BOUKRAA Mounir MESRI Mohammed

Sous la direction de M. BOUKABOUS Ali Maître-Assistant A

Présenté et soutenu le (08/07/2021)

Composition du jury :

Président	M. Reda GOURINE	Maître de conférences B	ENP
Promoteur	M. BOUKABOUS Ali	Maître-Assistant A	ENP
Examineur	Mme. AIT BOUAZZA Sofia	Maître-Assistante A	ENP

ENP 2021

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique d'Alger



Département du Génie Industriel

Mémoire du Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur en Génie Industriel

Option Management de l'Innovation

Thème

**Contribution à l'amélioration et l'optimisation de la Supply Chain
– Application : ABDI IBRAHIM REMEDE PHARMA –**

BOUKRAA Mounir MESRI Mohammed

Sous la direction de M. BOUKABOUS Ali Maître-Assistant A

Présenté et soutenu le (08/07/2021)

Composition du jury :

Président	Mme NIBOUCHE Fatima	Maître de conférences A	ENP
Promoteur	Mr. BOUKABOUS Ali	Maître-Assistant A	ENP
Examineur	Mme. AIT BOUAZZA Sofia	Maître-Assistante A	ENP

ENP 2021

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تحسين الأداء اللوجستي لعملية الشراء وتقليل التكاليف لدعم تطور نشاط AIRP. تم اكتشاف هذه المشكلة واختيارها بعد إجراء تدقيق SCOR على سلسلة التوريد بأكملها. يتعلق الجزء الأول من الحل بتحسين دقة التنبؤات من خلال اقتراح نموذج أكثر موثوقية. يتعلق الجزء الثاني بتحسين التكاليف والمواعيد النهائية المتعلقة بعملية الشراء من خلال تنفيذ سياسة المشتريات لكل فئة من المنتجات. الجزء الثالث هو إنشاء أداة تُستخدم لتسهيل إدارة هذه العملية وتحسينها، وتتضمن هذه الأداة لوحة معلومات وتطبيقًا لإدارة المخزون. أخيرًا، اقترحنا حل المشكلة طريقتين مبتكرتين للتحسين. الكلمات الرئيسية: سلسلة التوريد، SCOR، التنبؤ، الشراء، التخطيط.

Abstract:

The objective of this work is to improve the logistical performance of the procurement process and to minimize the costs to support the evolution of the AIRP activity. This problematic has been detected and chosen after that the SCOR audit was performed on the entire supply-chain.

The first part of the solution concerns improving the precision of forecasts by proposing a more reliable model.

The second part concerns the optimization of costs and times related to the procurement process and this through the implementation of procurement policies for each product class

The third part is the creation of an Excel tool that is used to facilitate the management and improvement of this process, this tool includes a dashboard and an inventory management application. Finally, we proposed to the solution of the problem two innovative avenues of improvement.

Key words: Supply chain, SCOR, forecast, procurement, planning.

Résumé :

L'objectif de ce travail est d'améliorer la performance logistique du processus d'approvisionnement et minimiser les coûts pour supporter l'évolution de l'activité d'AIRP. Cette problématique fut détectée et choisie après qu'un audit SCOR ait été mené sur l'ensemble de la Supply chain.

La première partie de la solution concerne l'amélioration de la précision des prévisions en proposant un modèle plus fiable.

La deuxième partie concerne l'optimisation des coûts et délais liés au processus d'approvisionnement et cela à travers la mise en œuvre des politiques d'approvisionnement pour chaque classe de produit.

La troisième partie consiste à la création d'un outil sur Excel qui sert à faciliter la gestion et l'amélioration de ce processus, cet outil comprend un tableau de bord et une application de gestion de stock. Enfin, nous avons proposé à la solution de la problématique deux pistes d'améliorations innovantes.

Mots clés : Supply Chain, SCOR, prévision, approvisionnement, planification.

Dédicaces

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés. Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les mots embrassés, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère.

A la lumière de ma vie, ma source d'espoir et de motivation, ma chère Mère Celle qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, avec son soutien, son amour, et son sacrifice,

À mon très cher père, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

À la mémoire de mes grands-parents, Bachira, Mohammed et Aicha, Mohammed, j'aurais tant aimé qu'ils soient présents. Que Dieu ait leurs âmes dans sa sainte miséricorde.

À mes sœurs et frères qui ont toujours su me motiver à donner le meilleur de moi-même. Je vous souhaite santé et réussite dans votre vie.

À l'amour de ma vie, ma moitié, ma fiancée Nina. Ton amour ne m'a procuré que confiance et stabilité, Aucun mot ne pourrait exprimer ma gratitude, mon amour et mon respect, je suis et je serai ton meilleure amie pour le pire et pour le meilleure.

Au meilleur binôme, Mohammed Pour sa patience, sa générosité et son dévouement. Je te souhaite tout le bonheur et la réussite dans ta vie personnelle et professionnelle « aderr watbda ».

À mes chers amis, la seconde famille que j'ai choisie d'avoir : Mounir, Yassin, Hamid, redouane, avec qui j'ai partagé des moments inoubliables.

Aux Assiremistes qui m'ont ouvert les yeux vers de nouvelles perspectives, de nouveaux challenges, à tout le team fondateur avec lesquels j'ai partagé des aventures exceptionnelles à travers les événements organisés.

Mounir.

Dédicaces

A mes chers parents auxquels j'exprime un profond amour et respect, pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices, pour le sens du devoir et toutes les valeurs qu'ils m'ont inculquées depuis mon enfance.

A mes sœurs Ferial & Manel et mes frères Aymen & Wail qui remplissent ma vie de joie et de rires.

A mon oncle Aissa, qui n'a jamais cessé de croire en moi, et qui a toujours été présent dans les moments les plus importants de ma vie.

A mes grands-parents et chères tantes qui, de par leur gentillesse et leur dévotion ont toujours su me reconforter et m'épauler.

A mon binôme Mounir, pour ce projet et pour tous les bons moments qu'on a passés ensemble durant notre cursus.

A mes Amis, qui m'ont permis de vivre des moments de joie inoubliables.

A ma fiancée Aicha, l'amour de ma vie.

A toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réussite de ce projet.

Mohammed

Remercîments

En préambule de ce mémoire, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a aidé et nous a dirigé et donné l'harmonisation et la conciliation.

Nous remercions Monsieur Ali Boukabous, notre encadreur qui nous a aidé, pour la qualité de son encadrement durant toute cette période de stage avec son soutien moral, ses précieux conseils, ses encouragements et sa disponibilité pour mener à bien notre travail.

Nous tenons ensuite à présenter nos gratitudes et remerciements les plus profonds à notre tuteur professionnel M. MAHIOUT Amine le manager de la Supply Chain d'avoir facilité notre intégration au sein de son équipe, ainsi que le temps consacré à nous guider, et sans oublier sa confiance, son aide et ses conseils qui nous ont aidé à mener notre projet.

Nous remercions également tout le staff d' AIRP, Yacine, Ahlem, Ilyes, Widad, et Abdesselam pour leur chaleureux accueil et les conditions de travail qu'ils nous ont offert.

Nous remercions aussi les membres du juré, Mme. AIT BOUAZZA et M. GOURINE, d'accepter d'étudier et d'évaluer notre travail, et également l'ensemble de nos enseignants du Département Génie Industriel, pour la formation rigoureuse qu'ils nous ont prodiguée.

Nos remerciements vont aussi à nos camarades de classe avec lesquels nous avons partagé des précieux moments.

Ces remerciements ne peuvent s'achever, sans une pensée pour nos familles, pour leurs présence et encouragement depuis notre tendre enfance, eux qui ont toujours cru en nous, et qui sont les piliers fondateurs de ce que nous sommes aujourd'hui.

Mounir & Mohammed

Table Des Matières

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE 13

CHAPITRE 1 : ETUDE DE L'EXISTANT 15

1.	INTRODUCTION :	16
2.	LE MARCHE PHARMACEUTIQUE MONDIAL :	17
3.	LE MARCHE PHARMACEUTIQUE ALGERIEN :	19
4.	PRESENTATION D'ABDI IBRAHIM :	20
5.	HISTORIQUE DE L'ENTREPRISE :	22
6.	PRESENTATION D'ABDI IBRAHIM REMEDE PHARMA ET ORGANIGRAMME:	23
	<i>Les directions d' AIRP :</i>	23
7.	DIAGNOSTIC DE L'ENTREPRISE :	25
	<i>7.1. Diagnostic externe :</i>	25
	<i>7.2. Diagnostic interne :</i>	28
8.	ENONCE DE LA PROBLEMATIQUE :	36
9.	CONCLUSION :	37

CHAPITRE 2 : ETAT DE L'ART 38

1.	INTRODUCTION :	39
2.	SUPPLY CHAIN ET SUPPLY CHAIN MANAGEMENT:	40
	<i>2.1. Définition de la Supply Chain :</i>	40
	<i>2.2. Structure de la Supply Chain:</i>	40
	<i>2.3. Les flux dans une Supply Chain :</i>	41
	<i>2.4. Supply Chain Management :</i>	42
	<i>2.5. Evolution du Supply Chain Management :</i>	43
3.	PREVISION DE LA DEMANDE:	44
	<i>3.1. Introduction :</i>	44
	<i>3.2. Définition et rôle de la prévision :</i>	44
	<i>3.3. Typologie et sélection des techniques de prévisions :</i>	44
	<i>3.4. Techniques auto-projectives de prévision :</i>	47
	<i>3.5. Conclusion :</i>	54
4.	GESTION DE L'APPROVISIONNEMENT ET DES STOCKS :	55
	<i>4.1. Approvisionnement :</i>	55
	<i>4.2 Gestion des stocks :</i>	62
5.	PERFORMANCE ET TABLEAUX DE BORD :	64
	<i>5.1. La performance:</i>	64
	<i>5.2. Tableaux de bord :</i>	67
6.	CONCLUSION	70

CHAPITRE 3 : APPORTS ET SOLUTIONS PROPOSEES 71

1.	INTRODUCTION:	72
----	---------------	----

2.	PREVISION DE LA DEMANDE DES PRODUITS STRATEGIQUES D'AIRP :	73
2.1.	<i>Introduction</i> :	73
2.2.	<i>Classification et choix des produits pilotes</i> :	73
2.3.	<i>Analyse des prévisions de l'entreprise informelle et formelle</i> :	75
2.4.	<i>Prévisions des ventes par les méthodes du lissage</i> :	78
2.5.	<i>Prévision par la méthodologie de Box-Jenkins</i> :	87
2.6.	<i>Prévision par les méthodes hybrides (qualitative et quantitative)</i> :	94
2.7.	<i>Conclusion</i> :	96
3.	MISE EN PLACE DES POLITIQUES D'APPROVISIONNEMENT :	97
3.1.	<i>Introduction</i> :	97
3.2.	<i>Politique d'approvisionnement des classes</i> :	97
3.3.	<i>Calcul du stock de sécurité et le point de commande de chaque référence</i> :	98
3.4.	<i>Affectation des politiques aux classes</i> :	99
3.5.	<i>Conclusion</i> :	101
4.	GESTION ET SUIVI DE LA PERFORMANCE :	102
4.1.	<i>Application gestion de stock</i> :	102
4.2.	<i>Tableau de bord</i> :	104
5.	INNOVATION OUTIL D'AMELIORATION ET D'OPTIMISATION DE LA SUPPLY CHAIN:	106
5.1.	<i>Innovation organisationnelle</i> :	106
5.2.	<i>Innovation de procédé</i> :	107
6.	CONCLUSION :	108
	CONCLUSION GENERALE	110
	BIBLIOGRAPHIE.....	113
	LISTE DES ANNEXES.....	117

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : CHIFFRE D'AFFAIRES ANNUEL DES 10 PLUS GRANDES SOCIETES PHARMACEUTIQUES EN MILLIARD DE DOLLARS.	18
TABLEAU 2 : HISTORIQUE D'AIRP.....	22
TABLEAU 3 : TABLEAU RECAPITULATIF DE DYSFONCTIONNEMENTS RELATIFS AU PROCESSUS PLANIFICATION.	32
TABLEAU 4 : TABLEAU RECAPITULATIF DE DYSFONCTIONNEMENTS RELATIFS AU PROCESSUS APPROVISIONNEMENT.	36
TABLEAU 5 : DEVELOPPEMENT HISTORIQUE DU SCM.	43
TABLEAU 6 : CRITERE DE CHOIX D'UNE TECHNIQUE DE PREVISION.	53
TABLEAU 7 : LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE LA METHODE 1.	56
TABLEAU 8 : LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE LA METHODE 2.	58
TABLEAU 9 : LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE LA METHODE 3.	61
TABLEAU 10 : LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE LA METHODE 4.	61
TABLEAU 11 : LES CLASSES EN FONCTION DU COEFFICIENT DE GINI.	63
TABLEAU 12 : LES INDICATEURS PHARES DE LA LOGISTIQUE.	66
TABLEAU 13 : REPARTITION DES CLASSES A, B ET C.	73
TABLEAU 14 : CLASSIFICATION ABC DES PRODUITS EN TERMES DES VENTES.	74
TABLEAU 15 : LES RESULTATS DE ERMA ET TR DES SIX PRODUITS.	77
TABLEAU 16 : PREVISIONS DES MOIS DE L'ANNEE 2021 POUR LE PRODUIT A.	81
TABLEAU 17 : VALIDATION ET COMPARAISON DES TECHNIQUES DU LISSAGE POUR LE PRODUIT A.	81
TABLEAU 18 : PREVISIONS DES MOIS DE L'ANNEE 2021 POUR LE PRODUIT B.....	82
TABLEAU 19 : VALIDATION ET COMPARAISON DES TECHNIQUES DU LISSAGE POUR LE PRODUIT B.	82
TABLEAU 20 : PREVISIONS DES MOIS DE L'ANNEE 2021 POUR LE PRODUIT C.....	83
TABLEAU 21 : VALIDATION ET COMPARAISON DES TECHNIQUES DU LISSAGE POUR LE PRODUIT C.	83
TABLEAU 22 : PREVISIONS DES MOIS DE L'ANNEE 2021 POUR LE PRODUIT D.	84
TABLEAU 23 : VALIDATION ET COMPARAISON DES TECHNIQUES DU LISSAGE POUR LE PRODUIT D.....	84
TABLEAU 24 : PREVISIONS DES MOIS DE L'ANNEE 2021 POUR LE PRODUIT E.....	85
TABLEAU 25 : VALIDATION ET COMPARAISON DES TECHNIQUES DU LISSAGE POUR LE PRODUIT E.....	85
TABLEAU 26 : PREVISIONS DES MOIS DE L'ANNEE 2021 POUR LE PRODUIT F.....	86
TABLEAU 27 : VALIDATION ET COMPARAISON DES TECHNIQUES DU LISSAGE POUR LE PRODUIT F.....	86
TABLEAU 28 : EXTRAIT DU TABLEAU DE CALCUL DES VENTES ET DELAIS DU PRODUIT A.....	98
TABLEAU 29 : EXTRAIT DU TABLEAU DE CALCUL DES NIVEAUX DE STOCK DES PRODUITS A, B, C ET D.....	99
TABLEAU 30 : EXTRAIT DU TABLEAU DE CALCUL DES NIVEAUX DE STOCK DU PRODUIT E.....	100
TABLEAU 31 : EXTRAIT DU TABLEAU DE CALCUL DES NIVEAUX DE STOCK ET LA QUANTITE A COMMANDER DU PRODUIT F.	101

Liste des figures

FIGURE 1: SCHEMA RECAPITULATIF DE LA DEMARCHE DE TRAVAIL SUIVIE.	14
FIGURE 2 : SCHEMA RECAPITULATIF DE LA DEMARCHE ET STRUCTURE DU CHAPITRE 1.	16
FIGURE 3 : VENTES PHARMACEUTIQUES MONDIALES DE 2010 A 2020 EN MILLIARD DE DOLLARS.	17
FIGURE 4 : CHIFFRE D'AFFAIRES DES 10 PRINCIPAUX MARCHES PHARMACEUTIQUES MONDIAUX EN 2019.	17
FIGURE 5 : LE MARCHE PHARMACEUTIQUE MONDIAL PAR ZONE GEOGRAPHIQUE EN 2019 EN PRIX PRODUCTEUR .	18
FIGURE 6 : VENTES ANNUELLES DES 10 PLUS GRANDES SOCIETES PHARMACEUTIQUES EN ALGERIE.	19
FIGURE 7 : QUELQUES STATISTIQUES FINANCIERES ET OPERATIONNELLES.	20
FIGURE 8 : ORGANIGRAMME D’AIRP.	23
FIGURE 9 : ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT SUPPLY CHAIN D’AIRP.	24
FIGURE 10 : CARTOGRAPHIE DU NIVEAU 1 DU MARCO-PROCESSUS SUPPLY CHAIN.	29
FIGURE 11 : CARTOGRAPHIE DU NIVEAU 2 DU MACRO-PROCESSUS SUPPLY CHAIN.	30
FIGURE 12 : CARTOGRAPHIE DE NIVEAU 3 DU PROCESSUS DE PLANIFICATION CHEZ AIRP.	31
FIGURE 13: EXEMPLE D’UN TABLEAU COMPARATIF DES OFFRES DES FOURNISSEURS.	33
FIGURE 14 : CARTOGRAPHIE DU NIVEAU 3 DU PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT CHEZ AIRP.	35
FIGURE 15 : SCHEMA RECAPITULATIF DE LA DEMARCHE ET STRUCTURE DU CHAPITRE 2.	39
FIGURE 16 : PROCESSUS DE LA SUPPLY CHAIN.	40
FIGURE 17 : LES LIENS ENTRE LES DIFFERENTS ACTEURS DE LA SUPPLY CHAIN.	41
FIGURE 18: SCHEMA TYPOLOGIQUE DES TECHNIQUES DE PREVISIONS.	45
FIGURE 19: ETAPES DES METHODES AUTO-PROJECTIVES.	46
FIGURE 20: PROCESSUS DE PREVISION PAR BOX-JENKINS.	52
FIGURE 21 : METHODE DE REAPPROVISIONNEMENT A DATES FIXES ET QUANTITES FIXES.	56
FIGURE 22 : METHODE DE RECOMPLETMENT PERIODIQUE DATE FIXE ET QUANTITE VARIABLE.	57
FIGURE 23 : METHODE DE REAPPROVISIONNEMENT A POINT DE COMMANDE.	58
FIGURE 24: COURBE DES COUTS.	60
FIGURE 25 : INDICE DE GINI.	63
FIGURE 26 : LA PYRAMIDE DES PERFORMANCES.	64
FIGURE 27 : LES DIFFERENTES FAÇONS D’ENVISAGER LA PERFORMANCE LOGISTIQUE.	66
FIGURE 28 : EXEMPLE D’UN TDB.	67
FIGURE 29 : SCHEMA RECAPITULATIF DE LA DEMARCHE ET STRUCTURE DU CHAPITRE 3.	72
FIGURE 30: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT A.	75
FIGURE 31: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT B.	75
FIGURE 32: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT C.	76
FIGURE 33: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT D.	76
FIGURE 34: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT E.	76
FIGURE 35: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT F.	77
FIGURE 36: LES ETAPES DE TRAITEMENT DES METHODES DU LISSAGE SUR EIEWS.	79
FIGURE 37: RESULTATS DE LA METHODE LISSAGE EXPONENTIEL DOUBLE POUR LE PRODUIT A.	79
FIGURE 38 :RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS NON SAISONNIERE POUR LE PRODUIT A.	79
FIGURE 39 : RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTER SAISONNIERE ADDITIVE POUR LE PRODUIT A.	80
FIGURE 40: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS SAISONNIERE MULTIPLICATIVE POUR LE PRODUIT A. ...	80
FIGURE 41: SCHEMA DE L’ANALYSE INFORMELLE DU PRODUIT E.	88
FIGURE 42: CORRELOGRAMME ACF ET ACP DU PRODUIT E.	88
FIGURE 43: TEST DE DICKEY-FULLER DU MODELE [6].	89
FIGURE 44: TEST DE DICKEY-FILLER AUGMENTE DU MODELE [5].	90

FIGURE 45: CRITERES D'AKAIKE POUR LES 20 TOP MODELES.	91
FIGURE 46: LE MODELE ARMA DU PRODUIT E.....	91
FIGURE 47: CARACTERISTIQUES DU MODELE ARMA (3,3).....	92
FIGURE 48: TEST DE NORMALITE DE JARQUE BERA.	93
FIGURE 49: CORRELOGRAMME DES RESIDUS.....	93
FIGURE 50: PREVISIONS PAR LE MODELE ARMA (3,3).....	94
FIGURE 51: SCHEMA DES CINQ VISIONS DU FUTUR.	95
FIGURE 52: POLITIQUE D'APPROVISIONNEMENT HYBRIDE	97
FIGURE 53: L'INTERFACE DE L'APPLICATION G-STOCK.	103
FIGURE 54 : TABLEAU DE BORD.	105
FIGURE 55 : LA STRUCTURE HYPERTEXT DE NONAKA ET TAKEUCHI.....	107
FIGURE 56: LES CINQ FORCES DE PORTER	119
FIGURE 57: REPRESENTATION DE LA SUPPLY CHAIN SELON LE MODELE SCOR. 10.....	120
FIGURE 58:LES DIFFERENTS NIVEAUX DU MODELE SCOR	122
FIGURE 59: STRATEGIE SIMPLIFIEE DES TESTS DE RACINE.	125
FIGURE 60: RESULTATS DE LA METHODE LISSAGE EXPONENTIEL DOUBLE POUR LE PRODUIT B.....	128
FIGURE 61 : RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS NON SAISONNIERE POUR LE PRODUIT B.	128
FIGURE 62:RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTER SAISONNIERE ADDITIVE POUR LE PRODUIT B.	129
FIGURE 63: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS SAISONNIERE MULTIPLICATIVE POUR LE PRODUIT B. .	129
FIGURE 64: RESULTATS DE LA METHODE LISSAGE EXPONENTIEL DOUBLE POUR LE PRODUIT C.....	130
FIGURE 65: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS NON SAISONNIERE POUR LE PRODUIT C.....	130
FIGURE 66: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTER SAISONNIERE ADDITIVE POUR LE PRODUIT C.....	131
FIGURE 67: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS SAISONNIERE MULTIPLICATIVE POUR LE PRODUIT C. .	131
FIGURE 68: RESULTATS DE LA METHODE LISSAGE EXPONENTIEL DOUBLE POUR LE PRODUIT D.....	132
FIGURE 69: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS NON SAISONNIERE POUR LE PRODUIT D.....	132
FIGURE 70: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTER SAISONNIERE ADDITIVE POUR LE PRODUIT D.	133
FIGURE 71: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS SAISONNIERE MULTIPLICATIVE POUR LE PRODUIT D. .	133
FIGURE 72: RESULTATS DE LA METHODE LISSAGE EXPONENTIEL DOUBLE POUR LE PRODUIT E.	134
FIGURE 73: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS NON SAISONNIERE POUR LE PRODUIT E.	134
FIGURE 74: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTER SAISONNIERE ADDITIVE POUR LE PRODUIT E.....	135
FIGURE 75: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS SAISONNIERE MULTIPLICATIVE POUR LE PRODUIT E..	135
FIGURE 76: RESULTATS DE LA METHODE LISSAGE EXPONENTIEL DOUBLE POUR LE PRODUIT F.	135
FIGURE 77: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS NON SAISONNIERE POUR LE PRODUIT F.	135
FIGURE 78: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTER SAISONNIERE ADDITIVE POUR LE PRODUIT F.....	135
FIGURE 79: RESULTATS DE LA METHODE HOLT-WINTERS SAISONNIERE MULTIPLICATIVE POUR LE PRODUIT F..	135

Liste des abréviations

AC : Articles de Conditionnement.

ACF : Fonction d'Autocorrélation.

ACP : Fonction d'Autocorrélation Partielle.

AIRP : Abdi Ibrahim Remede Pharma.

ARMA: Autoregressif Moving Average Model.

BJ: Box & Jenkins.

DF: Dickey Fuller.

DZD : Dinars Algériens.

ERMA : Erreur Relative Moyenne Absolue.

HWNS: Holt-Winters Non-Saisonnnière.

HWS: Holt-Winters Saisonnnière.

HWSA: Holt-Winters Saisonnnière Additive.

HWSM: Holt-Winters Saisonnnière Multiplicative.

KPI : Key Performance Indicator.

LE: Lissage Exceptionnel.

LED : Lissage Exponentiel Double.

LES : Lissage Exponentiel Simple.

MM : Moyenne Mobile.

MMS : Moyenne Mobile Simple.

MMD : Moyenne Mobile Double.

MP : Matière Première.

PC: Point de Commande.

QEC : Quantité Economique.

SC : Supply Chain.

SCOR : Supply Chain Operations Reference.

SS : Stock de Sécurité.

TDB : Tableau De Bord.

TR : Taux de Réalité.

INTRODUCTION GENERALE

« Si travail et courage ont pris de la hauteur, que reste-t-il à faire à qui ne rêve pas. »

Eugène Guillevic

INTRODUCTION GENERALE

L'industrie pharmaceutique est un pilier majeur de l'économie mondiale avec un chiffre d'affaire estimé à 1,4 billion de dollars fin de 2020 (AGEFI). Elle regroupe les activités de recherche, de fabrication et de commercialisation des médicaments au service de la santé humaine et vétérinaire. Dans un contexte où la mondialisation a accru, la concurrence est devenue extrêmement rude entre les entreprises proposant des services/produits similaires. En effet la plupart des marchés sont aujourd'hui saturés et la compétitivité d'une entreprise passe donc plus que jamais par sa capacité à développer des stratégies lui permettant de faire face à cette concurrence.

L'Algérie, Deuxième marché pharmaceutique sur le continent africain, avec des ventes annuelles totalisant 4 milliards d'euros (2020), est particulièrement attrayante pour les groupes pharmaceutiques internationaux, et cela est grâce à une croissance vigoureuse et soutenue depuis près de 15 ans, qui atteint 8 % par an en moyenne chaque année (APS). Le marché est très vaste, et sa consommation ne cesse d'augmenter. Afin de réduire les factures d'importation, le gouvernement Algérien a investi dans la promotion de la production nationale, en particulier dans le marché du médicament. Malgré la diversification de ce secteur et les mesures prises par les pouvoirs publics pour encourager et promouvoir le générique, la production pharmaceutique reste limitée et insuffisante face à la demande qui ne cesse de prendre de l'ampleur sur le marché médicamenteux national. Le recours à l'importation des médicaments est la seule solution pour remédier au dysfonctionnement sur le marché. Ce dernier est caractérisé par une importation accrue des médicaments, avec une grande variété de fournisseurs.

Dans un contexte de différenciation et de compétitivité, les entreprises sont tenues de revoir leur mode de fonctionnement afin d'adopter une parfaite maîtrise de l'ensemble des coûts supportés par l'entreprise et générés par ses processus clés, donc disposer d'une stratégie Supply Chain adéquate au contexte et à l'environnement de l'entreprise devient plus que nécessaire.

Ainsi, et au vu du contexte économique actuel du marché pharmaceutique Algérien, AIRP, l'entreprise sur laquelle a porté notre étude, vise à consolider et maintenir sa croissance afin d'accélérer son développement commercial sur le marché Algérien. A cet effet, l'entreprise doit piloter son macro processus Supply Chain de sorte à ce qu'il réponde à un besoin client ciblé par la stratégie commerciale tout en assurant une qualité requise.

Cependant, en vue d'être en conformité avec les exigences de la société mère, et pour faire face à la concurrence, AIRP se voit dans l'obligation de réduire ses coûts et délais liés au processus approvisionnement.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail. En effet, l'amélioration du processus approvisionnement et les processus en relation avec, peut avoir un effet levier sur la performance de la Supply Chain. Une question principale s'impose alors à travers cette problématique :

Comment peut-on améliorer la performance du processus approvisionnement ?

Afin de répondre à cette question, et de bien mener notre mission au sein de l'entreprise, notre présent travail a été articulé autour de trois grands chapitres.

Introduction Générale

Le premier chapitre fait office d'une analyse de l'existant, présentant d'abord le marché mondial et national du pharma, l'entreprise d'accueil, et le contexte économique et social qui caractérise l'Algérie, ainsi que les principaux acteurs dans ce secteur. Suivi par un diagnostic de l'état des lieux actuel qui comporte, en premier lieu une analyse de l'environnement externe dans lequel évolue AIRP et ce, nous a permis de cerner les différents enjeux du micro-environnement en utilisant les cinq forces de porter. En second lieu vient une analyse interne à travers la décomposition du macroprocessus Supply Chain en utilisant le référentiel SCOR. Enfin, ces étapes nous ont permis de recenser un ensemble de dysfonctionnements que nous avons catégorisé afin d'identifier la problématique centrale.

Le deuxième chapitre, quant à lui, présentera un état de l'art pour couvrir les différents éléments de la problématique. Nous présenterons les notions de la supply chain. Après nous rappelons les bases de la prévision de la demande et les différentes méthodes utilisées à cet effet. Le troisième point consiste à la création d'un outil sur Excel qui sert à faciliter la gestion et le pilotage de ce processus, cet outil comprend un tableau de bord et une application de gestion de stock.

Le troisième et dernier chapitre exposera notre solution proposée pour l'entreprise. On y expliquerons en premier temps la démarche à suivre et les outils à utiliser pour obtenir des prévisions relativement fiables. Puis nous proposons les politiques d'approvisionnement adéquates à chaque produit fini en utilisant les résultats des prévisions. Le travail est accompagné en troisième lieu d'un outil permettant l'amélioration de la gestion des approvisionnements et le suivi des performances de ce processus. Enfin, nous suggérons pour réajuster notre contribution à la solution de la problématique deux pistes d'améliorations innovantes : organisationnelle et de procédé.

Une conclusion ponctuera le travail effectué et mettra en lumière l'apport réalisé et les perspectives futures par rapport au projet.

La figure suivante représente un récapitulatif de la structure et des chapitres constituant notre travail ci-présent :

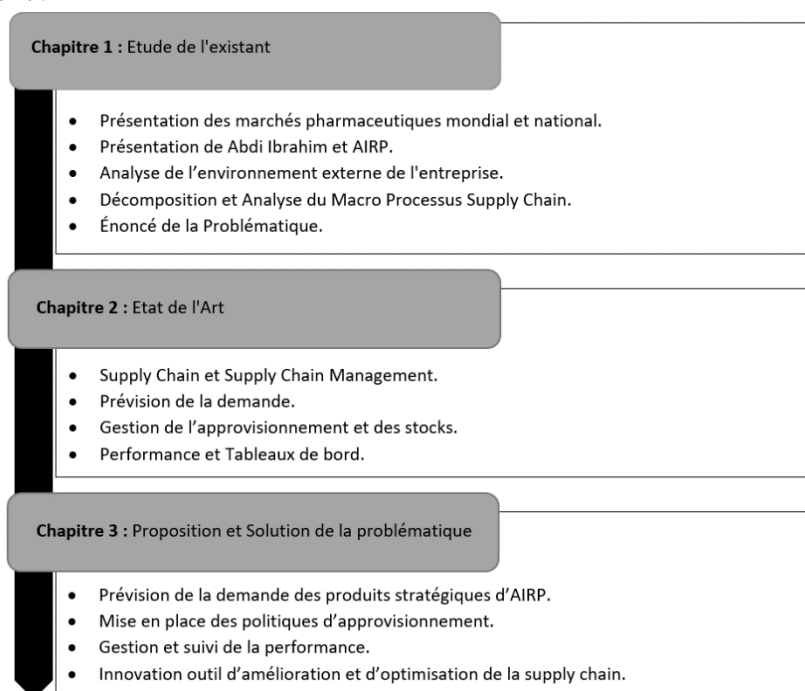


Figure 1: Schéma récapitulatif de la démarche de travail suivie.

CHAPITRE 1 : Etude de l'existant

« Une cause bien défendue est une cause juste. »

Gheorghe Calinescu

1. Introduction :

Le secteur pharmaceutique est, dans le monde entier, un élément important des systèmes de santé. Il regroupe les activités de recherche, de fabrication et de commercialisation des médicaments au service de la santé humaine et vétérinaire. C'est une des industries les plus rentables et importantes économiquement, au monde. Elle joue un rôle majeur pour les pays émergents ou en voie de développement. Cependant, les produits pharmaceutiques peuvent être néfastes pour l'environnement notamment quand leurs dates limites de consommation sont dépassées. Enfin le secteur pharmaceutique est soumis à de fortes contraintes réglementaires, ce qui nécessite une excellence opérationnelle dans les processus de production.

Dans ce chapitre, nous allons présenter en premier temps le marché mondial et national du pharma, ainsi que les principaux pionniers de production nationale et internationale. Nous présenterons par la suite l'entreprise AIRP ainsi que ses chiffres clés. Dans un second temps nous allons évaluer l'entreprise par rapport à son environnement externe et ses enjeux, en utilisant un diagnostic externe visant à positionner l'entreprise sur une échelle concurrentielle. Ensuite nous établirons un diagnostic interne à travers la décomposition du marco processus Supply Chain selon le référentiel SCOR. Celui-ci nous permettra de dresser les principaux dysfonctionnements et défis auxquels fait face l'entreprise. Enfin, les résultats du diagnostic aboutiront à la formulation de la problématique traitée dans ce travail.

La figure suivante récapitule la démarche suivie lors de ce présent chapitre :

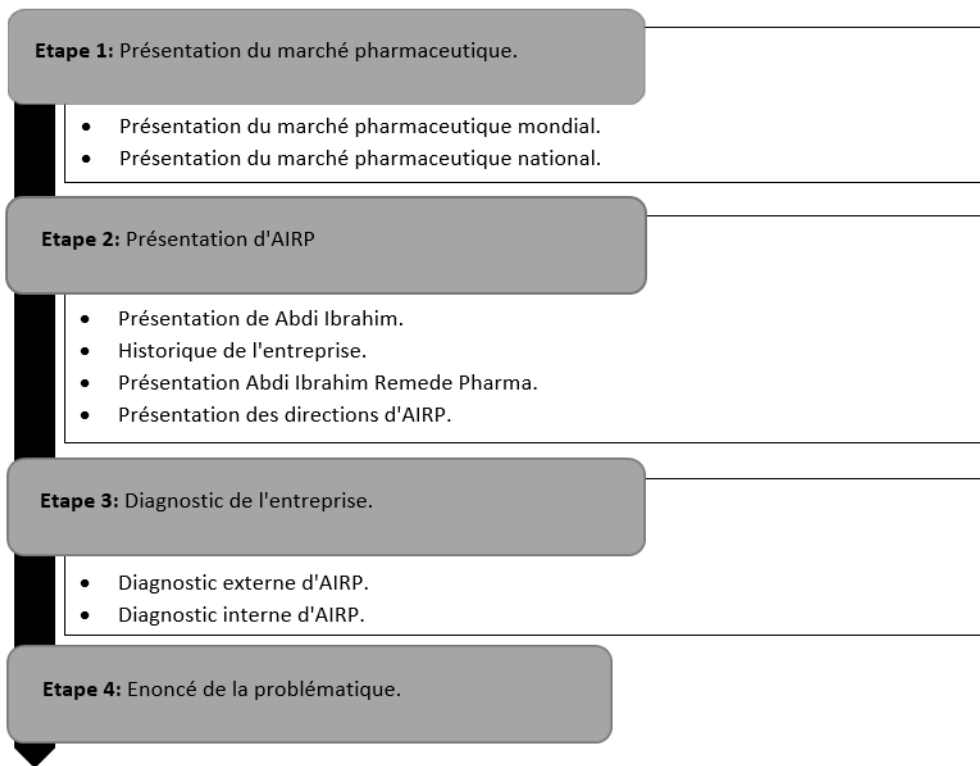


Figure 2 : Schéma récapitulatif de la démarche et structure du chapitre 1.

2. Le marché pharmaceutique mondial :

Le marché pharmaceutique mondial a connu une croissance significative ces dernières années. À la fin de 2020, le marché pharmaceutique mondial total était évalué à environ 1,4 billion de dollars américains. Il s'agit d'une augmentation significative par rapport à 2001, lorsque le marché n'était évalué qu'à 390 milliards de dollars américains.

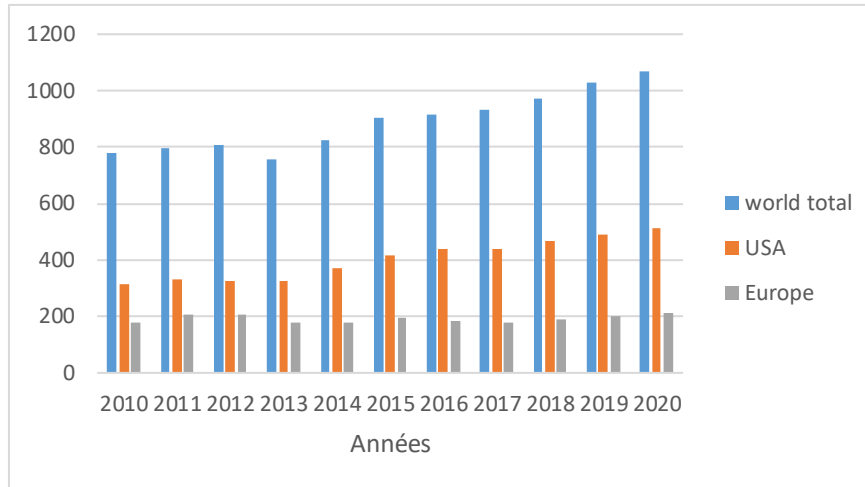


Figure 3 : Ventés pharmaceutiques mondiales de 2010 à 2020 en milliard de dollars (Statista).

En 2019, les États-Unis étaient toujours le plus grand marché pharmaceutique unique, générant plus de 490 milliards de dollars de revenus. L'Europe était responsable de générer environ 195 milliards de dollars américains. Ces deux marchés, avec le Japon, le Canada et l'Australie, forment les marchés dits établis (ou développés). Le reste des revenus pharmaceutiques mondiaux provient principalement des marchés émergents qui incluent des pays comme la Chine, la Russie, le Brésil et l'Inde. En fait, ces marchés émergents affichent la croissance la plus rapide des ventes de produits pharmaceutiques. L'Amérique latine, le sous-continent indien et les pays européens non membres de l'UE sont les régions du monde affichant les taux de croissance annuels composés les plus élevés jusqu'en 2024.

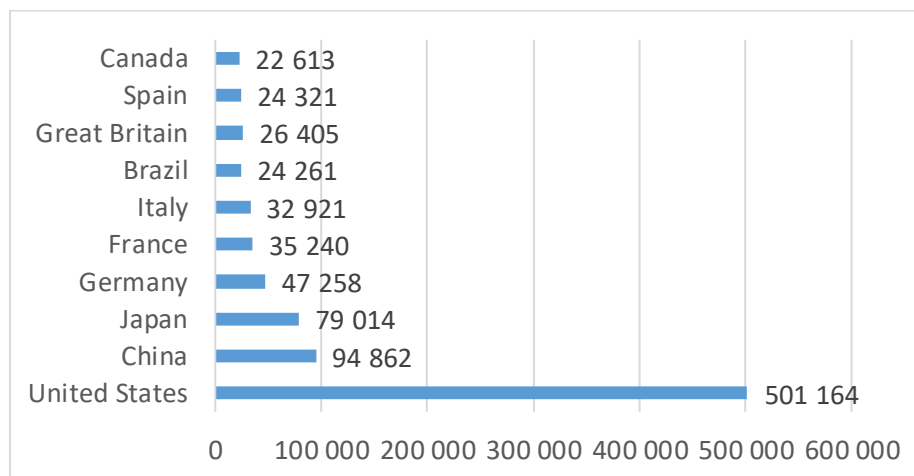


Figure 4 : Chiffre d'affaires des 10 principaux marchés pharmaceutiques mondiaux en 2019 (Statista).

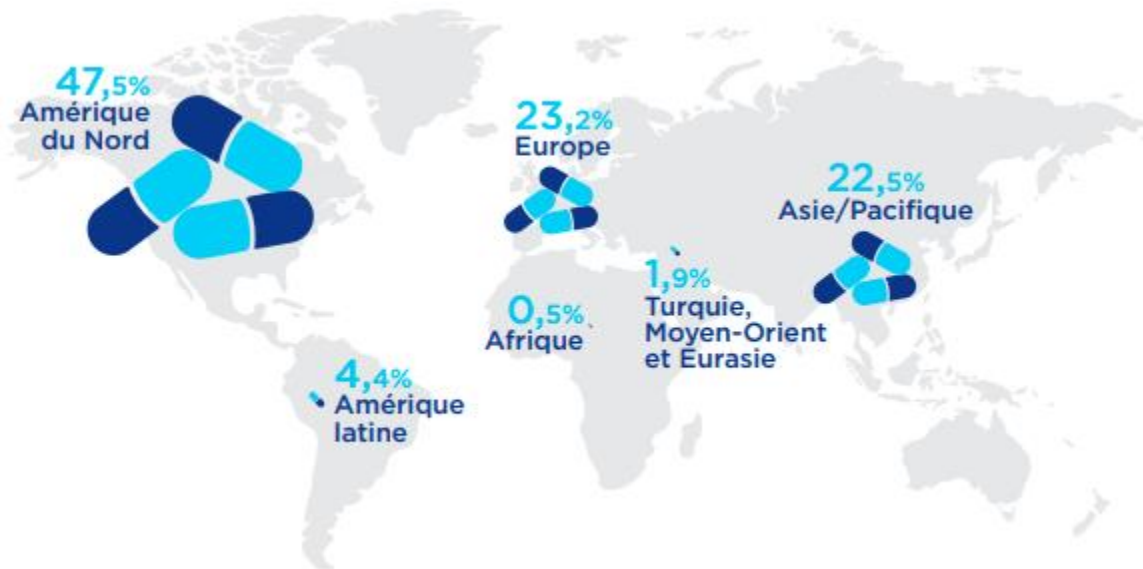


Figure 5 : Le marché pharmaceutique mondial par zone géographique en 2019 en prix producteur (Leem : marché mondial).

Les principales sociétés pharmaceutiques mondiales les plus connues sont Pfizer, Merck et Johnson & Johnson des États-Unis, Novartis et Roche de Suisse, Sanofi de France, etc. En conséquence, l'Amérique du Nord et l'Europe sont toujours parmi les plus grands sous marchés mondiaux des produits pharmaceutiques.

Tableau 1 : Chiffre d'affaires annuel des 10 plus grandes sociétés pharmaceutiques en milliard de dollars (Pharmaceutical Technology: Top ten pharma companies 2018-2020).

Entreprise	2018	2019	2020
Johnson & Johnson	40,7	42,19	56,1
Pfizer	53,65	51,75	51,75
Roche	45,31	50	49,23
Novartis	44,75	47,45	47,45
Merck & Co	42,29	46,84	46,84
GlaxoSmithKline	39,65	43,54	44,27
Sanofi	38,5	40,36	40,46
AbbVie	32,75	33,27	33,26
Takeda	15,93	18,87	30,52
Shanghai Pharmaceuticals Holding	22,4	24,55	26,69

3. Le marché pharmaceutique algérien :

Le marché de la distribution des médicaments a traversé à l'image d'autres secteurs du marché algérien plusieurs phases. Avant les années 90, l'État détenait un monopole sur le secteur. Par la suite, au début des années 90, l'Etat commence à se désengager, au profit de l'ouverture totale du marché du médicament à la concurrence.

Deuxième marché pharmaceutique sur le continent africain après l'Afrique du Sud, avec des ventes annuelles totalisant 4 milliards de dollars (2020), l'Algérie, qui détient des réserves d'hydrocarbures considérables, est particulièrement attrayante pour les groupes pharmaceutiques internationaux, et cela est grâce à une croissance vigoureuse et soutenue depuis près de 15 ans, qui atteint 8 % par an en moyenne chaque année.

Actuellement, le chiffre d'affaires de ce secteur avoisine les 4 Mds USD et les prévisions tablent sur un niveau de 5 Mds USD en 2021.

Le marché du médicament est très vaste, et sa consommation ne cesse d'augmenter. Afin de réduire les factures d'importation, le gouvernement Algérien a investi dans la promotion de la production nationale, en particulier dans le marché du médicament.

« L'encouragement de la production pharmaceutique locale en vue de couvrir le marché national et promouvoir l'exportation constituent une priorité pour notre secteur », a déclaré le ministre de l'Industrie pharmaceutique, Abderrahmane Djamel Lotfi Benbahmad le 09 Mars 2021.

« Nous sommes fiers de l'existence d'entreprises algériennes fonctionnant avec des compétences nationales et qui réussissent à accéder aux marchés internationaux avec une production strictement locale. Notre secteur a relevé tous les défis entravant les activités de production de ce Groupe, doté de moyens technologiques de pointe », a-t-il ajouté.

Les 10 premières sociétés pharmaceutiques en Algérie sur la base des ventes en 2020. Sanofi est en tête avec 491,04 millions USD de ventes, suivi du spécialiste danois du diabète Novo Nordisk avec 272.05 millions USD, et du champion local El Kendi avec 267.58 millions USD.

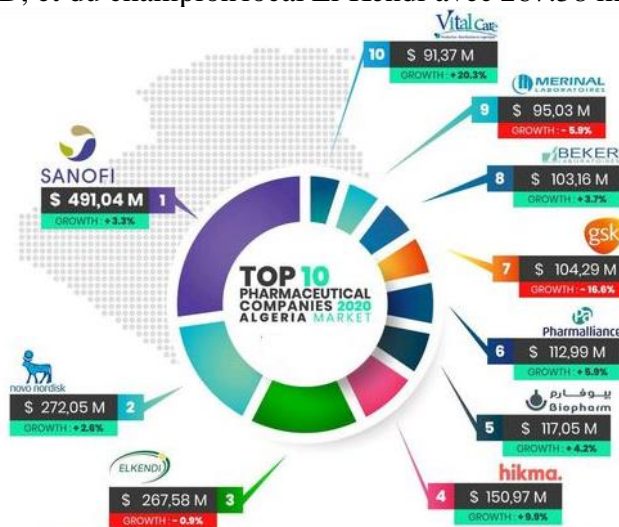


Figure 6 : Ventes annuelles des 10 plus grandes sociétés pharmaceutiques en Algérie (FITAlliance Pharmaceutical).

Malgré la diversification du secteur de la production du médicament en Algérie et les mesures prises par les pouvoirs publics pour encourager et promouvoir le générique, la production pharmaceutique reste limitée et insuffisante face à la demande qui ne cesse de prendre de l'ampleur sur le marché médicamenteux national. Le recours à l'importation des médicaments est la seule solution pour remédier au dysfonctionnement sur le marché. Ce dernier est caractérisé par une importation accrue des médicaments, avec une grande variété de fournisseurs.

4. Présentation d'Abdi Ibrahim :

Abdi Ibrahim a été fondé en 1912 par un pharmacien, Abdi Ibrahim Bey, dans sa petite pharmacie d'Istanbul. Abdi Ibrahim est désormais la plus grande société pharmaceutique de Turquie, avec plus de 200 marques et 400 produits, et avec une capacité de production de 350 millions d'unité par an, elle emploie environ 4 500 personnes. Abdi Ibrahim exporte dans 60 pays à travers le monde, dont l'Europe et le Canada, avec un chiffre d'affaire élevé à 571,61 millions de dollars américains (2018), dont 56% des produits sont originaux et 44% sont des génériques.

Les concurrents de la société comprennent des acteurs locaux comme Bilim et des géants pharmaceutiques mondiaux comme Novartis, Sanofi et Bayer. Un médicament sur dix vendu en Turquie provient d'Abdi Ibrahim. Mais l'entreprise a des projets d'avenir encore plus ambitieux. La société entend faire partie des 100 premières sociétés pharmaceutiques au monde d'ici quelques années.

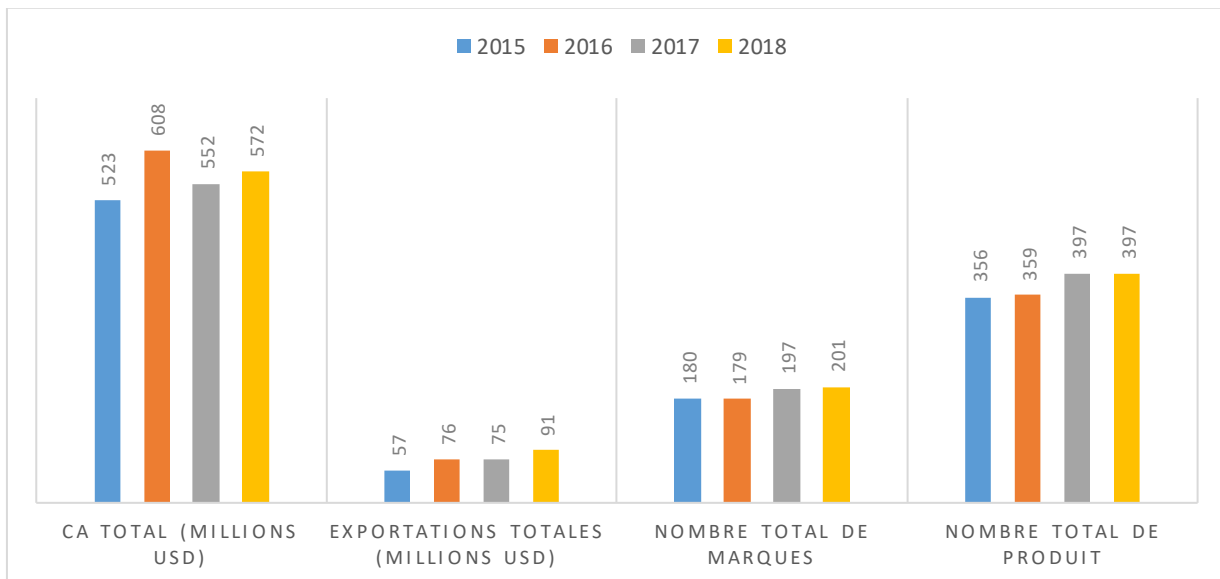


Figure 7 : Quelques Statistiques financières et opérationnelles (Abdi Ibrahim : Sustainability report).

Chapitre 1 : Etude de l'existant

L'un des plus grands objectifs d'Abdi Ibrahim est de devenir un acteur mondial important en poursuivant sa croissance sur les marchés internationaux. La société étend ses activités à l'étranger à travers de nouveaux produits et organisations sur des marchés stratégiques tels que le Kazakhstan, l'Algérie, l'Irak, la Géorgie, l'Azerbaïdjan, l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, le Portugal, la Tunisie, le Qatar, les Émirats arabes unis et l'Arabie saoudite. Parallèlement, elle vise à augmenter les volumes de ventes dans d'autres pays en se concentrant sur les produits et le portefeuille. Abdi Ibrahim augmente son volume d'exportation grâce à des activités de vente sous licence partout dans le monde, en particulier en Europe et au Canada.

5. Historique de l'entreprise :

Tableau 2 : Historique d'AIRP (Fait par l'auteur).

<p>1912 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première pharmacie a été créée dans le quartier de Küçükmustafapaşa à Istanbul par le pharmacien Abdi İbrahim. 	<p>2003 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abdi İbrahim est devenu le leader du secteur en Turquie en termes de chiffre d'affaires et de ventes unitaires. • Début de la construction du centre de R&D.
<p>1919 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première usine pharmaceutique a été créée. • La Société a lancé la première production de médicaments prêts à l'emploi. 	<p>2007 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La société est devenue la première entreprise turque à se classer parmi les «100 meilleures sociétés pharmaceutiques du monde». • L'école primaire Abdi İbrahim a ouvert ses portes. • La tour Abdi İbrahim a commencé ses opérations.
<p>1981 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La troisième génération a repris la direction de la société, le mandat du pharmacien Nezhir Barut a commencé. 	<p>2008 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ouverture du premier centre de R&D pharmaceutique accrédité de Turquie à Esenyurt.
<p>1999 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Première exportation d'Abdi İbrahim vers l'Algérie. 	<p>2012 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abdi İbrahim a célébré son 100e anniversaire. • La Société a acquis une participation de 60% dans Global Pharm, l'une des plus grandes sociétés du Kazakhstan et a fondé Abdi İbrahim Global Pharm (AİGP). • Abdi İbrahim et Otsuka Pharmaceutical ont créé une coentreprise pour les ventes de produits pharmaceutiques en Turquie.
<p>2014 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abdi İbrahim Remede Pharma (AİRP) a été fondée en Algérie. <p>L'investissement d'usine la plus moderne du pays a été lancée.</p>	
<p>2017 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIRP a démarré la production avec le site de production le plus moderne d'Algérie. • L'usine AIRP a reçu un certificat GMP. 	<p>2018 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'usine AIRP a reçu le certificat GLP. • Inauguration d'AbdiBio, la plus grande usine de production biotechnologique de Turquie.

6. Présentation d'Abdi Ibrahim Remede Pharma et organigramme:

Abdi Ibrahim a fondé Abdi Ibrahim Remede Pharma en Algérie suite au partenariat conduit avec Remede Pharma en 2014. La même année, la société a commencé à investir dans l'usine de production pharmaceutique la plus moderne du pays.

Abdi Ibrahim fabrique et commercialise des produits couvrant un large éventail de domaines thérapeutiques en s'associant à Remede Pharma, un mouvement qui s'inscrit dans la dynamique d'un partenariat international de l'entreprise visant à faire d'Abdi Ibrahim une marque internationale forte.

En termes de domaines thérapeutiques, le portefeuille comprend une vaste gamme de domaines tels que l'oncologie, la cardiologie et le métabolisme, l'urologie, la gynécologie, la gastrologie et la respiration. AIRP a été le premier à introduire un produit biotechnologique en Algérie. L'oncologie jouera un rôle important dans l'avenir du portefeuille de l'entreprise. Le chiffre d'affaires de l'entreprise est de 38 millions USD (2020), avec une capacité de production de 51 millions d'unités par an, elle emploie environ 300 personnes.

Les directions d'AIRP :

Le siège administratif comporte environ 50 employés qui sont divisés sur les différentes directions, tous sous l'autorité de la direction générale :

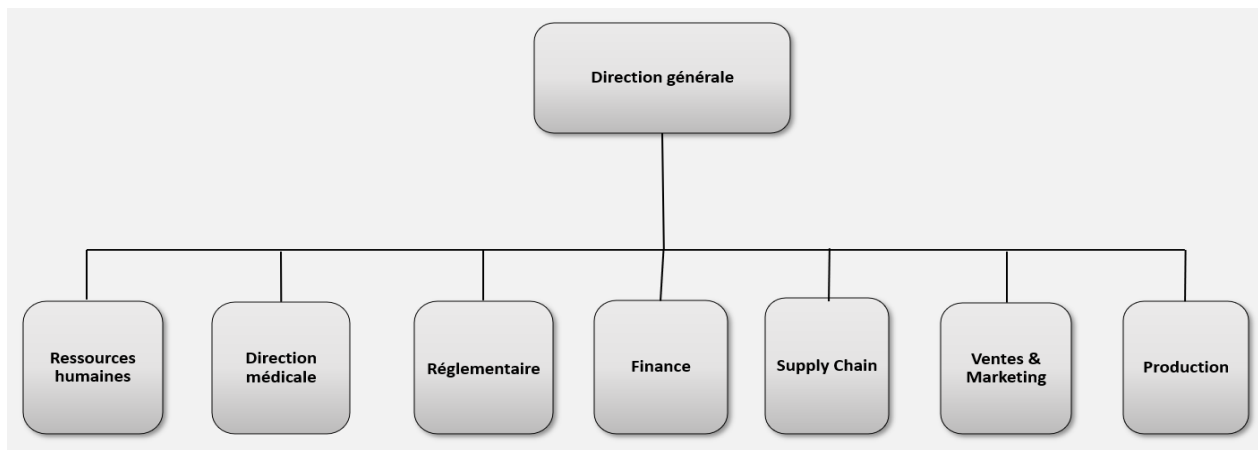


Figure 8 : Organigramme d'AIRP (Source : Entreprise).

La direction générale :

La direction générale prend les décisions concernant le financement de l'entreprise, sa stratégie commerciale, sa politique sociale, le business plan et la culture d'entreprise. Elle donne également les orientations stratégiques de l'entreprise et coordonne les responsables de services.

Département ressources humaines :

La mission principale de ce département est de :

- Gérer les contrats de travail et la paie.
- développer les compétences individuelles et collectives.
- repérer les talents et les fidéliser.
- animer les relations sociales et désamorcer les conflits.
- définir une politique de management performante.

Département supply chain :

La Supply Chain est une fonction clé chez AIRP, sa mission principale est l'approvisionnement en matière première et articles de conditionnement. La direction SC a donc la responsabilité de l'encadrement et de coordination entre les différents flux physiques, informationnels et financiers de l'entreprise, afin de permettre l'optimisation des processus garantissant la réduction des coûts logistiques et du temps tout en augmentant la marge et la performance de l'entreprise.

L'organigramme ci-dessous représente les différents services du département Supply Chain chez AIRP.

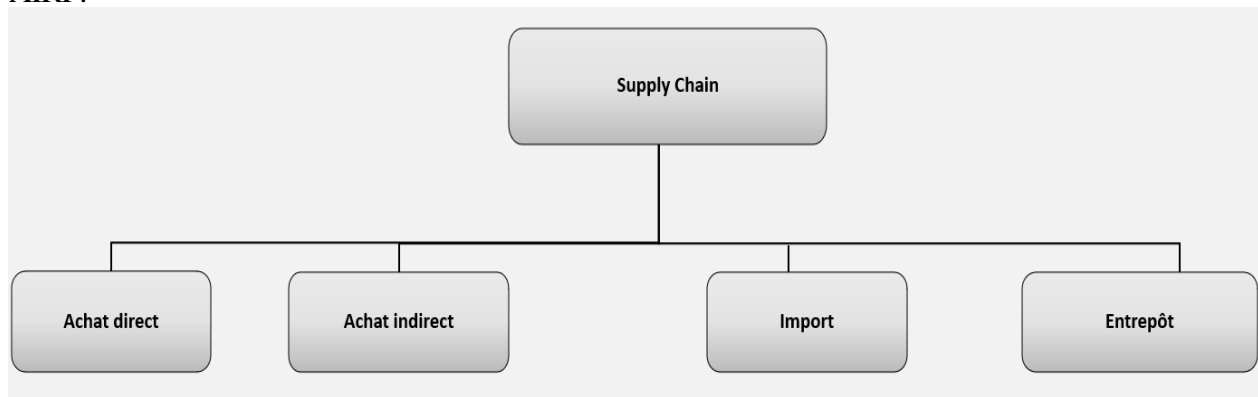


Figure 9 : Organigramme du département Supply Chain d'AIRP (Sources : Entreprise).

Département réglementaire :

Sa mission est de préparer les programmes d'importation pour les lots de validation, ainsi que les programmes des matières premières et la rédaction des notices.

Ils sont également responsables sur toutes les informations des médicaments dans les pancartes lors des événements. Le département réglementaire est aussi responsable du contrôle et vérification de toutes les mentions légales figurants sur le matériel promotionnel.

Département finance :

Ce service consiste à analyser en termes financiers, toutes les décisions importantes qui surviennent dans l'organisation, dans le but d'assurer une utilisation optimale des ressources et d'améliorer la performance financière de l'entreprise.

Département médical :

Ce service est :

- Responsable de la communication scientifique et médicale.
- Coordinateur d'études clinique.
- Responsables des affaires médicales.

Département marketing et ventes :

Il consiste à :

- Définir le budget et suivre sa réalisation.
- Superviser le développement et le lancement des produits ainsi que la mise en œuvre des actions promotionnelles en coordination avec le service commercial.
- Assister les commerciaux.
- Mesurer et analyser les retombées de chaque action et, en fonction des résultats, réadapter sa stratégie.

Département production:

Ce département regroupe l'ensemble des opérations de transformation des matières premières en produits finis répondant à des normes de qualité nationales et internationales très strictes (Bonnes Pratiques de Fabrication) garantissant le respect de l'hygiène, de l'environnement et de la sécurité afin de garantir un niveau de qualité très élevé aux patients.

Il dispose d'une unité de planification et d'ordonnancement qui élabore les plannings et qui s'assure qu'ils sont respectés en optimisant les délais, l'utilisation des moyens de production et les coûts.

L'usine dispose aussi d'une unité de contrôle qualité qui s'occupe du suivi de la stabilité des produits et prend en charge le contrôle des intrants pharmaceutiques, de la matière première, de l'article de conditionnement, des produits finis et des produits intermédiaires en cours de validation.

7. Diagnostic de l'entreprise :

Pour bien cerner la problématique de notre étude et faciliter notre contribution, nous allons procéder à l'élaboration de deux diagnostics : le premier externe en utilisant le modèle de Porter visant à mettre en relief l'avantage concurrentiel d'AIRP. Le second diagnostic interne se basera sur une cartographie de processus suivant le référentiel SCOR et ce, afin de faire ressortir les différents dysfonctionnements et défis de la firme.

7.1. Diagnostic externe :

Pour analyser une entreprise et évaluer ses performances, il est important de savoir en amont définir sa position sur le marché. Pour ce faire, une étude externe est indispensable afin d'appréhender les divers acteurs et facteurs environnementaux qui influencent sa situation.

Le diagnostic stratégique externe concerne l'environnement des organisations. Il permet d'identifier et de distinguer, parmi les éléments de l'environnement de l'organisation, ceux qui constituent des opportunités et ceux qui constituent pour elle des menaces.

Le diagnostic externe de l'environnement de l'entreprise répond à un double objectif :

- L'évaluation des différents facteurs susceptibles d'affecter le marché pharmaceutique en Algérie, et donc la performance d'AIRP.
- L'identification des opportunités et les menaces auxquelles un plan d'action stratégique devra être établi par l'entreprise pour les surmonter.

Après avoir discuté avec la direction supply chain de l'entreprise, on a choisi de structurer notre diagnostic externe en utilisant le modèle de Porter (les cinq forces de Porter), un outil d'analyse de l'environnement microéconomique. Ce modèle fournit une analyse stratégique de l'environnement concurrentiel d'une entreprise et de l'ensemble des acteurs qui impactent directement ses choix stratégiques.

Cet outil est tout à fait adapté pour les secteurs industriels où les acteurs sont nombreux, cela est le cas pour le secteur pharmaceutique. De plus, le modèle paraît pertinent, dans le sens où il prend en compte l'ensemble des opportunités et des menaces du marché en cas d'arrivée potentielle de nouveaux entrants.

Cette section présente les résultats issus de l'analyse des cinq forces de Porter.

La menace des nouveaux entrants :

Le diagnostic relatif aux nouveaux entrants a donné lieu aux constats suivants :

- Il est extrêmement difficile de réaliser des économies d'échelle dans le secteur dans lequel les grandes entreprises (groupes) opèrent. Cela rend la production plus coûteuse pour les nouveaux arrivants.
- Il est difficile de créer des entreprises par les nouveaux entrants car les besoins en capitaux sont élevés dans ce secteur (les investissements liés à la R&D).
- L'état Algérien ne met actuellement aucune barrière à l'entrée pour les potentiels investisseurs sur le marché.
- Dans ce secteur, les entreprises vendent des produits différenciés plutôt que des produits standardisés (que les clients veulent). Les nouveaux entrants auront donc une faible menace.

Le pouvoir de négociation Fournisseur :

Afin de maintenir une certaine pérennité de son activité et de protéger son image de marque, toute entreprise est tenue de suivre de près ses fournisseurs et d'entretenir une relation de confiance avec eux. Cela évite les pénuries et garantit une qualité sans pareil.

AIRP fait appel à deux activités principales pour assurer sa production : que ce soit l'achat direct : matières premières et article de conditionnement, l'achat indirect : machines et pièces de rechange. D'une manière globale, l'entreprise travaille avec un minimum de fournisseur. En ce

qui concerne l'achat direct, AIRP travaille essentiellement avec la société mère, et cela représente un avantage pour l'entreprise en terme de délais de paiement par rapport à d'autres entreprises.

Le pouvoir de négociation Client :

Les clients, facteur très important de création de richesse et d'augmentation du chiffre d'affaires, sont désormais de plus en plus exigeants et très attentifs à l'offre.

L'absence d'une culture de consommation des produits locaux algériens déminue la consommation des médicaments de l'entreprise fabricante.

La différenciation des produits au sein du secteur est élevée, cela signifie que les acheteurs sont contraints d'acheter certains produits chez quelques distributeurs ayant négocié l'exclusivité du produit avec le fournisseur. L'acheteur est donc en difficulté s'il voudrait changer de fournisseur cela affaiblit naturellement le pouvoir de négociation des acheteurs au sein du secteur.

Menace des produits ou services de substitution :

Le secteur pharmaceutique est régi par des lois très strictes qui ne permettent pas la substitution des produits pharmaceutiques par d'autres hors domaine pharmaceutique. La substitution existe seulement entre les princeps et les médicaments génériques.

La lois n'autorise pas la substitution de produits pharmaceutiques par d'autres en dehors du domaine pharmaceutique (herbes, lotions etc.). La substitution n'existe qu'entre les initiateurs et les médicaments génériques. Cependant certains clients finaux peuvent utiliser les substituts traditionnels. Ce type de substituts n'a aucun impact sur le secteur et constitue un marché à faible profit en Algérie. Cette menace est donc inexistante.

Rivalité entre les entreprises existantes :

Par rapport au chiffre d'affaires, SANOFI et NOVO NORDISK occupent respectivement la 1ère et la 2ème place, concernant AIRP elle est classée 24^{ème} sur le marché algérien.

Nous présentons quelques facteurs qui impactent l'intensité de la rivalité existante entre les entreprises du secteur :

- Les coûts fixes d'entrée sont élevés. Ce qui oblige les entreprises d'agir sur les coûts variables associés aux remises. Et lorsque la demande diminue, ces entreprises sont également obligées de réduire leurs marges.

- L'industrie pharmaceutique est confrontée à des perturbations de l'équilibre entre l'offre et la demande car la production nécessite une augmentation de capacité par étapes, ce qui conduit à une surproduction. Et cela oblige les entreprises à réduire les prix et les marges afin d'assurer la vente de leurs produits.

A la fin de l'analyse des cinq forces de Porter et en utilisant les informations récoltées, nous concluons que :

- La forte concurrence est le principal facteur susceptible d'affecter le marché pharmaceutique en Algérie.
- L'inexistence de la menace des produits substitués en dehors du domaine pharmaceutique.
- AIRP a un avantage concurrentiel par rapport aux autres entreprises en ce qui concerne le pouvoir de négociation avec les fournisseurs.
- Il est extrêmement difficile aux nouveaux entrants d'accéder le marché.
- L'analyse de Porter a également permis de mieux comprendre les facteurs influençant la rivalité entre les entreprises du secteur et le rôle du gouvernement dans la régulation du marché.

7.2. Diagnostic interne :

Dans cette partie du diagnostic nous allons procéder à une décomposition du macro-processus Supply Chain. De ce fait, nous avons choisi le référentiel SCOR (Supply Chain Operations Reference) décrit en Annexe pour notre cartographie. Il s'agit d'une méthodologie standardisée de description des flux au sein d'une SC. Aussi, SCOR nous facilite notre analyse interne aussi bien d'un point de vue global que détaillé passant d'un niveau stratégique à l'opérationnel et ce, à travers les différents niveaux de décompositions du processus logistique. Il nous donne aussi une plus grande portée d'analyse et une amélioration profonde de la Supply Chain basée sur un benchmark avec les pratiques des entreprises les plus performantes (best practices).

Comme notre stage s'est déroulé au sein du département Supply Chain qui, au sein d'AIRP, a comme mission principale d'assurer l'approvisionnement, notre diagnostic consistera à analyser ce processus et les processus qui l'affectent, à savoir le processus de planification.

Décomposition de la Supply Chain d'AIRP selon le modèle SCOR :

Nous allons décliner notre cartographie suivant 3 niveaux de décomposition, cela nous permettra d'avoir différentes portées sur le processus logistique, de définir son enjeu au sein de toute la chaîne, et déceler ses éventuels dysfonctionnements.

Afin de réaliser notre cartographie, nous nous sommes basés essentiellement sur :

- Les entretiens avec les différents acteurs de la direction Supply Chain d'AIRP.
- L'observation directe des activités quotidiennes au sein de l'entreprise.

A. Décomposition de niveau 1 « Types de Processus » :

Le macro-processus Supply Chain se compose de 5 sous processus : la planification, l'approvisionnement, la production, la distribution et le retour. Au niveau AIRP, les processus planification et production sont gérés indépendamment. Nous récapitulons le 1er niveau de décomposition par la cartographie suivante :

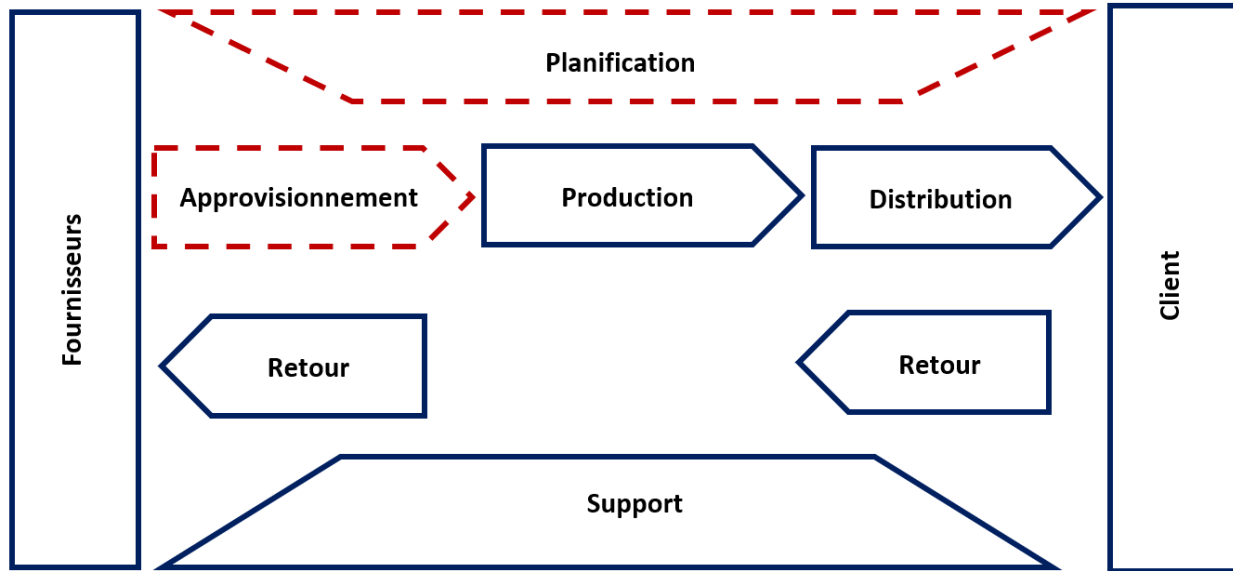


Figure 10 : Cartographie du niveau 1 du marco-processus Supply Chain (les processus à traiter en pointillé rouge).

B. Décomposition de niveau 2 « Catégories des Processus » :

A un niveau plus détaillé, et suivant la stratégie d'AIRP, nous avons décortiqué les deux processus planification et approvisionnement de niveau 1. La figure récapitule aussi bien cette décomposition.

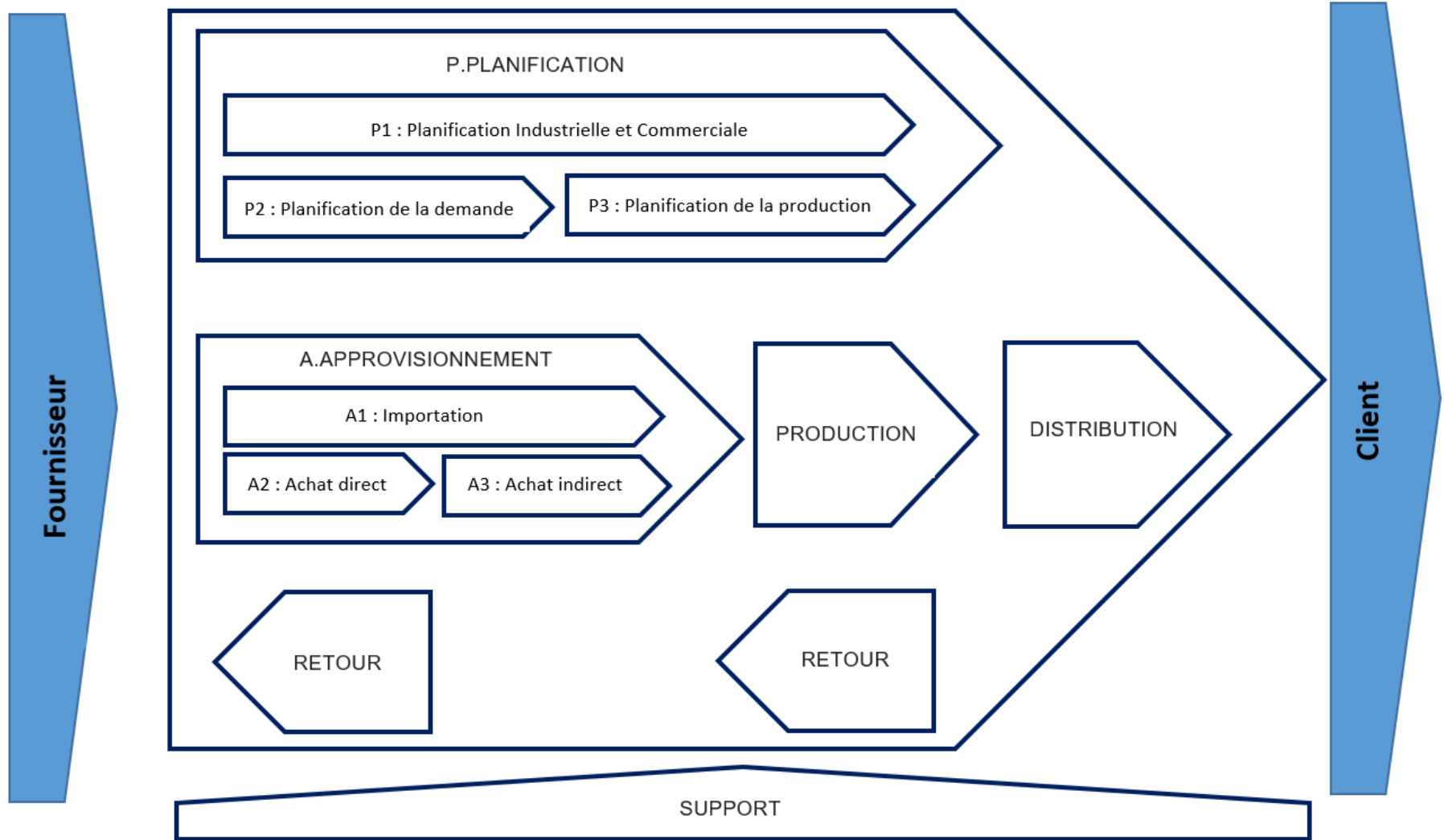


Figure 11 : Cartographie du niveau 2 du macro-processus Supply Chain.

C. Décomposition de niveau 3 « Décomposition des Processus » :

- **Processus de Planification :**

La planification a pour objectif d'établir la planification de la demande, des activités d'approvisionnement en matières premières et leur transport et la production sur un horizon de temps d'un an glissant en mensuel, hebdomadaire et journalier.

Ce processus consiste à élaborer des PDP dans le but d'avoir un équilibre entre la demande et l'offre en tout point de la Supply Chain.

Chaque année un PDP annuel est élaboré en tenant compte de l'historique des ventes des années précédentes et des contraintes externes (les nouvelles lois établies par l'état, les tendances du marché, le pouvoir d'achat des consommateurs, etc.).

Cette production annuelle est ensuite éclatée en productions mensuelles donnant lieu à des PDP mensuels.

Des réunions se déroulent chaque mardi en présence de tous les responsables (planification, approvisionnement, production, finance, commercial et marketing) pour éclater et réajuster les PDP mensuels en programmes hebdomadaires.

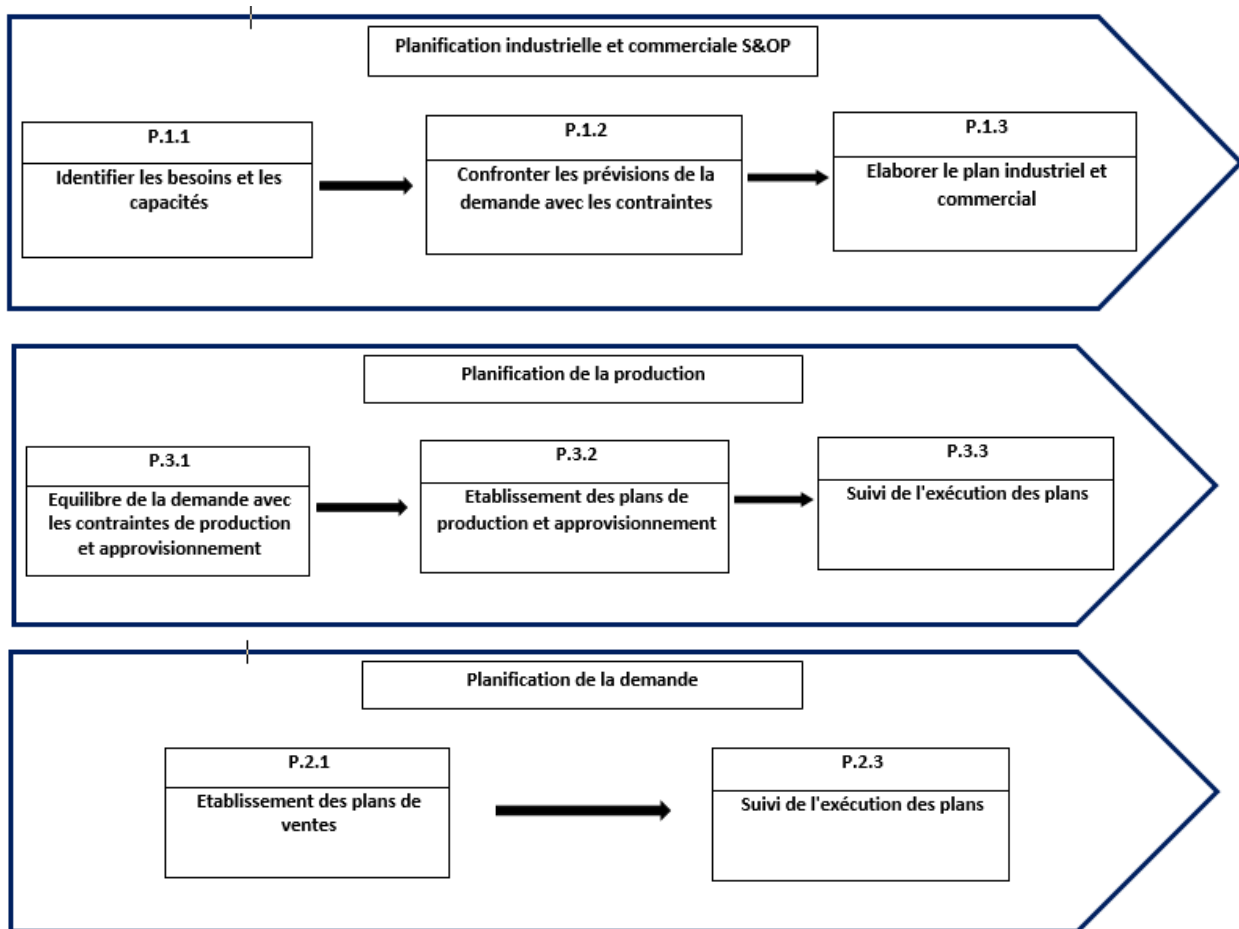


Figure 12 : Cartographie de niveau 3 du processus de planification chez AIRP.

Après le déroulement du diagnostic du processus planification, et à travers la cartographie du niveau 3, on a pu concevoir le récapitulatif des différents dysfonctionnements cités dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : Tableau récapitulatif de dysfonctionnements relatifs au processus planification.

Processus Planification	
Dysfonctionnements	
⊗	Absence d'outils de prévision fiable
⊗	Plans de production très volatile
⊗	Manque de visibilité et coordination avec les autres services
⊗	Demandes d'achat souvent inattendues pour des délais courts

- **Processus d'approvisionnement :**

Ce processus se divise en trois sous processus, à savoir l'achat direct, l'achat indirect et l'import.

— **L'achat direct :** Est chargé de l'achat de :

1) La matière première, toute substance de qualité définie utilisée dans la fabrication du produit pharmaceutique qui se compose principalement du :

- **Principe actif :** Substance ou mélange de substances destiné à entrer dans la fabrication de la forme galénique d'un médicament en tant qu'élément pharmacologiquement actif ou ayant tout autre effet direct sur le diagnostic, la guérison, l'atténuation, le traitement ou la prévention d'une pathologie ou sur la structure et le fonctionnement de l'organisme.

- **Expient :** Substance qui entre dans la composition d'un médicament et qui sert à incorporer les principes actifs. Son addition est destinée à conférer une consistance donnée, ou d'autres caractéristiques physiques ou gustatives particulières, au produit final, tout en évitant toute interaction, particulièrement chimique, avec le principe actif.

2) Articles de conditionnement (tout ce qui est relatif au packaging). Se décompose en trois niveaux :

1^{er} niveau : Blister utilisé sous forme de coque afin de protéger les produits.

2^{ème} niveau : la boîte qui contient des blisters plus notice.

3^{ème} niveau : carton emballage qui regroupe les boîtes.

Le changement de la source des MP ou AC nécessite de longues analyses sur la qualité du nouveau produit, et un certificat de conformité, ainsi que l'approbation de l'agence de contrôle des produits pharmaceutique. La procédure du changement peut prendre jusqu'à une année.

Le choix des fournisseurs pour les MP et les AC est reposé sur les TCO (tableaux comparatifs des offres). Les critères les plus importants sont la qualité, le prix et le délai.

Le tableau comparatif des offres n'est utilisé par le service achats d'AIRP qu'en cas de changement de fournisseur, dû à une non-conformité de l'offre de l'ancien fournisseur. Ce modèle est établi par l'équipe des achats. Les lignes comprennent la liste spécifique des besoins à satisfaire exigés par la société mère, et en colonnes les évaluations de chaque critère. Ensuite, au

fur et à mesure que le responsable des achats cherche des fournisseurs, et à partir des différentes offres collectées, le tableau est complété par des évaluations sur chacun des critères définis. Cela permet de produire des évaluations pondérées qui sont agrégées par fournisseur. Il en résulte un classement des fournisseurs dont les premiers sont conservés pour les dernières étapes de négociation avec le manager et l'équipe supply chain.

Projet :		Appel d'offres :		Responsable de l'achat :		Date : ../../....	
Critères	Poids	Fournisseur A		Fournisseur B		Fournisseur C	
		Évaluation	Évaluation pondérée	Évaluation	Évaluation pondérée	Évaluation	Évaluation pondérée
Critères qualité							
Réponse à la fonction 1							
Réponse à la fonction 2 ...							
Critères de coûts							
Coûts d'acquisition							
Coûts de maintenance							
Coût global de possession							
Critère innovation							
Critères fournisseur							
Solidité financière							
Localisation							
Aptitude à travailler en projet							
Développement durable							

Figure 13: Exemple d'un tableau comparatif des offres des fournisseurs.

— **L'achat indirect :**

Il concerne deux types d'achat l'OPEX et CAPEX. Opex sont les charges courantes qui concernent l'exploitation dans l'entreprise. Il s'agit des frais de personnel et des dépenses de service tel que le loyer et l'eau, le gaz, l'électricité, etc. Capex sont les charges courantes liées aux investissements dans l'entreprise. Par exemple, l'achat d'un photocopieur, d'une machine, d'une ligne de production, etc.

Les processus achat direct et indirect se font en quatre étapes :

✓ **Vérification et approbation des demandes d'achat :**

Le responsable du service achat établit une demande d'achat et y mentionne toutes les informations nécessaires à la réalisation de la commande après vérification des dates de réception et du programme de production et d'importation imposé par l'état. Il signe la demande d'achat et la transmet au manager Supply Chain. Ce dernier réceptionne l'état des besoins, s'assure du bien-fondé de l'opportunité de la demande et la transmet au Directeur général, au manager Supply Chain et au Directeur général de l'entreprise mère en Turquie pour approbation.

✓ **Envoi du bon d'achat au service local ou import :**

Une fois la demande approuvée et signée, elle sera ensuite transmise au service local ou import pour assurer le bon déroulement de l'achat et sa réception aux délais prévus et le partage de toutes les informations nécessaires avec les autres départements. Ces services traitent également les modes de paiement et les procédures bancaires.

✓ **Suivi de la commande :**

Après passation de la commande le responsable d'achat veille à ce que le fournisseur respecte ses engagements en terme de délai et de qualité.

✓ **Réception de la commande :**

Le département ayant émis une commande reçoit la livraison le jour prévu accompagnée du bon de livraison et/ou sans facture. Au cours de cette opération, il doit d'abord se rassurer de la conformité de la livraison (la quantité et l'état de la livraison). Si cette dernière n'est pas conforme, une réclamation est établie auprès du fournisseur. Après réception, la livraison est soit stockée dans l'entrepôt, soit directement conduite au service concerné.

– **L'import :**

La procédure s'applique à toutes les opérations d'importation des produits finis, matières premières, articles de conditionnement et les équipements du site AIRP à partir du Bon de commande à la réception des biens importés. Elle passe par trois étapes.

✓ **Pré-domiciliation :**

Lors de la passation d'une commande, les documents du titre de transport (connaissance maritime, lettre de transport aérien) et la facture pro-forma sont transférés par le service achat direct ou indirect, et cela est après l'obtention de l'avis favorable de la banque (autorisation de l'expédition), ensuite les fournisseurs envoient les documents originaux à travers le free transfer, la remise documentaire ou la lettre du crédit.

✓ **Domiciliation bancaire :**

Concerne la récupération et la vérification des documents suivants :

- La facture commerciale domiciliée (lettre de transport aérien ou connaissance maritime).
- Liste de colisage.
- Certificat de conformité.
- Certificat d'origine.
- Copies des certificats d'analyse (chez certaines banques).

✓ **Procédure dédouanement :**

Elle peut prendre de 5 à 8 jours pour les envois aériens et de 7 à 10 jours pour les envois maritimes et elle comprend les étapes suivantes :

- La remise du dossier au transitaire.
- La validation de la déclaration douane.

- La réception de la marchandise.

Après la clôture du dossier d'importation, les responsables de l'importation doivent procéder au partage des informations avec les autres directions.

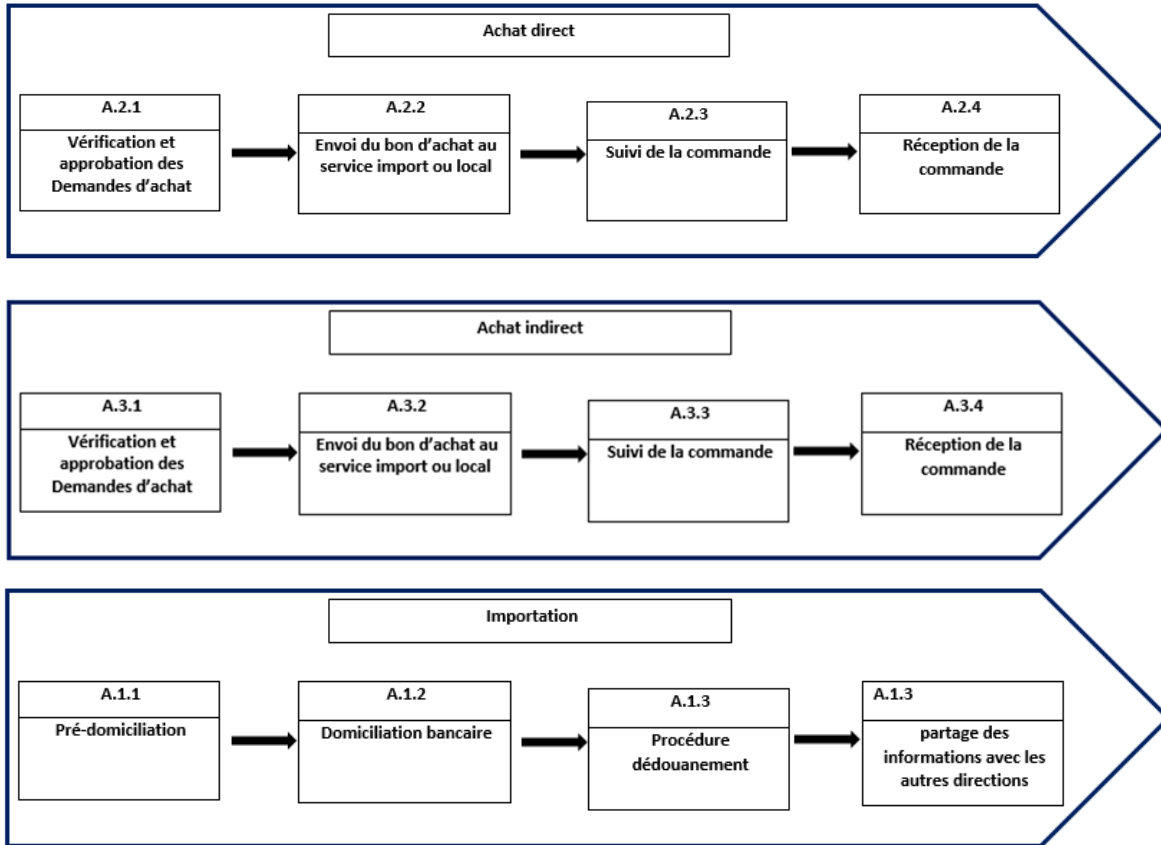


Figure 14 : Cartographie du niveau 3 du processus d'approvisionnement chez AIRP.

Après le déroulement du diagnostic du processus approvisionnement, et à travers la cartographie du niveau 3, on a pu concevoir le récapitulatif des différents dysfonctionnements cités dans le tableau ci-après :

Tableau 4 : Tableau récapitulatif de dysfonctionnements relatifs au processus approvisionnement.

Processus Approvisionnement	
Dysfonctionnements	
⊗	Manque d'indicateurs de performance adéquats, ce qui affecte le suivi de la chaîne logistique
⊗	Coûts et délais d'approvisionnement importants (envois aériens)
⊗	Un nombre très élevé d'importation chaque année
⊗	Manque d'utilisation de politiques de gestion des stocks (stock de sécurité)
⊗	Complexité de procédure de changement de fournisseurs

8. Enoncé de la problématique :

AIRP n'a vu le jour que depuis 2014, et il lui a fallu 6 ans pour bien se stabiliser et commencer son expansion sur le marché. L'entreprise veut maintenir cette croissance sur le marché Algérien. A cet effet, AIRP doit piloter son macro processus SC de sorte à ce qu'il réponde à un besoin client ciblé par la stratégie commerciale tout en assurant une qualité requise. Pour ce faire, la rationalisation des coûts logistiques en tenant compte de l'évolution du marché devient plus que nécessaire. Ceci permettra à l'entreprise de viser l'objectif de maximiser, dans la mesure du possible, sa marge et d'assurer une meilleure disponibilité de ces produits sur le marché.

Cependant, en vue d'être en conformité avec les exigences de la société mère, et pour faire face à une concurrence accrue, AIRP se voit dans l'obligation de réduire ses coûts et délais liés au processus approvisionnement.

De ce fait, l'amélioration du processus approvisionnement et les processus en relation avec, peut avoir un effet levier sur la performance de la SC. Une question principale s'impose alors à travers cette problématique :

Comment peut-on améliorer la performance du processus approvisionnement ?

De nombreuses questions peuvent découler de cette problématique, nous pouvons citer parmi les plus significatives :

- Peut-on anticiper le besoin d'une consommation de médicaments plus fiable ?
- Peut-on améliorer la politique d'approvisionnement existante ?
- Quel(s) outil(s) pourrions-nous proposer pour contribuer à la réduction des coûts engendrés par le processus approvisionnement ?

9. Conclusion :

Dans ce chapitre nous nous sommes consacré à la présentation d'AIRP Algérie, son secteur d'activité et les spécificités du marché pharmaceutique. Puis, pour analyser le microenvironnement de l'entreprise nous avons utilisé le model de Porter. Ensuite, un diagnostic interne nous a permis de cerner les dysfonctionnements de la chaine logistique en menant des entretiens avec ses différents acteurs, et en décomposant le macro-processus SC selon le référentiel SCOR. Enfin, grâce à l'output du diagnostic, nous avons clairement constaté que le processus d'approvisionnement et de planification représentent des éléments clés de la profitabilité de l'entreprise.

Le chapitre suivant aura pour objectif de présenter les différents concepts et notions théoriques relatifs aux axes d'amélioration retenus.

CHAPITRE 2 : Etat de l'art

« L'objet de la science est la connexion des phénomènes. »

Ernst Mach

1. Introduction :

Ce chapitre, consacré à l'état de l'art, a pour objectif la présentation des outils et des concepts du cadre théorique utilisés dans la démarche adoptée pour la solution proposée.

Nous présenterons les notions de la supply chain, sa structure et ses flux. Ensuite nous introduiront l'approche de supply chain management et son évolution. Après nous rappelons les bases de la prévision de la demande et les différentes méthodes utilisées à cet effet. Le troisième point est quant à lui consacré aux politiques d'approvisionnement. Enfin, nous intéresseront à la performance et les tableaux de bord.

Le schéma suivant récapitule les principaux points qui seront vues durant ce chapitre :

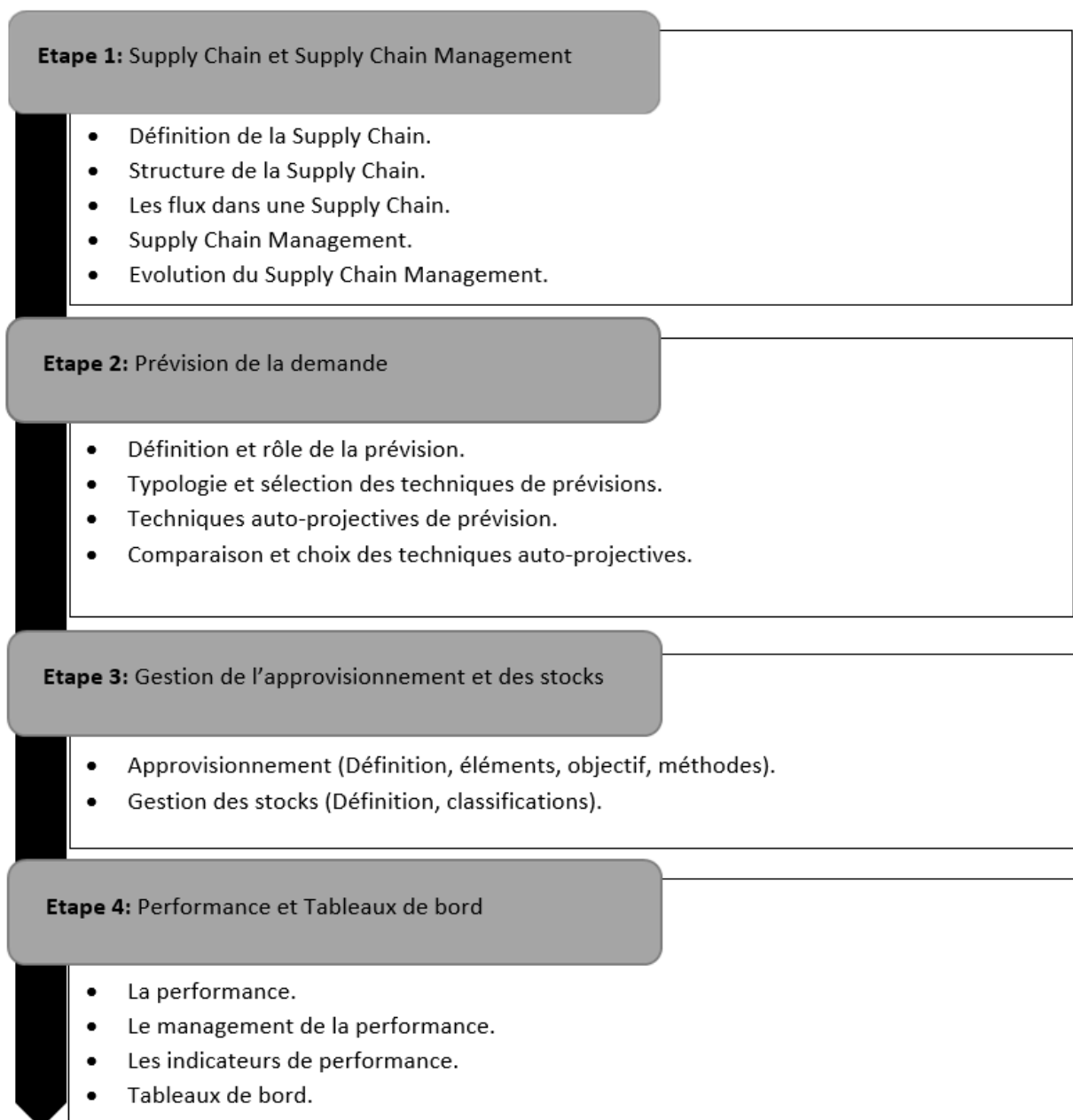


Figure 15 : Schéma récapitulatif de la démarche et structure du chapitre 2.

2. Supply Chain et Supply Chain Management:

2.1. Définition de la Supply Chain :

Différentes définitions ont été données par différents auteurs :

« Un groupe d'au moins trois entités (entreprises ou personnes physiques) directement impliquées dans les flux amont et aval de produits, services, finances et/ou information, qui vont d'une source jusqu'à un client » (Mentzer, et al. 2001) ;

« L'ensemble des parties impliquées, directement ou indirectement, dans la satisfaction de la demande d'un client » (Chopra et Meindl 2013) ;

« Réseau dynamique et séquentiel d'entreprises autonomes allant du premier fournisseur jusqu'au client final. Celles-ci sont reliées par des flux en amont et en aval (physiques, informationnels, financiers, de connaissances et relationnel) dans le but de satisfaire le client par une meilleure coordination et intégration, mais aussi par une plus grande flexibilité et réactivité » (Zouaghi 2013).

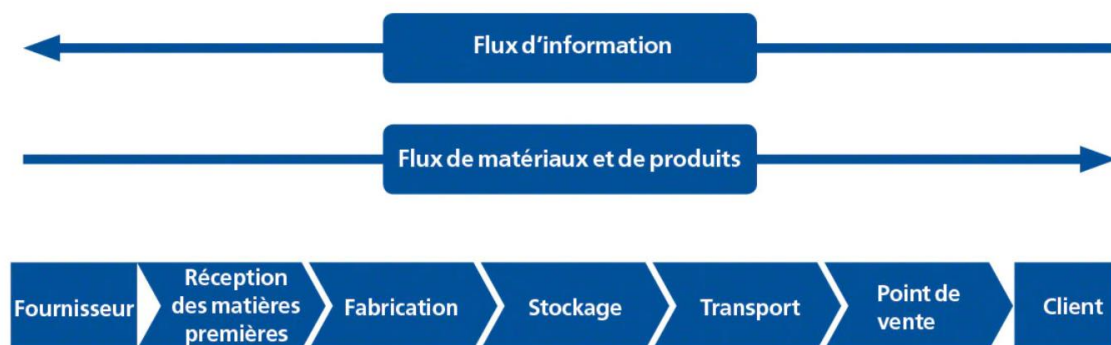


Figure 16 : Processus de la Supply chain (APICS, 2008).

« Une supply chain, ou chaîne d'approvisionnement, est composée de toutes les parties impliquées, directement ou indirectement, dans la satisfaction d'une demande client. La supply chain comprend non seulement le fabricant et les fournisseurs, mais également les transporteurs, les entrepôts, les détaillants ainsi que les clients. Au sein de chaque organisation, la chaîne d'approvisionnement comprend toutes les fonctions impliquées dans la réception et le remplissage d'une demande client. Ces fonctions comprennent, sans s'y limiter, le développement de nouveaux produits, le marketing, les opérations, la distribution, les finances et le service à la clientèle. » (Chopra, Meindl, 2016).

2.2. Structure de la Supply Chain:

Une Supply Chain comprend deux axes dans sa structure. L'axe horizontal fait référence au nombre d'échelons (tiers) qui interviennent au long de la chaîne. La dimension verticale fait référence au nombre d'entreprises par échelon. En outre ces entreprises sont différenciées en deux catégories selon leur importance.

Les entreprises focales sont celles qui créent la plus de valeur à la Supply Chain, alors que les entreprises de soutien fournissent les ressources et le savoir aux entreprises focales.

Les processus entre les entreprises de soutien et les entreprises focales sont gérés par quatre types de liens (LAMBERT & COOPER, 2000) :

- **Liens des processus gérés** : liens relatifs aux processus que l'entreprise focale juge important d'intégrer et gérer.
- **Liens des processus contrôlés** : pas aussi importants que les précédents, mais l'entreprise doit s'assurer qu'ils soient intégrés et gérés d'une manière appropriée.
- **Liens des processus non-gérés** : processus peu importants sur lesquels l'entreprise n'est pas directement impliquée ou fait confiance à ceux qui les gèrent.
- **Liens des processus des non-membres** : processus externe à la supply chain de l'entreprise, même si celle-ci est consciente de leur impact indirect.

Pour caractériser la structure physique d'une Supply Chain, nous ferons appel dans la figure ci-dessous au modèle de Lambert et Cooper (2000) qui propose une structuration tridimensionnelle d'un réseau logistique ainsi que les différents liens :

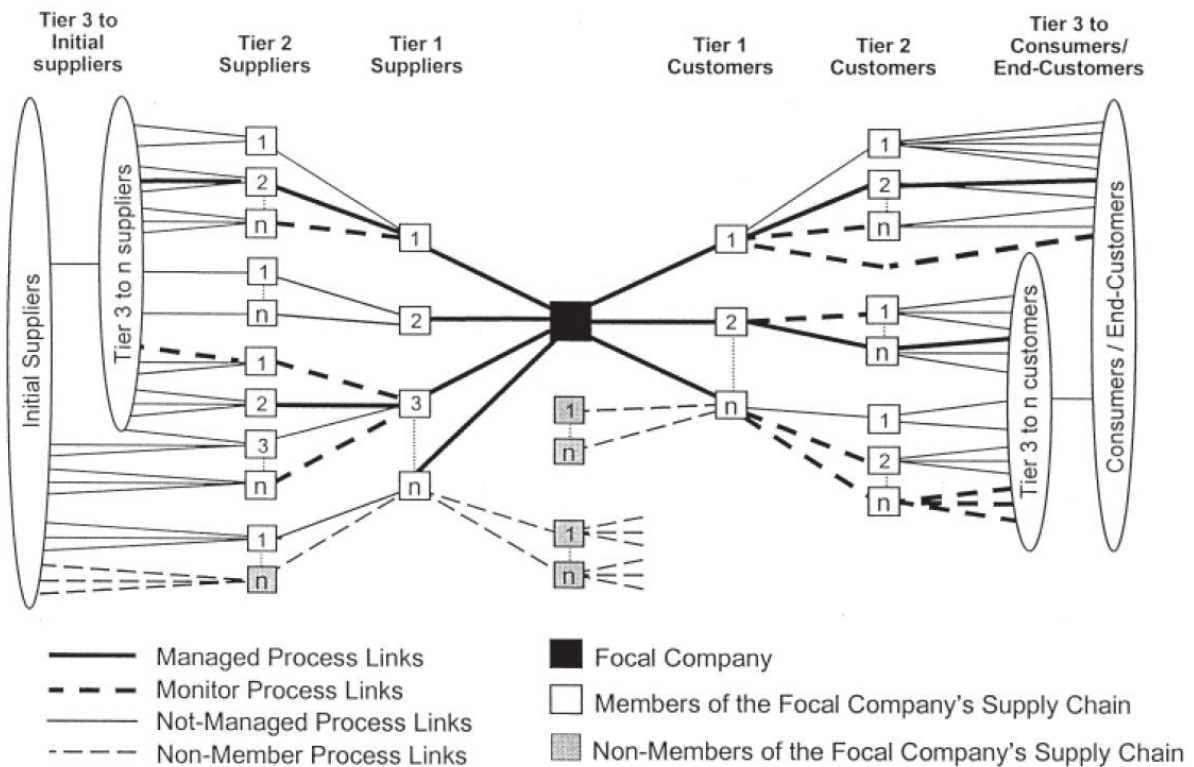


Figure 17 : Les liens entre les différents acteurs de la Supply Chain (M.LAMBERT & C. COOPER, 2000).

2.3. Les flux dans une Supply Chain :

Trois types de flux peuvent être identifiés dans une Supply Chain :

- **Les flux physiques** : Ils constituent le cœur de la chaîne logistique. Les déplacements des biens, donc des valeurs, entre les différents acteurs de la chaîne logistique, et au sein de chacune de ses organisations, rythment le fonctionnement même de la chaîne. Ces flux physiques peuvent se découper en trois étapes : produire (ou transformer), stocker et

transporter, constituant ainsi un maillon entre deux niveaux de la chaîne logistique. Ces trois fonctions sont en général assurées par des acteurs différents, spécialisés dans chacun des domaines.

- **Les flux financiers :** Ils sont constitués des échanges de valeurs monétaires, en contrepartie de biens. Ils sont donc très dépendants des flux physiques mais constituent les indicateurs les plus utilisés pour mesurer le fonctionnement de chaque maillon de la chaîne.
- **Les flux d'informations :** Ils sont essentiels au bon fonctionnement d'une chaîne logistique. C'est par la connaissance du fonctionnement des autres maillons de la chaîne qu'une entreprise peut prendre les décisions les plus adaptées quant à sa propre gestion opérationnelle. Les systèmes d'informations tels que les ERP ou les EDI jouent alors un rôle majeur dans la gestion des entreprises en apportant un support technique pour réaliser ces échanges d'informations.

Quelle que soit la définition adoptée, les chaînes logistiques ont toujours existé, ce qui est réellement innovant c'est le fait d'avoir une vision globale, transversale et de chercher l'optimisation dans sa globalité et non plus des optima locaux.

Le concept de chaîne logistique a pour principal intérêt de faire prendre conscience à chaque entité qu'elle s'inscrit dans un flux qui la dépasse et que son environnement est constitué de trois pôles : les conditions de ses opérations internes (processus, ressources, compétences, objectifs), ses fournisseurs et ses clients.

Et ainsi, cette prise de conscience des chaînes logistiques a fait émerger de nouveaux besoins en matière d'intégration d'entreprises et de coordination des flux de matière, des flux d'informations et des flux financiers. Afin de satisfaire ces besoins, des méthodologies et outils ont dû être mis en place : d'où la naissance du Supply Chain Management.

Les concepts de chaînes logistiques et la gestion de ces chaînes sont bien distincts. La gestion nécessite un effort volontaire de l'ensemble des acteurs concernés par la création de valeur, alors que les chaînes logistiques constituent simplement un environnement existant. La notion de Supply Chain Management mérite donc elle-aussi une définition.

2.4. Supply Chain Management :

Etant donné la complexité de la Supply Chain, le management de cette dernière est une tâche qui peut s'avérer difficile et complexe. Le Council of Supply Chain Management Professionals CSCMP (2010) explique que le SCM « Englobe la planification et la gestion de toutes les activités impliquées dans le sourcing et l'approvisionnement, la conversion, et toutes les activités de gestion logistique. Surtout, elle comprend également la coordination et la collaboration avec les partenaires du canal, qui peuvent être les fournisseurs, les intermédiaires, les tiers fournisseurs de services et les clients. Principalement, le SCM intègre la gestion de l'offre et de la demande au sein et entre les entreprises. Le SCM est une fonction d'intégration avec comme responsabilité principale relier des fonctions et des processus d'affaires importants au sein et entre les entreprises dans un modèle d'affaires cohérent et hautement performant. Il comprend toutes les activités de gestion logistique notées ci-dessus, ainsi que les opérations de fabrication, et il entraîne la coordination des processus et des activités avec et à travers le marketing, les ventes, la conception des produits, les finances et les technologies de l'information ».

Aussi Lambert (2006) explique que « Le Supply Chain management réussi nécessite l'intégration inter fonctionnelle des processus clé au sein de l'entreprise et à travers le réseau des entreprises qui constituent la Supply Chain ».

Enfin, Mentzer (2004) définit le SCM comme étant « la coordination systémique et stratégique des fonctions traditionnelles de gestion au sein d'une entreprise en particulier et à travers les entreprises au sein de la SC, afin d'améliorer la performance à long terme des entreprises individuelles et la SC dans son ensemble ». Ainsi, le Supply Chain Management est la gestion globale de toutes les activités et processus impliqués dans l'écoulement du produit ou service allant de l'amont jusqu'à l'aval de la chaîne logistique. Visant ainsi à :

- **Satisfaire les attentes des clients** : face à une diversification des offres, le client devient de plus en plus exigeant, principalement en termes de réactivité et de qualité. Donc la flexibilité de l'organisation et la fiabilité des délais conditionnent la satisfaction des clients.
- **Optimiser l'utilisation des ressources** : Créer un véritable lien entre les processus de l'entreprise permet d'optimiser l'utilisation des ressources qu'elles soient humaines ou matérielles.
- **Réduire les coûts** : l'intégration des flux physiques et informationnels, du point d'approvisionnement à la livraison du client, réduit les coûts globaux de la chaîne logistique.

2.5. Evolution du Supply Chain Management :

Le SCM a apporté un contexte constructif à notre étude, il est donc essentiel de donner un aperçu sur son évolution. Le SCM n'est pas un nouveau concept. Selon (Coyle et al, 2003), le SCM représente la troisième phase d'une évolution qui a commencé dans les années 1960 par le développement du concept de la distribution physique. Le tableau suivant fournit une vue d'ensemble brève du développement historique du SCM.

Tableau 5 : Développement historique du SCM (Logistic news, 2001).

Avant 1950	Logistique exécutée sur une base fonctionnelle, sans concept formel ou théorie d'intégration.
Les années 1950	L'introduction de l'analyse des coûts globaux.
Les années 1960	Le premier manuel sur la distribution physique.
Les années 1970	De nombreuses publications sont apparues sur le service clientèle et une prise de conscience à propos de l'importance des informations financières pour la pérennité de la chaîne logistique, s'est créée.
Les années 1980	La dérèglementation du secteur des transports et le développement de la technologie informatique et les progiciels de distribution.
Les années 1990	SCM mis en œuvre pour faciliter le développement de la concurrence globale.

3. Prévision de la demande:

3.1. Introduction :

Depuis quelques années, il est accordé une attention de plus en plus importante à l'amélioration du processus de prise de décision en management industriel. L'un des aspects de cette amélioration consiste à distinguer et circonscrire les différents éléments qui composent ce processus de prise de décisions pour pouvoir les maîtriser individuellement et globalement.

La prévision est identifiée comme étant l'un des éléments clés de ce processus.

De ce fait, il s'est avéré nécessaire d'intégrer des modèles scientifiques et formalisés de prévisions. Pour répondre à une telle nécessité, nous allons développer à travers cette partie une méthodologie cadrée et ciblée pour réussir le processus prévisionnel.

3.2. Définition et rôle de la prévision :

Plusieurs définitions expliquent ce concept, d'après Leveille Estivage (2009), la prévision est définie comme «la fonction permettant d'estimer la demande future pour les biens et les services offerts de l'entreprise ». La prévision est établie soit qualitativement ou quantitativement et dans quelques cas particuliers on peut combiner entre les deux.

C'est un outil indispensable d'aide à la décision en management industriel, elle permet au manager une anticipation du futur pour faire face aux aléas du marché, elle permet entre autre de :

- Etablir les capacités de production afin d'ajuster l'offre à la demande ;
- Choisir les technologies appropriées au niveau de la demande ;
- Orienter la politique et les stratégies de la chaîne logistique en amont et aval : gestion de stock gestion de production gestion d'entreposage, distribution... ;
- Déterminer les meilleures stratégies de production ;
- Planifier l'utilisation des équipements et les besoins de ces derniers.

D'autres rôles sont liés aussi à la prévision qui concernent la gestion budgétaire de l'entreprise et son optimisation. Donc la place du processus prévision en management industriel est primordiale.

3.3. Typologie et sélection des techniques de prévisions :

Plusieurs méthodes et techniques ont été développées pour optimiser le processus prévisionnel, le schéma suivant résume ces techniques :

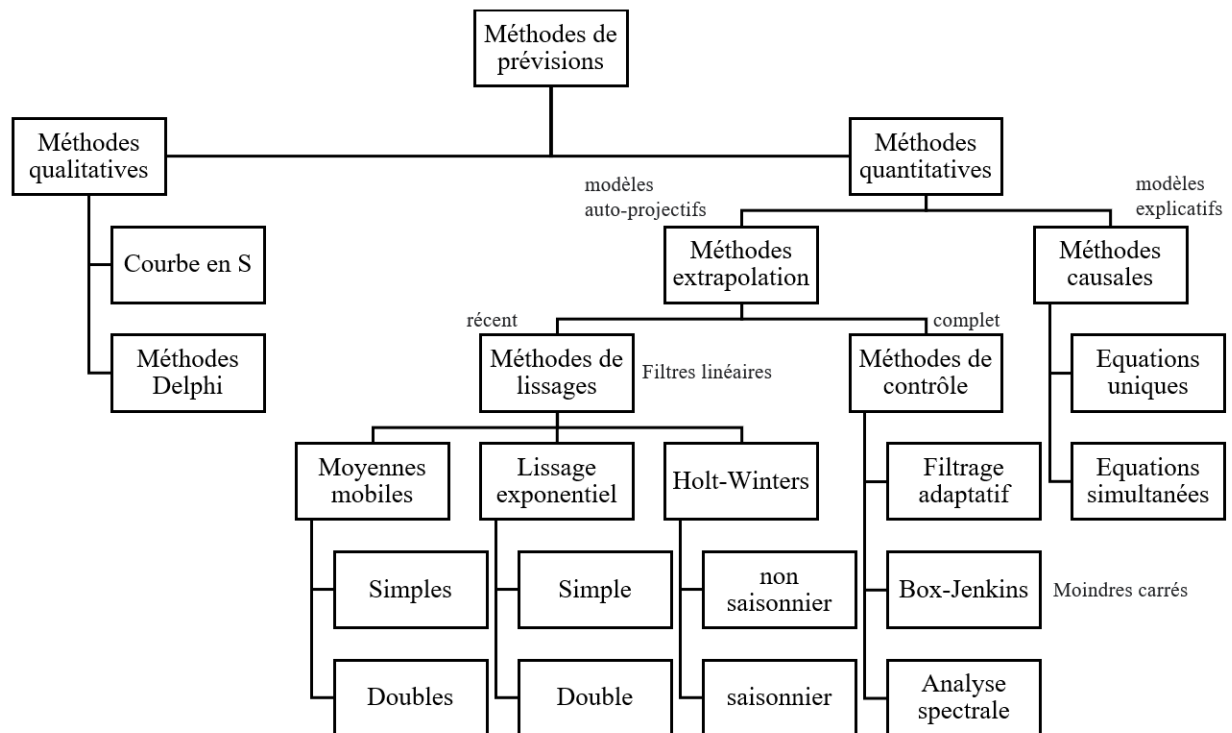


Figure 18: Schéma typologique des techniques de prévisions.

La sélection des différentes méthodes se fera en se basant sur des critères adaptés au contexte de l'entreprise, dans notre cas et par rapport à la prévision de la demande la sélection des techniques est faite selon trois niveaux d'analyses.

Niveau 1 : Les méthodes qualitatives s'appliquent généralement aux études à long terme et exigent pour leur mise en œuvre des coûts élevés. De plus, il est extrêmement difficile d'évaluer l'exactitude de ces approches en prévision en terme d'indicateurs de performance, ceci parce que ces méthodes ne sont pas standardisées. La prévision donnée par ces méthodes dépend beaucoup de la capacité des experts par contre les méthodes quantitatives sont utilisées pour la prévision à moyen et à court terme, et les coûts qu'elle engendre sont relativement faibles. Donc, pour notre cas le choix des méthodes quantitatives s'avère tout à fait adapté à notre problème posé qui est la prévision à court et à moyen terme de la demande.

Niveau 2 : Généralement le choix des méthodes explicatives (causales) est conditionné par la possibilité de trouver toutes les variables explicatives (exogènes) et la disponibilité de données. D'autre part ces méthodes utilisent comme base pour détecter les variables exogènes des théories économiques et technologiques ciblées.

Or, dans le cas de la prévision de la demande en management industriel nous disposons que les données de la variable expliquée (endogène) c'est-à-dire une seule série chronologique.

Ainsi, on ne peut pas appliquer dans notre cas les méthodes quantitatives causales.

Niveau 3 : Finalement, notre choix est fixé sur les méthodes de la modélisation quantitative auto-projective :

- Méthodes du lissage ;
- Méthodologie de contrôle de Box-Jenkins.

Le schéma suivant résume les étapes de la modélisation prévisionnelle auto-projective.

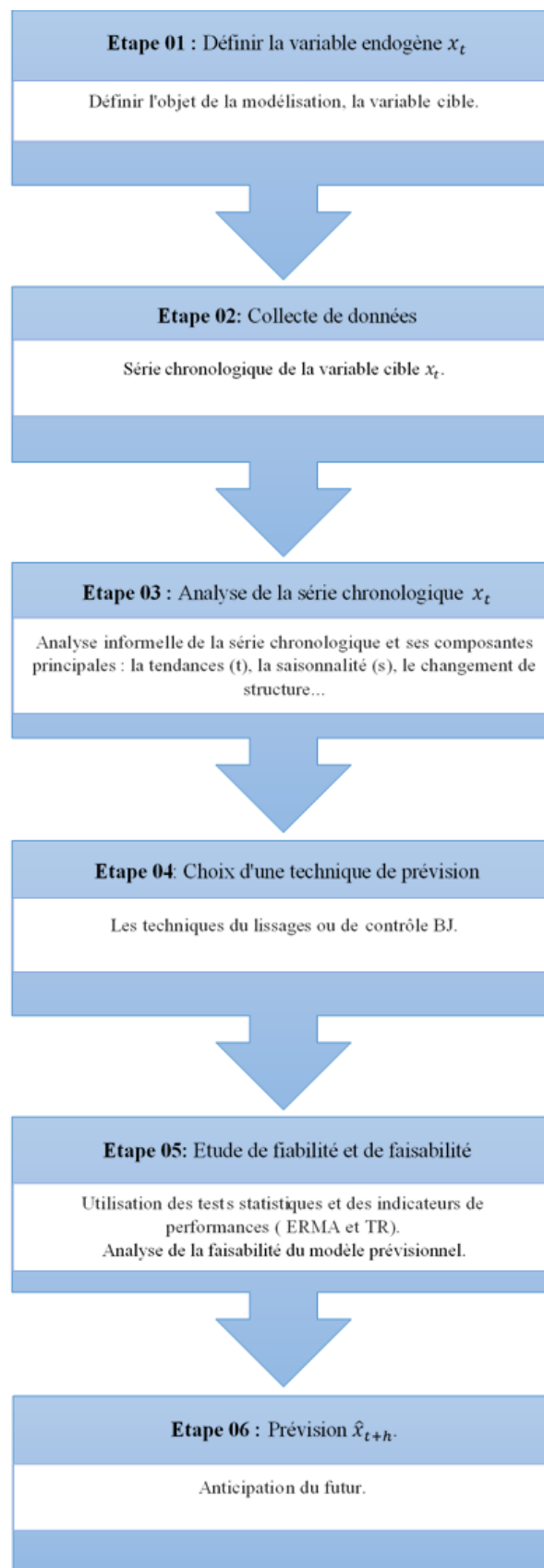


Figure 19: Etapes des méthodes auto-projectives.

Le choix d'une méthode de prévision dépend de plusieurs facteurs. Ce choix doit s'opérer en cherchant à minimiser un coût, mais aussi il faut également tenir compte de plusieurs facteurs, nous pouvons citer parmi les plus significatifs :

- le type de la série chronologique et ses composantes principales (tendances, saisonnalité et facteurs aléatoires),
- La finalité de traitement ,c'est-à-dire l'objectif de la prévision.

3.4. Techniques auto-projectives de prévision :

Ces techniques se divisent en deux classes : techniques du lissages et techniques de contrôle de Box-Jenkins.

3.4.1. Techniques du lissage :

Les techniques du lissage ou filtres linéaires, sont plus fréquemment employées pour le traitement des séries chronologiques $\{X_t\}$ relativement stables par rapport aux composantes principales de la série : tendance, saisonnalité et terme aléatoire. Le principe de base de ces techniques est de trouver à l'instant t un filtre linéaire f_t par combinaison linéaire de s dernière donnée de la série chronologique initiale $\{X_t\}$, Elles sont divisées en trois familles : Moyennes Mobiles, Lissages Exponentiels et Holt Winters.

Moyennes Mobiles (MM): Elles consistent à faire la moyenne arithmétique des s dernières données de la série chronologique . Ces méthode sont utilisées lorsque la demande n'est affectée ni de saisonnalité, ni de changement de structure .Les moyennes mobiles sont de deux types : simple et double(Hubert, 2013).

1- Moyenne Mobile Simple(MMS): ce modèle est utilisé dans le cas où la série chronologique ne présente aucune variation tendancielle remarquable. La prévision est obtenue selon les deux étapes suivantes:

Etape 01 : Calcul du filtre linéaire simple Y_t :

$$Y_t = \frac{1}{S} \sum_{i=0}^{S-1} X_{t-i}$$

Où S est le nombre de périodes.

Pour calculer la moyenne mobile. En pratique $S = \frac{1}{5} T$

T : taille de la série chronologique $\{ X_t \}$.

Etape 02 : Prévision :

$$\hat{X}_{t+h} = Y_t$$

h : horizon de prévision.

2- Moyenne Mobile Double(MMD): cette technique est une amélioration de la MMS par rapport à la présence de la tendance linéaire de la série chronologique initiale, les étapes de la prévision sont:

Etape 01 : Calcul du filtre linéaire Y_t par une moyenne mobile simple à partir de la chronique initiale $\{X_t\}$:

$$Y_t = \frac{1}{S} \sum_{i=0}^{S-1} X_{t-i}$$

Etape 02 : Le calcul d'un deuxième filtre linéaire Z_t à partir de la nouvelle chronique $\{Y_t\}$ de la même manière :

$$Z_t = \frac{1}{S} \sum_{i=0}^{S-1} Y_{t-i}$$

Etape 03 : Estimation de \hat{X}_t et de la pente \hat{a}_t :

$$\hat{X}_t = 2 * Y_t - Z_t$$

$$\hat{a}_t = \frac{2}{S-1} (Y_t - Z_t)$$

Etape 04 : La prévision est obtenue par :

$$\hat{X}_{t+h} = \hat{X}_t + h * \hat{a}_t$$

h : horizon de prévision.

Lissages Exponentiels (LE): Les lissages exponentiels permettent une pondération particulière des données passées, ils accordent le plus grand poids à l'observation la plus récente et des poids décroissants aux valeurs les plus anciennes. Elles sont recommandées pour le traitement des chroniques sans saisonnalité mais avec changement de structure. Les lissages exponentiels sont de deux types: simple et double (Hubert, 2013).

1- Lissage exponentiel simple (LES) : c'est une amélioration de la méthode de MMS par rapport au changement de structure. Cette méthode permet de donner un poids dégressif aux données passées en fonction de leur antériorité, suivant le paramètre α du lissage. La prévision est obtenue selon les deux étapes suivantes:

Etape 01 : Choix du paramètre de lissage $\alpha / \alpha \in [0 ; 1]$ et du nombre de période à prendre en considération :

$$S+1 = \frac{\ln(0,01)}{\ln(1-\alpha)}$$

(99% de la taille de l'échantillon est prise en considération).

Etape 02 : Calcul du filtre linéaire Y_t :

$$\begin{cases} Y_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)Y_{t-1} \\ Y_0 = X_0 \end{cases}$$

Etape 03 : Prévision :

$$\hat{X}_{t+h} = Y_t$$

h : horizon de prévision.

2- Lissage exponentiel double (LED) : cette technique consiste à effectuer un lissage de la série déjà lissée en utilisant le même principe que celui du LES. L'avantage de cette méthode est qu'elle peut prendre en compte le caractère tendanciel et du changement de structure de la série chronologique mais en faisant abstraction du caractère saisonnier de celle-ci. La prévision est obtenue par les étapes suivantes:

Etape 01 : Choix du α et calcul du nombre de période à prendre en considération :

$$S+1 = \frac{\ln(0,01)}{\ln(1-\alpha)}$$

Etape 02: Calcul du premier filtre LES Y_t :

$$\begin{cases} Y_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)Y_{t-1} \\ Y_0 = X_0 \end{cases}$$

Etape 03: Calcul du deuxième filtre LES Z_t :

$$\begin{cases} Z_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)Y_{t-1} \\ Z_0 = X_0 \end{cases}$$

Etape 04 : Calcul de \hat{X}_t et de la pente \hat{a}_t :

$$\begin{cases} \hat{X}_t = 2 * Y_t - Z_t \\ \hat{a}_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (Y_t - Z_t) \end{cases}$$

Etape 05 : La prévision est obtenue par :

$$\hat{X}_{t+h} = \hat{X}_{t+h} + h * \hat{a}_t$$

Holt Winters(Lissage exponentiel triple) : Les techniques de Holt Winters sont des améliorations des techniques du lissage exponentiel. Elles traitent toujours des chroniques homogènes par rapport à la tendance et la saisonnalité. Il s'agit d'un lissage exponentiel double de Holt à deux paramètres α et γ pour la partie non saisonnière et d'un lissage exponentiel saisonnier à un paramètre δ de Winters. On rencontre trois techniques de Holt-Winters : non saisonnière (HWNS), saisonnière additive (HWSA) et saisonnière multiplicative (HWSM).

1- Holt Winters non saisonnière (HWNS): c'est une amélioration du lissage exponentiel double par rapport à la composante tendancielle , la prévision est obtenue par les étapes suivantes:

Etape 01 : Choix des deux paramètres α et γ de tendance et de variation.

Etape 02 : Calcul de la composante tendancielle C_t :

$$\begin{cases} C_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha)f_{t-1} \\ C_1 = X_1 \end{cases}$$

Etape 03 : Calcul de la composante de variation a_t :

$$\begin{cases} a_t = \gamma * (C_t - C_{t-1}) + (1 - \gamma) * a_{t-1} \\ a_1 = X_2 - X_1 \end{cases}$$

Etape 04 : La prévision est obtenue par :

$$\hat{X}_{t+h} = \hat{C}_t + h * \hat{a}_t$$

h : horizon de prévision.

2- Holt Winters saisonnière (HWS): c'est une technique qui traite les chroniques avec la composante saisonnière. Elle comporte donc, trois paramètres à estimer : α paramètre de tendance, γ paramètre de variation et δ paramètre de saisonnalité tel que α, γ et $\delta \in [0,1]$. Les étapes de traitements de cette technique sont les suivantes:

On suppose que la série est : $X_t = f_t + C_t + a_t$ pour l'additive et $X_t = f_t \cdot C_t \cdot a_t$ pour la multiplicative.

C_t : représente la variation tendancielle.

a_t : représente la pente de la tendance.

f_t : terme utilisé pour désaisonnaliser la série.

L'estimation de ces paramètres est comme suit :

$$\begin{array}{lll} a_t = \gamma(x_t - C_{t-s}) + (1 - \gamma)(f_{t-1} + a_{t-1}) & 0 < \gamma < 1 & s + 1 \leq t \leq T \\ f_t = \alpha(x_t - C_{t-s}) + (1 - \alpha)(f_{t-1} + a_t) & 0 < \alpha < 1 & s + 1 \leq t \leq T \\ C_t = \delta(x_t - f_t) + (1 - \delta)C_{t-s} & 0 < \delta < 1 & s + 1 \leq t \leq T \end{array}$$

La prévision est donnée par :

$$\begin{array}{ll} Y_T(h) = f_T + h \cdot a_T + C_{T+h-s} & \text{si } 1 \leq h < S \\ Y_T(h) = f_T + h \cdot a_T + C_{T+h-2s} & \text{si } s \leq h \leq 2S \end{array}$$

S : Période de la saisonnalité.

L'utilisation de ces formules nécessite des valeurs initiales de C_t, a_t et f_t qui dépendent de s .

$$\begin{aligned}f_t &= 0 & t = 1, \dots, s-1 \\f_s &= \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s X_i \\C_t &= X_t - \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s X_i & t = 1, \dots, s \\a_t &= 0 & t = 1, \dots, s-1 \\a_s &= \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s (X_{s+i} - X_i)\end{aligned}$$

Pour le choix des paramètres α , γ et δ , on teste expérimentalement toutes les combinaisons possibles, puis on choisira celle qui minimise l'erreur relative ERMA.

L'utilisation du logiciel Eviews facilite ce choix et donne directement la meilleure combinaison des trois paramètres α , γ et δ .

3.4.2. Méthodologie de contrôle de Box-Jenkins :

Les techniques de contrôle (Box-Jenkins) :

Contrairement aux méthodes du lissage, la méthodologie de Box-Jenkins est une démarche complète de contrôle ; c'est-à-dire un ensemble de méthodes interdépendantes pour obtenir des prévisions des séries chronologiques $\{X_t\}$ de type quelconque : tendance perturbée, saisonnalité et changement de structure.

La méthodologie de Box-Jenkins comporte quatre étapes :

Etape 1 : Identification du modèle .

Etape 2 : Estimation des paramètres du modèle.

Etape 3 : Validation et choix du modèle.

Etape 4 : Prévision.

Le schéma structuré suivant résume la méthodologie pour réussir les quatre étapes.

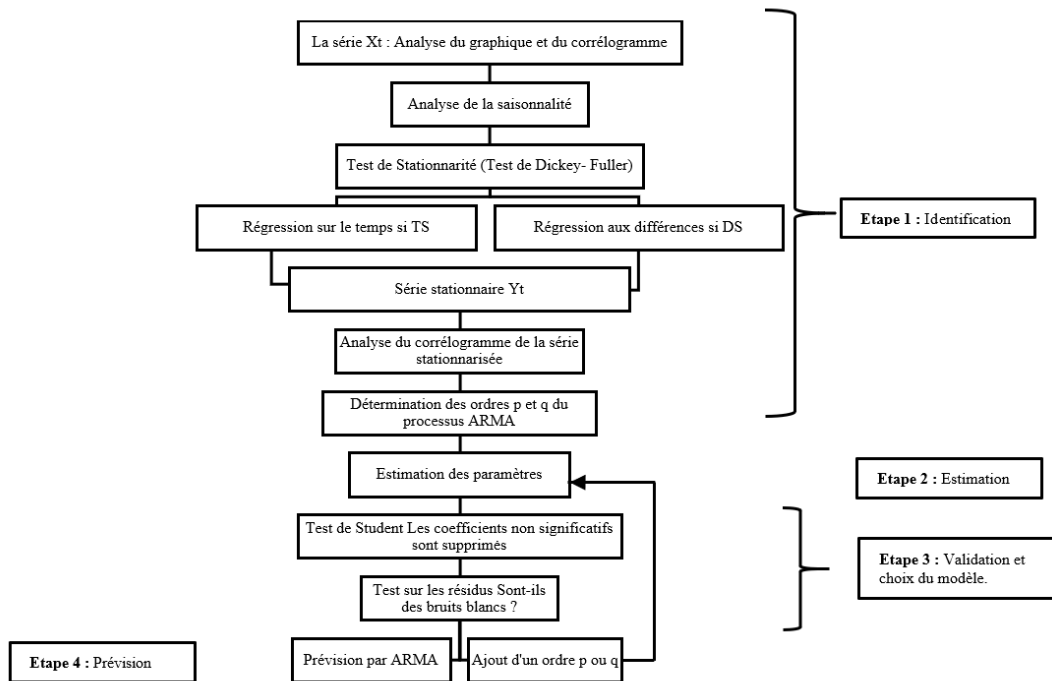


Figure 20:Processus de prévision par Box-Jenkins.

Voir Annexe 3 pour le développement des étapes, et les tests statistiques utilisés dans la méthodologie de Box-Jenkins.

3.4.3. Comparaison et choix des techniques auto-projectives :

Le choix d'une technique quantitative auto-projective se fait principalement par rapport à la nature de la série chronologique et ses composantes principales, le tableau suivant compare et facilite le choix de ses techniques.

Tableau 6: Critère de choix d'une technique de prévision.

Type	Méthode	Tendance	Saisonnalité	Changement de structure	Complexité de la méthode (échelle de 1 à 7)
Lissage	MMS	Non	Non	Non	1
	MMD	Oui (linéaire)	Non	Non	2
	LES	Non	Non	Oui	3
	LED	Oui (linéaire)	Non	Oui	4
	HW Non-Saisonnaire	Oui (linéaire)	Non	Oui	5
	HW Saisonnière	Oui (linéaire)	Oui	Oui	6
Contrôle	BJ	Oui (quelconque)	Oui	Oui	7

3.5. Conclusion :

La partie précédente a présenté un état de l'art assez riche des différentes techniques de prévisions, par rapport à notre contexte nous avons sélectionné les méthodes quantitatives auto-projectives recommandées dans les prévisions des ventes en management industriel. Enfin, et pour faciliter le choix de ces techniques dans la partie applicative, nous avons synthétisé ces différentes techniques dans un tableau comparatif montrant les conditions d'application de chaque méthode en terme de composantes principales de la série chronologique : tendance, saisonnalité et changement de structure.

4. Gestion de l'approvisionnement et des stocks :

Une entreprise doit posséder en temps voulu les matières et les produits nécessaires à son fonctionnement. Pour cela, il faut déterminer quelles quantités à commander et à quelles dates afin que le coût global soit le moins élevé possible. Ce problème est naturellement indissociable de la gestion des stocks.

4.1. Approvisionnement :

4.1.1. Définitions:

L'approvisionnement est le fait de chercher à acquérir, auprès de fournisseurs, des biens et services au bon moment et au meilleur coût en vue d'assurer la production et la livraison de ces produits ou services. Et ce dans le but de satisfaire la demande, générer plus de bénéfices et plus généralement d'assurer le bon fonctionnement de l'entreprise. Cette politique est conditionnée par un certain nombre de données ou de choix qui représente pour le gestionnaire des contraintes à gérer :

- Que faut-il commander ? A qui faut-il commander ?
- Comment faut-il commander ?
- Comment stocker les biens commandés ?

4.1.2. Objectifs de l'approvisionnement :

La mission générale de la fonction « approvisionnement » est de mettre à la disposition des unités de production les biens en qualité et quantité suffisantes. Ceci est réalisé selon les objectifs suivants :

Objectif des coûts : Les services d'approvisionnement cherchent toujours à réduire les coûts d'achat (par le choix du fournisseur offrant des prix plus avantageux) et à minimiser les coûts de gestion.

Objectif de fonctionnement : Les services d'approvisionnement doivent mettre à la disposition du service production des quantités de matières suffisantes pour son bon fonctionnement afin d'éviter tout arrêt ou ralentissement de la fabrication.

Objectif de qualité : La qualité est une condition importante pour la réussite d'un produit. Le choix du produit et de fournisseur de qualité assure une sécurité indispensable pour l'entreprise.

4.1.3. Méthodes de réapprovisionnement :

Définir une politique de réapprovisionnement consiste à :

- identifier les matières à réapprovisionner dans le stock,
- Etablir un calendrier de passation des commandes,
- Déterminer les quantités à commander.

Les deux éléments (dates et quantité) sont ceux sur lesquels repose le choix de la politique d'approvisionnement de l'entreprise, il existe quatre méthodes.

A. Méthode de réapprovisionnement périodique (date fixe et quantité fixe) :

Aussi connue sous le nom de « méthode calendaire », elle s'utilise le plus dans le cadre d'un contrat de livraison annuelle conclu auparavant avec un fournisseur. Des quantités presque équivalentes de matières sont livrées à des dates fixes. Cette politique est mieux adaptée pour des produits dont la consommation est constante et régulière, dans cette méthode le gestionnaire établit un calendrier pour déterminer les commandes pour chaque catégorie d'article, car il se voit dans l'impossibilité de calculer la quantité économique à défaut de connaître le niveau du stock moyen.

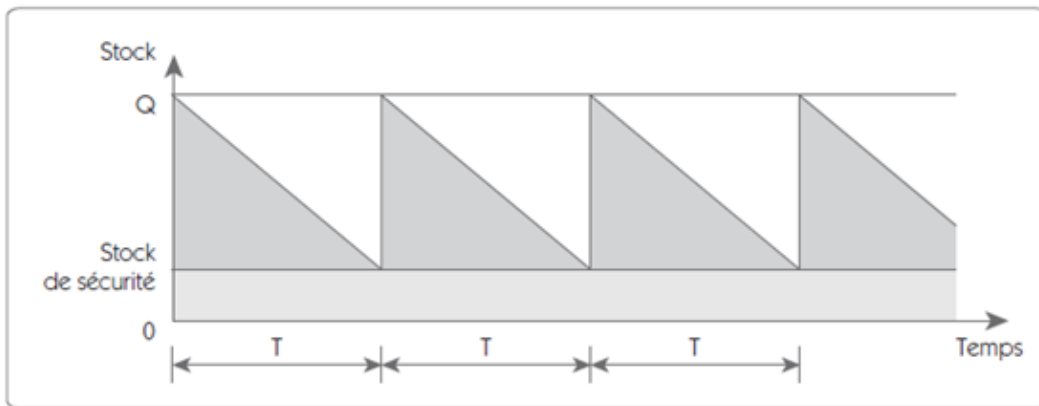


Figure 21 : Méthode de réapprovisionnement à dates fixes et quantités fixes.

Tableau 7 : les avantages et les inconvénients de la méthode 1.

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - simplification de la gestion des stocks. - gains d'échelle négociable vue la quantité souvent élevée de la commande. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de cumul de stock et de sur-stockage si la quantité de réapprovisionnement est mal calculée ou si la consommation n'est pas régulière.

B. Méthode de reemplètement Périodique (date fixe et quantité variable) :

Connue aussi sous le nom : « méthode de reemplètement », elle est adaptée pour les produits coûteux, périssables ou encombrants et dont la consommation est régulière. Pour chaque produit concerné, un niveau de stock maximum est défini. A Période fixe, le Gestionnaire calcule son stock restant et émet une commande en quantité permettant de le ramener au niveau de stock maximum fixé.

Chapitre 2 : Etat de l'art

Selon cette méthode, on définit pour chaque produit un niveau de stock optimum (dit niveau de reapprovisionnement).

Pour calculer le niveau de reapprovisionnement (Q_m), il faut tenir compte de la consommation moyenne par unité de temps (C), du délai de réalisation ou de réapprovisionnement de l'article (D), de la période de passation des commandes ou de lancement (d), et d'un stock de sécurité dimensionné pour éviter des ruptures dues à la variabilité de la consommation réelle (SS), d'où la quantité de reapprovisionnement est donnée par :

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

Le stock de sécurité = (vente maximum x le délai maximum) – (la vente moyenne x le délai moyen).

La formule de la quantité à commander à chaque période est donnée par :

$$Q_i = Q_m - \text{stock de l'article au moment de passation de la commande.}$$

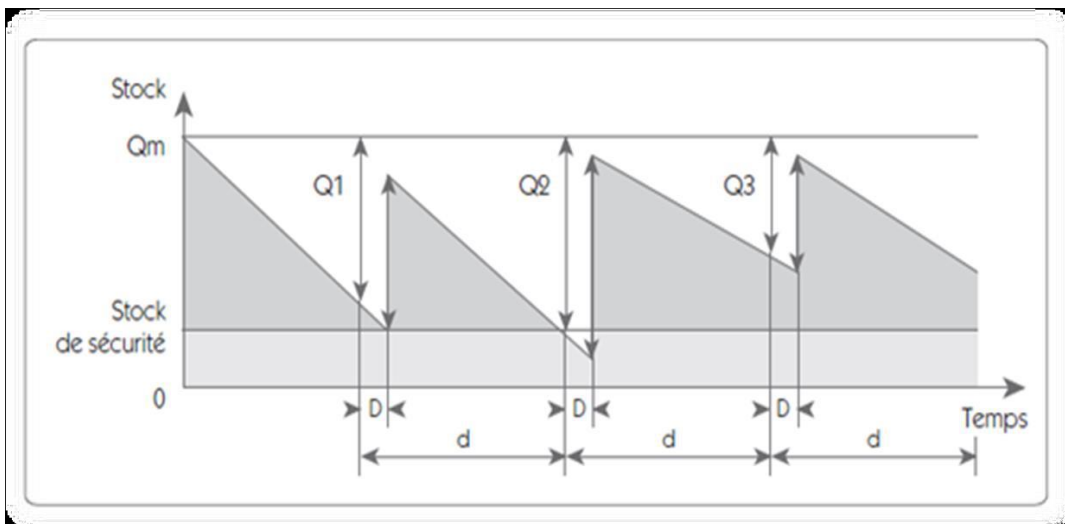


Figure 22 : Méthode de reapprovisionnement périodique date fixe et quantité variable.

Tableau 8 : les avantages et les inconvénients de la méthode 2.

Les avantages	Les inconvénients
-Simplification de la gestion et maîtrise des immobilisations financières. -Elle permet l'établissement d'un planning de réapprovisionnement. -Elle permet le regroupement de commande (date de commande fixe pour tous les articles).	-Si la consommation pour une raison quelconque devient irrégulière, il y a risque de cumul de stock (immobilisation financière à éviter) ou de rupture de stock. -Immobilisation plus importante des stocks qui engendre le gel des capitaux.

C. Méthode de réapprovisionnement : point de commande (date variable et quantité fixe) :

Connue aussi sous le nom : « méthode du point de commande », elle consiste à définir un niveau de stock minimum pour chaque article concerné, qui permet de déclencher la commande en quantité fixe (lot économique), ainsi que de couvrir les besoins durant le délai de livraison (de la date de lancement de la commande à la date de sa réception). Cette technique est essentiellement adaptée pour les articles très coûteux et dont les consommations sont peu régulières ; cette méthode consiste aussi à commander une quantité fixe à chaque fois que le stock descend à un niveau dit point de commande. Le stock que l'on prend en considération est le stock disponible.

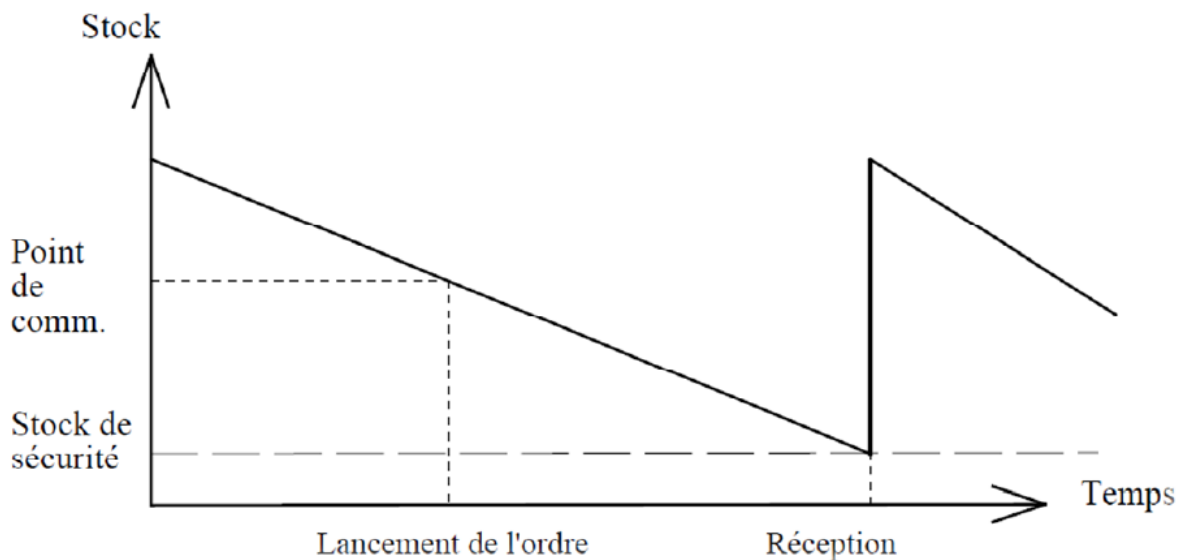


Figure 23 : Méthode de réapprovisionnement à point de commande.

- Détermination du point de commande :

La formule du point de commande (PC) est donnée par :

$$PC = C \times D + SS$$

Avec : C : la consommation moyenne par unité de temps,

D : délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article,

SS : le stock de sécurité,

Les quantités à commander (Q_i) peuvent être calculées par la formule de la quantité économique (formule de Wilson), néanmoins un problème peut se poser dans le cas où la quantité économique (quantité commandée) ne permet pas au stock de passer au-dessus du point de commande, donc on est face à une rupture de stock, la solution c'est de raisonner sur « un stock fictif » pour lequel une nouvelle commande doit être passée lorsque ce stock atteint le point de commande.

- Détermination de la quantité économique :

La quantité économique est la quantité lancée ou commandée, qui minimise la somme des coûts des stocks. En générale dans le but de simplicité mathématique et de robustesse, Wilson a établi une formule pour estimer la quantité économique basée sur les hypothèses suivantes :

- La demande annuelle est connue et certaine ;
- La consommation est régulière (linéaire) ;
- Le délai d'approvisionnement est nul ;
- Le coût des articles est constant ;
- Les quantités commandées sont constantes et livrées en un lot unique ;
- La pénurie, les ruptures de stock, sont exclues.

De ce fait, le calcul de la quantité économique ne prend en compte que les coûts de possession et de passation de commande. La quantité économique résulte d'un compromis simple. En effet,

- Les coûts de possession augmentent avec la valeur et donc avec la quantité du stock ; il faudrait pour les réduire, multiplier les petites commandes.
- Les coûts de passation des commandes augmentent avec le nombre de commande, il faudrait pour les réduire, ne passer que de grosses commandes.

Pour déterminer la taille du lot optimale, on calcule le coût total par unité de temps $CVT(Q)$ appelé Coût Variable Total de gestion du stock. Ce coût est défini sur une période de temps homogène, l'année en générale.

Les paramètres de ce modèle de coût sont les suivants :

- Le coût de passation de la commande : il est égal au produit du coût de passation d'une commande, à savoir C_a , par le nombre de commandes passées par unité de temps. Pour satisfaire une demande pendant une unité de temps en réapprovisionnement par quantité Q , il faut passer D/Q commandes, avec D est la demande annuelle. Le coût de lancement de commande pendant cette unité de temps est donc :

$$CL = C_a \times \frac{D}{Q}$$

- Le coût de stockage: est égal au produit du coût de possession par la quantité moyenne en stock.

$$CS = C_p \times \frac{Q}{2}$$

On obtient alors l'expression suivante pour le coût total par unité de temps :

$$CVT(Q) = C_p \times \frac{Q}{2} + C_a \times \frac{D}{Q}$$

Q_e est la quantité économique qui conduit au coût variable total minimum. On trouve Q_e en dérivant par rapport à la variable Q .

$$(CVT)'(Q) = C_p \frac{1}{2} - C_a \frac{D}{Q^2}$$

A l'optimum, la dérivée est nulle, ce qui fournit la condition :

$$C_p \frac{1}{2} - C_a \frac{D}{Q^2} = 0$$

Et on déduit la quantité optimale :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2DC_a}{C_p}}$$

La représentation graphique des fonctions représentant les coûts (de stockage, d'approvisionnements et total) est présentée ci-dessous.

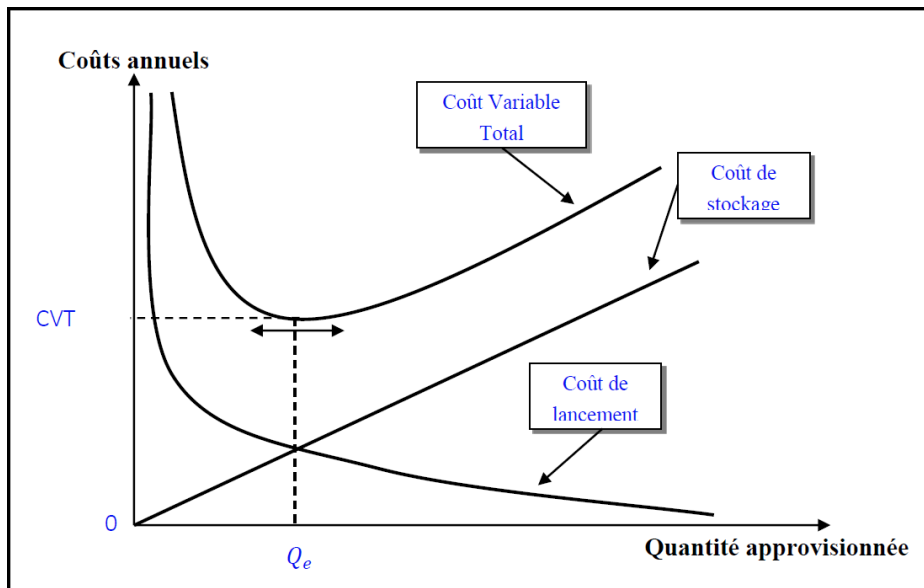


Figure 24: Courbe des coûts.

Tableau 9 : les avantages et les inconvénients de la méthode 3.

Les avantages	Les inconvénients
<p>-La commande par lot économique permet de faire une meilleure optimisation des approvisionnements. Des calculs bien faits évitent de lourdes immobilisations financières.</p> <p>-Suivi permanent qui permet de limiter le nombre de rupture.</p>	<p>-Implication de lourdes charges administratives par la surveillance permanente (inventaire permanent).</p> <p>-Si La consommation subit une croissance subite et irrégulière, il y a risque de rupture de stock. Cela impose quelque fois la mise en place d'un stock de sécurité. Ce qui finalement ne résout le problème d'immobilisation financière que dans une moindre mesure.</p> <p>-Le coût de gestion est élevé.</p>

D. Méthode de réapprovisionnement à date variable et quantité variable :

Cette méthode est adaptée pour le stock de projets, elle concerne aussi la gestion d'articles coûteux appartenant donc à la catégorie A (de la classification ABC). Les commandes se font exclusivement sur besoin. En d'autre terme, les quantités sont à chaque fois le résultat d'une estimation des besoins à court terme. Ces derniers peuvent aussi simplement correspondre à une étape dudit projet. Elle est peu utilisée à cause de la difficulté que rencontre l'entreprise, car elle est obligée de maîtriser deux paramètres à la fois (la quantité et la période), l'attention donc demandée par cette méthode ne la rend exploitable que pour un nombre très réduit d'articles : au plus une dizaine par gestionnaire.

Tableau 10 : les avantages et les inconvénients de la méthode 4.

Les avantages	Les inconvénients
<p>-Elle permet éventuellement de profiter des tarifs très intéressants (soldes par exemple).</p> <p>-Limitation des immobilisations financières inutiles à une date donnée.</p>	<p>-Elle peut favoriser la spéculation.</p> <p>-Il est préférable de ne l'utiliser qu'un nombre réduit d'articles, sinon l'entreprise risque de se fragiliser.</p> <p>-Très sensible aux aléas de l'environnement. Un incident mineur peut finalement avoir des conséquences majeures sur l'ensemble du projet.</p>

4.2 Gestion des stocks :

4.2.1. Définition de stock :

Un stock est une quantité de biens ou d'articles mis en réserve pour une utilisation future. Le stock est utilisé soit pour faciliter ou pour assurer la continuité de la production, soit pour satisfaire une demande intérieure formulée par l'un des services de l'entreprise (dans ce cas, on parle de stocks de matières premières, de fournitures ou de produits intermédiaires), ou alors pour assurer une demande extérieure provenant des clients (stocks de produits finis).

Que ce soit pour les matières premières, les pièces de rechange, des équipements de production ou pour les produits finis, la gestion des stocks ne prend un sens qu'à partir du moment où l'on connaît les objectifs à atteindre. Or, ces objectifs sont définis par les activités de planification de la production (politique de l'entreprise). Les quantités de matières premières, pièces et composants d'assemblage sont déterminées à partir des besoins de la production (besoins des services).

4.2.2. Classification des stocks :

Pour mieux cerner le module gestion des stocks, il faut tout d'abord savoir la classification des stocks, Les stocks sont classés selon différents critères ; On distingue :

A. Classification selon leur utilisation : Le stock d'exploitation, Le stock de fonctionnement.

B. Classification selon la fréquence des mouvements : Stock catalogué comme « Faste Moving », « Slow Moving », « Stock Dormants»....

C. Classification selon les niveaux des stocks : Le stock maximum, Le stock minimum, Le stock d'alerte, Le stock de sécurité ou stock de protection, Le stock moyen.

D. Classification selon leur origine : Stocks achetés, Stocks produits.

E. Classification selon la méthode ABC : Le principe de cette méthode est donc de consacrer une grande attention aux unités les plus importantes sans négliger les moins importantes, ça permet par la suite de définir quelle méthode d'approvisionnement l'entreprise doit adapter.

- **Groupe A :** 10% du nombre total des articles représentent 60% de la consommation totale en valeur ou de la valeur totale en stock.
- **Groupe B :** 25% du nombre total des articles représentent 30% de la consommation totale en valeur.
- **Groupe C :** 65% du nombre total des articles représentent 10% de la consommation totale en valeur.

▪ **Indice de GINI :**

La valeur de l'indice Gini permet de déterminer rapidement la nature de la loi de répartition des éléments étudiés par une analyse de Pareto. En effet si les événements sont équi-répartis, la fonction de répartition est linéaire.

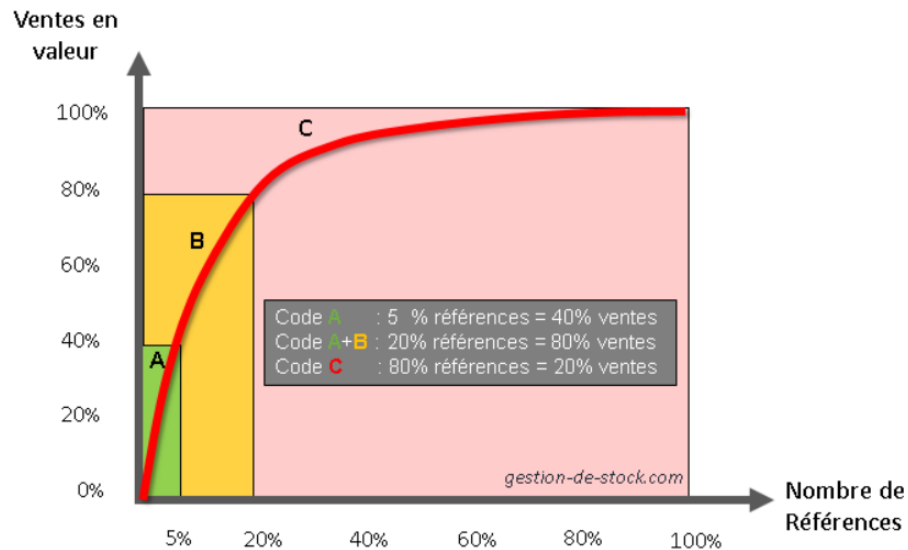


Figure 25 : Indice de Gini.

L'indice de Gini γ s'obtient à l'aide du calcul de l'aire S de la surface entre la courbe et la droite (OB) et l'aire A du rectangle ABCO par la relation.

$$\gamma = 2 * S / A$$

La valeur de l'indice de Gini est utile pour quantifier l'homogénéité d'une population d'événements. Si la population est répartie de façon uniforme, l'aire S devient nulle et l'indice de Gini s'annule également, signifiant ainsi l'égalité parfaite entre les causes ou autres. Au contraire si la population est concentrée à gauche du diagramme, l'aire S se rapproche de la moitié de l'aire du rectangle ABCO produisant un indice de Gini dont la valeur est proche de 1, signifiant une inégalité entre les différents phénomènes observés. Les classes ABC peuvent être définies en se basant sur l'indice de Gini. La formule utilisée pour le calculer est:

$$\gamma = \frac{(\text{somme des valeurs du critère cumulées en \% x \% d'une seule référence}) - 5000}{5000}$$

Tableau 11: les classes en fonction du coefficient de GINI.

Indice de Gini = γ	Classe A	Classe B	Classe C
$0,9 < \gamma < 1$	10%	10%	80%
$0,85 < \gamma < 0,9$	10%	20%	70%
$0,75 < \gamma < 0,85$	20%	20%	60%
$0,65 < \gamma < 0,75$	20%	30%	50%
$\Gamma < 0,65$	toutes les familles ont la même importance		

5. Performance et Tableaux de bord :

Dans cette partie nous nous intéressons à la notion de performance et ce qui pivote autour puis nous définissons des concepts relatifs aux tableaux de bord.

5.1. La performance:

La notion de performance peut prendre différentes définitions, dans le milieu industriel, le terme performance, peut être défini comme un résultat chiffré qui exprime le degré d'accomplissement des objectifs poursuivis.

Selon Notat (2007), la performance est définie comme « un constat officiel enregistrant un résultat accompli à un instant T, toujours en référence à un contexte, à un objectif et un résultat attendu, et ce quel que soit le domaine ». Une définition plus récente décrit cette notion comme « le processus de quantifier l'efficacité et l'efficacité d'une action ». (Liebetruth, 2017)

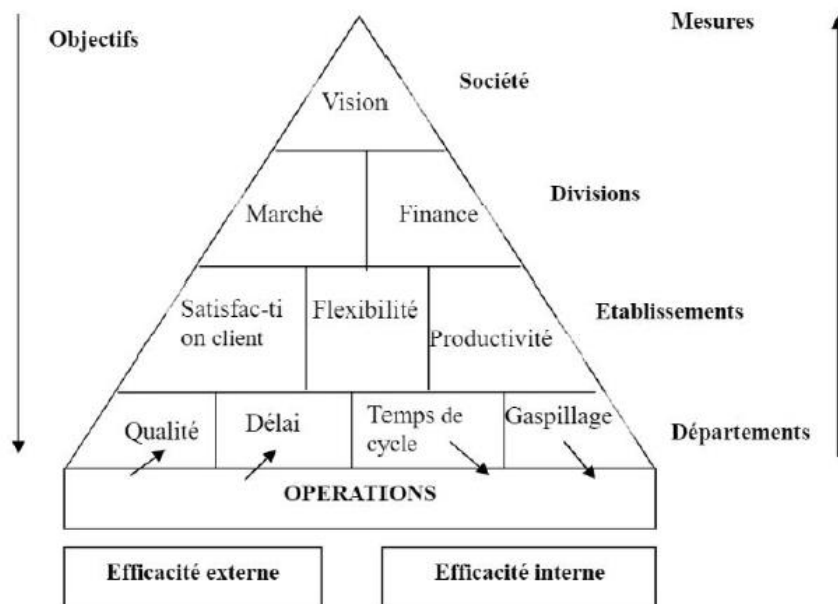


Figure 26 : La pyramide des performances (Cross et Lynch, 1989).

5.1.1. Le management de la performance :

Le management de la performance, ou la gestion de la performance peuvent être vus de différentes façons. Quoiqu'il en soit, son objectif premier reste le même : remettre la performance au cœur du travail.

D'une manière générale il s'agit d'une démarche globale mise en place au sein de l'entreprise, et les managers sont engagés collectivement pour être les moteurs de la démarche, de la même façon ceci a été défini comme un « processus continu d'identification, de mesure et de développement de la performance des individus et des équipes ainsi que d'alignement de la performance sur les objectifs stratégiques de l'organisation » (Agui, 2008).

Il s'agit d'un processus visant à établir une compréhension commune de ce qui doit être réalisé et une approche de la gestion et du perfectionnement des compétences des personnes de manière de la même façon ceci a été défini par Michael ARMSTRONG « L'objectif fondamental du management de la performance est d'établir une culture dans laquelle les individus et les groupes assument la responsabilité de l'amélioration continue des processus opérationnels et de leurs propres compétences et contributions » (Arms, 2000).

5.1.2. Les indicateurs de performance:

L'indicateur de performance est défini comme : « une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité et/ou l'efficacité de tout ou une partie d'un processus ou d'un système (réel ou simulé), par rapport à une norme, un plan ou un objectif, déterminé, accepté dans le cadre d'une stratégie d'entreprise » (Berr, 2002).

D'une manière générale les indicateurs sont classés selon 3 catégories :

Équilibrage : Ce type d'indicateur de performance étroitement lié aux objectifs est un peu la boussole du décideur. Il informe sur l'état du système sous contrôle en relation avec les objectifs suivis.

Anticipation : Un bon tableau de bord est aussi un instrument de prospective. Avec quelques indicateurs "d'anticipation", un bon tableau de bord permet de voir un peu plus loin que le bout de son écran et d'envisager avec une meilleure assise la situation actuelle.

Alerte : Ce type d'indicateur de type tout ou rien, signale un état anormal du système sous contrôle nécessitant une action, immédiate ou non. Un franchissement de seuil critique par exemple entre dans cette catégorie d'indicateur.

5.1.3. La performance logistique:

La logistique représente une partie importante du coût lié à la fabrication ou à la commercialisation de chaque article. C'est la raison pour laquelle les entreprises favorisent l'analyse des processus liés à l'approvisionnement, au stockage et au transport ou à la distribution de marchandises. Ci-après, nous passons en revue les principaux types d'indicateurs logistiques et quelques exemples de KPIs utilisés pour évaluer la gestion de la Supply Chain.

La performance logistique peut être vue comme un sous-élément de la notion élargie de performance de la firme ou de l'organisation. Elle peut être définie comme l'extension de chaque objectif achevé, comme ceux suggérés dans la figure suivante.

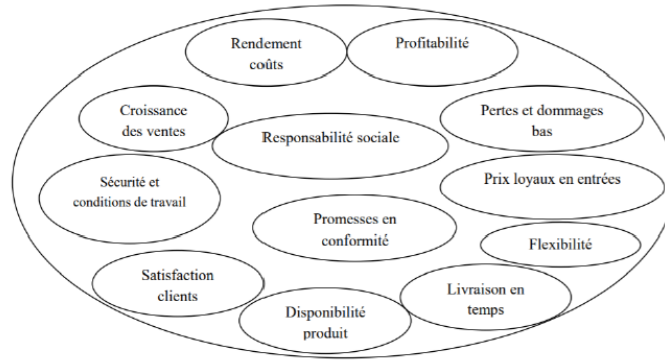


Figure 27 : Les différentes façons d'envisager la performance logistique (Chowet al., 1994).

5.1.4. Types d'indicateurs KPIs en fonction de la phase logistique :

Les indicateurs clés les plus courants en logistique sont ceux qui sont définis en fonction des différents domaines de travail qui composent la chaîne logistique. Voici quelques exemples de KPIs logistiques.

Tableau 12 : Les indicateurs phares de la logistique (Gunasekaran et Kobu, 2007 et Griffis et al., 2007).

INDICATEURS ECONOMIQUES (coût / qualité / délai) (nombre = 33)	
Précision de l'ordonnancement ; Temps moyen de remplissage des commandes en souffrance ; Taux moyen de remplissage par ligne de commande ; Temps moyen de cycle de commande ; Temps de cycle de gestion de l'offre ; Utilisation des capacités ; Taux de remplissage de la commande complète ; Jours de retard sur la commande ; Fiabilité de la livraison ; Précision des prévisions ; Coût des inventaires ; Taux de rotation des inventaires ; Délai d'approvisionnement ; Délai de production ; Ratio coûts logistiques sur ventes ; Coûts logistiques par unité ;	Coûts d'obsolescence ; Pourcentage de livraison dans les délais ; Variabilité du temps de cycle de la commande ; Temps de cycle du process ; Temps de développement du produit ; Variété des produits/services ; Flexibilité de la production ; Retour sur investissement ; Pertes de ventes dues aux ruptures de stock ; Prix de vente ; Coût de rupture ; Temps de réponse de la chaîne logistique ; Coût du transport ; Valeur ajoutée ; Semaines d'approvisionnement ; Coût de garantie ; Frais généraux.
INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX	
Non énumérés	
INDICATEURS SOCIAUX / SOCIETAUX (nombre = 7)	
Conformité aux spécifications ; Conformité aux réglementations ; Articles prélevés par personne et par heure ; Efficacité du travail.	Qualité perçue ; Valeur perçue du produit ; Pourcentage d'erreur de prélèvement.

Légende : en foncé, les indicateurs économiques de nature quantitative, issus des documents comptables.

5.2. Tableaux de bord :

Le pilotage d'entreprise consiste à déterminer et déployer les objectifs en suivant une stratégie d'amélioration continue définie au préalable d'une part, et mettre en œuvre les actions nécessaires pour atteindre ces objectifs d'autre part. Ces actions sont assurés par le biais d'un système de mesure de la performance qui lui-même est contextualisé par un ensemble d'instruments, parmi ces instruments on y trouve les tableaux de bords.



Figure 28 : Exemple d'un TDB (<https://www.bme.be/>).

5.2.1. Définition du Tableau de Bord :

Fernandez (2007), dans son ouvrage intitulé, Tableaux de bord, introduit sa définition du tableau de bord par cette phrase qui résume bien la problématique des tableaux de bord : « La prise de température n'a jamais guéri qui que ce soit. Elle reste cependant indispensable pour établir un diagnostic et conduire à la guérison » avant d'en donner une définition :

« Un tableau de bord est un instrument de mesure de la performance facilitant le pilotage "proactif" d'une ou plusieurs activités dans le cadre d'une démarche de progrès. Le tableau de bord contribue à réduire l'incertitude et facilite la prise de risque inhérente à toutes décisions. Le tableau de bord est un instrument d'aide à la décision ».

Ses caractéristiques principales sont les suivantes, il s'agit d'un outil :

- Destiné à chaque responsable opérationnel.
- Réactif et adaptable.
- Focalisé sur l'essentiel et devant traduire la stratégie choisie.
- Exprimé dans un langage opérationnel.
- Permettant d'identifier les actions correctives nécessaires.

Il ressort de cette définition que les informations données par le tableau de bord sont d'abord :

- Peu nombreuses (jusqu'à 25 indicateurs maximums).
- Importantes pour les responsables concernés.
- Pas uniquement financières.
- Rapidement obtenus (avec identification de l'origine de l'information).
- Compréhensibles et simples à interpréter.
- Présentées de manière efficace (graphiques) selon un rythme à déterminer

5.2.2. Typologie des Tableaux de Bord :

Les tableaux de bord peuvent être utilisés à différents niveaux de décisions de l'organisme considéré. En effet, ils se déclinent suivant les trois niveaux de décision communément adoptés, le niveau stratégique concernant les décisions prises sur le long terme, le niveau tactique concernant les décisions prises à moyen terme et enfin le niveau opérationnel concernant les décisions prises à court terme. Ainsi, trois types de tableaux de bord subsistent (Berrah, 1997) :

- **Tableaux de bord stratégiques :**

Aussi appelés tableaux de bord prospectifs « balanced scorecards ». Ils donnent une vision globale de la situation de l'organisme sur une période assez longue aux dirigeants leur permettant ainsi de la piloter. Sa fréquence de réalisation est généralement annuelle, semestrielle, trimestrielle ou mensuelle, il s'agit d'un outil de pilotage à long terme.

- **Tableaux de bord tactiques :**

Aussi appelés tableaux de bord de contrôle ou de gestion. Ils donnent les performances des processus pilotés. Pour des raisons de réactivité, ce type de tableau de bord est établi de manière assez régulière, c'est-à-dire de manière hebdomadaire ou mensuelle. C'est un outil de pilotage à moyen terme.

- **Tableaux de bord opérationnels :**

Aussi appelés tableaux de bord de performance. Ils donnent la possibilité d'un pilotage à court terme réactif en fonction des aléas rencontrés quotidiennement par le système. Ce type de tableau de bord est réalisé de manière journalière, hebdomadaire ou mensuelle. Il représente un outil de pilotage à court terme.

5.2.3. Fonctionnalité des TDB :

Le tableau de bord permet, de façon régulière et même constante, de mesurer, de cerner, de suivre le déroulement des activités et le fonctionnement de l'organisation, les résultats obtenus et leur progression de même que les paramètres pertinents de l'environnement. De plus, l'accumulation d'indicateurs crée une mémoire organisationnelle de référence plus systématique et plus objective sur la performance.

A. Fonction de monitoring constant, de constat d'écart et d'alerte :

Le tableau de bord permet de plus, de faire ressortir les tendances et les écarts significatifs ou exceptionnels, et d'avertir le gestionnaire de tout résultat ou écart indésirable, à la manière d'un système d'alarme. Ainsi, l'utilisation d'un bon système de tableaux de bord va au moins permettre de recevoir le message plus rapidement et de localiser la zone problème apparaissant de façon aléatoire, ou encore d'éliminer les zones où le problème ne se situe pas. Le gestionnaire peut donc se concentrer sur l'exception. En fait, le tableau de bord constitue avant tout, par son approche éclair, un avertisseur, un détecteur rapide de problèmes, d'écarts, de variations ou de tendances entre le prévu, le voulu, le réalisé et le vécu. Ainsi libéré de l'analyse de ce qui est normal pour se concentrer sur l'anormal, le gestionnaire a de meilleures chances de pouvoir cibler et de réagir plus vite et au bon endroit.

B. Fonction de déclencheur d'enquête et de guide d'analyse :

Le tableau de Bord peut indiquer au gestionnaire la nécessité d'entreprendre une analyse plus approfondie dans le système d'information de gestion. Le tableau de bord, par sa capacité de ventilation, peut guider l'utilisateur jusqu'au secteur problématique en facilitant la localisation des informations pertinentes par une navigation plus cohérente parmi celles-ci, ou lui permettre de préciser les pistes à explorer ou les rapports supplémentaires à demander selon la situation. De plus, la capacité du tableau de bord de mémoriser et de comparer les résultats à des balises permet de les comparer dans le temps, à des objectifs et à des normes, facilitant d'autant le constat et le calcul des écarts, des tendances et des exceptions. Le tableau de bord, en plus d'attirer l'attention sur les écarts significatifs, les présente visuellement de façon à faciliter la reconnaissance et l'interprétation.

C. Fonction de communication et de gestion :

La capacité du tableau de bord d'attirer l'attention sur certains indicateurs facilite d'abord l'attente sur un nombre restreint mais suffisant d'indicateurs. En facilitant à la fois la mesure de ses propres résultats et la consolidation des résultats pour l'ensemble de l'organisation, de même que leur comparaison pour un nombre significatif d'unités ou d'organismes comparables, le tableau de bord favorise la communication, l'échange d'information entre les gestionnaires, stimule la discussion en permettant de centrer le dialogue sur la performance.

D. Fonction de contribution à la formulation des objectifs et des attentes :

Non seulement la façon de mesurer les résultats influe sur notre gestion, mais elle conditionne aussi le fonctionnement même et la formulation des objectifs de notre organisation. La mesure sous forme d'indicateurs clés de performance fait ressortir ce sur quoi le système organisationnel s'est entendu en termes d'imputabilité dans son comportement. L'identification d'indicateurs de mesure doit donc faire partie intégrante de la planification de l'organisation en complétant l'établissement des objectifs et l'organisation des activités par un cadre de référence pour en mesurer l'atteinte et pour en suivre le déroulement.

6. Conclusion

Le but de ce chapitre était de définir le cadre général de notre étude, et de cerner l'ensemble des outils et méthodes qui nous seront utiles à la résolution de la problématique formalisée dans le chapitre précédent. Pour cela, nous avons commencé par définir la supply chain d'une entreprise, sa structure et ses flux. Ensuite nous avons présenté une revue de la littérature sur les différents modèles de prévisions et sur la manière de procéder au choix du modèle le plus adéquat. Suivi par les politiques d'approvisionnement et la gestion des stocks et ses classifications. Enfin nous avons conclu par l'outil important que représente le tableau de bord dans le suivi de la performance des processus.

CHAPITRE 3 : Apports et solutions proposées

« Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir, mais de le rendre possible. »

Antoine de Saint-Exupéry

1. Introduction:

Ce chapitre est consacré à la résolution de la problématique énoncée dans le chapitre 1. La première partie traite ainsi le développement d'un outil de prévision dans le but de prévoir la consommation. Puis, dans la deuxième partie, nous proposons les politiques d'approvisionnement adéquates à chaque produit fini en utilisant les résultats des prévisions. Dans la troisième partie, nous présentons dans la dernière partie un outil de gestion développé sur Excel, qui facilite la gestion de stock sous forme d'un tableau de bord, que nous avons conçu pour améliorer la gestion des approvisionnements et le suivi des performances de ce processus. Pour finir, nous suggérons pour réajuster notre contribution à la solution de la problématique deux pistes d'améliorations innovantes : organisationnelle et de procédé.

La démarche adoptée pour notre travail est illustrée dans le schéma ci-dessous :

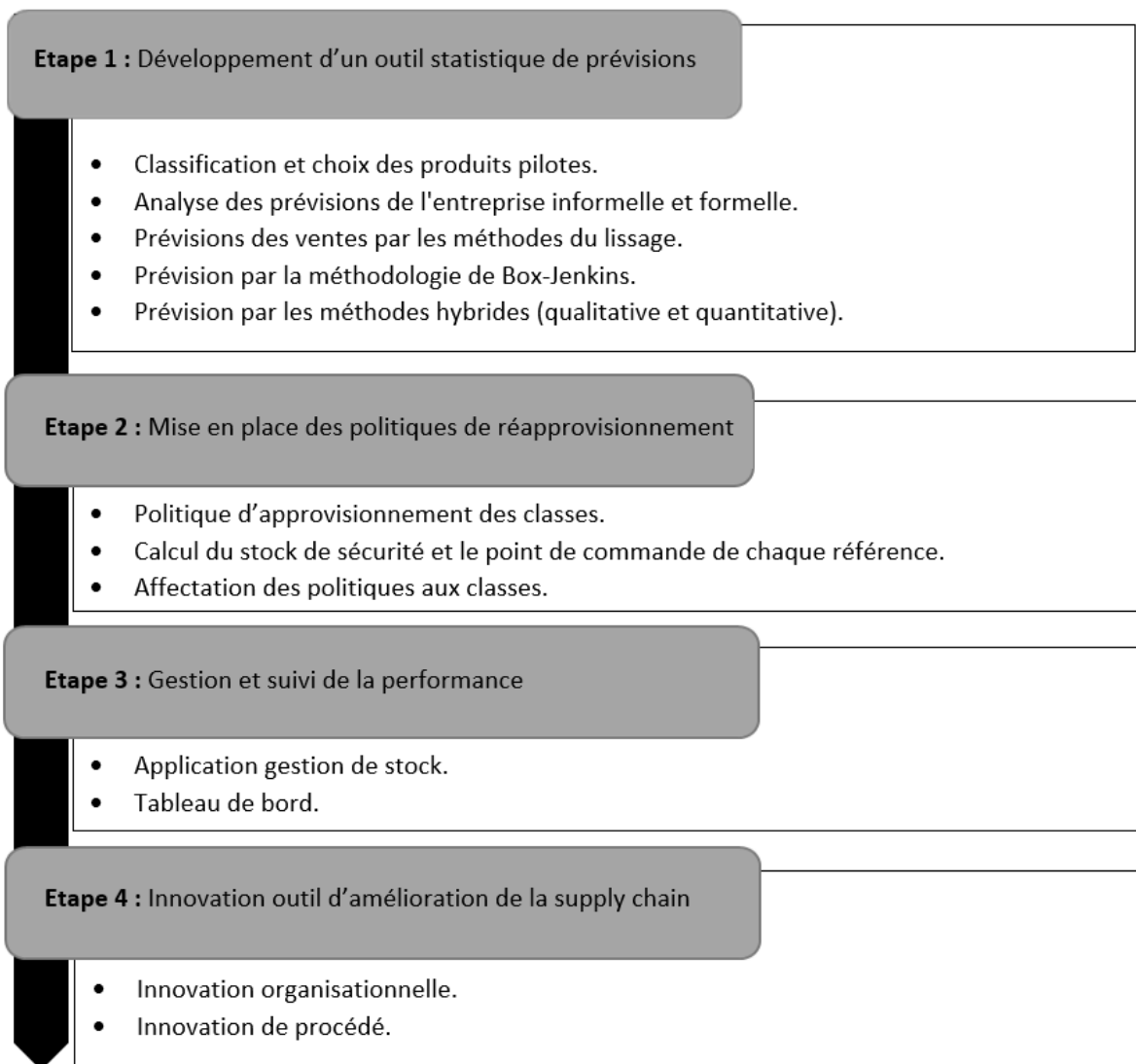


Figure 29 : Schéma récapitulatif de la démarche et structure du chapitre 3.

2. Prévision de la demande des produits stratégiques d’AIRP :

2.1. Introduction :

Dans cette partie, Il est question de développer un modèle de prévision fiable de la demande des produits d’AIRP. L’entreprise compte une quarantaine de produits. Pour avoir une étude complète, cette dernière se portera sur les différentes catégories de produits, pour cela on a opté pour une classification ABC en terme de ventes pour enfin choisir les produits pilotes pour les modèles prévisionnels.

2.2. Classification et choix des produits pilotes :

Comme mentionné dans l’état de l’art, la classification commence par le calcul de l’indice de GINI pour vérifier la pertinence du critère choisi et déterminer la distribution de chaque classe.

La formule utilisée pour calculer l’indice de Gini :

$$G = \frac{(\text{somme des valeurs du critère cumulées en } \% \times \% \text{ d'une seule référence}) - 5000}{5000}$$

Le résultat obtenu :

$$G = 0,65166667$$

La valeur de G est comprise entre 0.65 et 0.75 donc le critère choisit est pertinent.

Les classes ABC :

Après le calcul de l’indice de GINI, les classes de répartition des produits correspondantes sont (A-20%, B-30%, C-50%). Le tableau suivant montre la répartition de chaque classe.

Tableau 13: Répartition des classes A, B et C.

Classe	% Cumulé du nombre d’articles	Nombre de produits	% Cumulé de la valeur des ventes moyennes
A	20 %	8	65,07 %
B	30 %	10	29,51%
C	50%	18	5,42 %

Tableau 14: Classification ABC des produits en termes des ventes.

REF	TOT CUM %	CLASSE
A 01	15%	A
A 02	26%	A
A 03	36%	A
A 04	43%	A
A 05	49%	A
A 06	55%	A
A 07	60%	A
A 08	65%	A
A 09	70%	B
A 10	74%	B
A 11	78%	B
A 12	81%	B
A 13	84%	B
A 14	87%	B
A 15	90%	B
A 16	92%	B
A 17	94%	B
A 18	95%	B
A 19	95%	C
A 20	96%	C
A 21	97%	C

Cette classification et après discussion avec les responsables de la supply chain, notre choix a porté sur 6 produits pilotes : 4 produits de la classe A, qui sont considérés les plus stratégiques, 1 produit de la classe B et 1 produit de la classe C. Pour des raisons de confidentialité, nous les noterons A, B, C, D, E et F par la suite.

Notre base de données, comporte donc six séries chronologiques mensuelles des produits cités, chaque chronique est de taille $T=38$ (de janvier 2018 à mars 2021), et comme $T>30$ cette dernière est suffisante pour développer des modèles de prévisions basés sur des outils scientifiques fiables car la taille est en convergence avec le théorème central limite (théorème de normalité).

Dans une première étape, notre contribution commence par une analyse informelle et formelle des prévisions établies par les responsables d' AIRP, ensuite montrer la nécessité de développement d'un outil scientifique pour corriger et améliorer ces prévisions. Enfin pour chaque produit un traitement et des prévisions seront établies par plusieurs méthodes dans le but de choisir la meilleure technique par rapport aux indicateurs de performance. La partie prévisionnelle se termine par une proposition d'une stratégie complète prévisionnelle qui permet de fiabiliser ce processus.

2.3. Analyse des prévisions de l'entreprise informelle et formelle :

1^{er} niveau d'analyse : Comme notre base de données des six produits comporte les réalisations de la demande et les prévisions établies par l'entreprise, l'analyse informelle consiste à superposer sur un même graphe les deux variabilités pour les six produits.

2^{ème} niveau d'analyse : Cette analyse consiste à visualiser par un deuxième graphe les écarts entre les réalisations et les prévisions.

Les résultats de ces deux niveaux d'analyse sont présentés dans les schémas suivants.

Produit A :

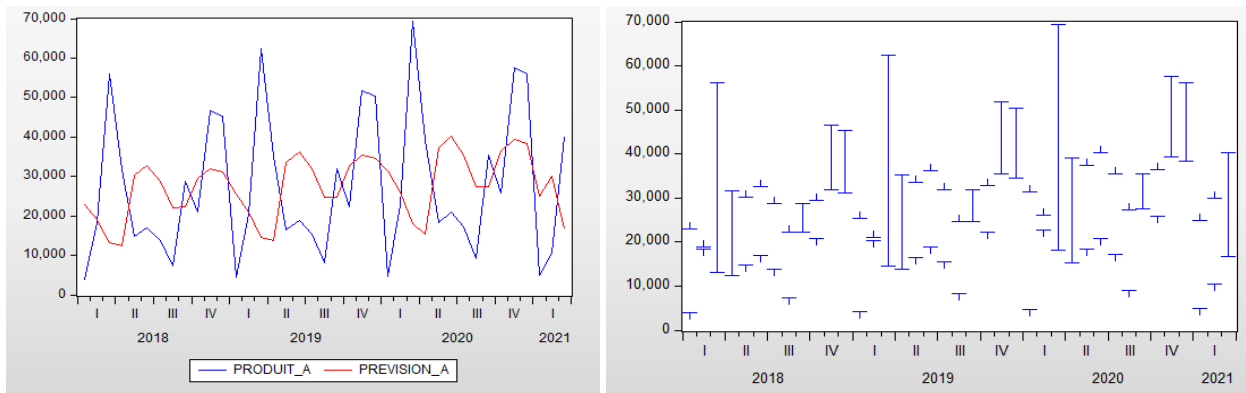


Figure 30: Schéma de l'analyse informelle du produit A.

Produit B :

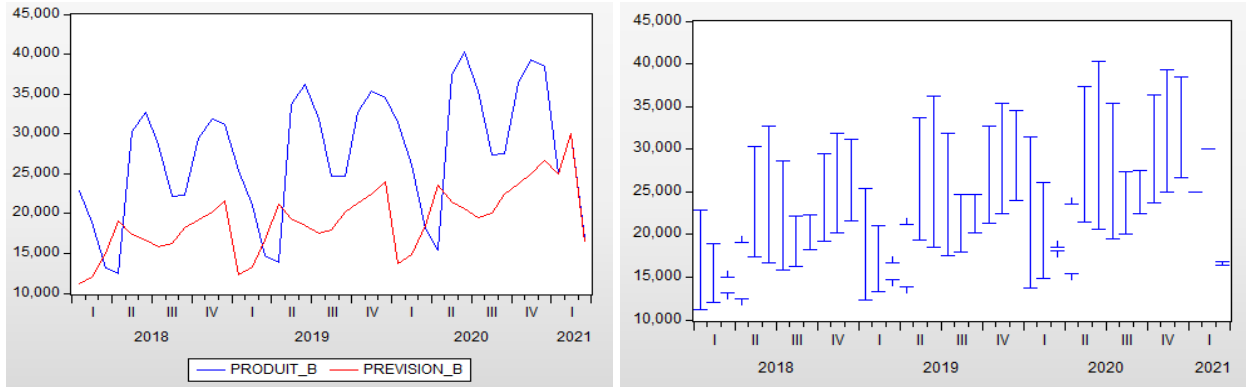


Figure 31: Schéma de l'analyse informelle du produit B.

Produit C :

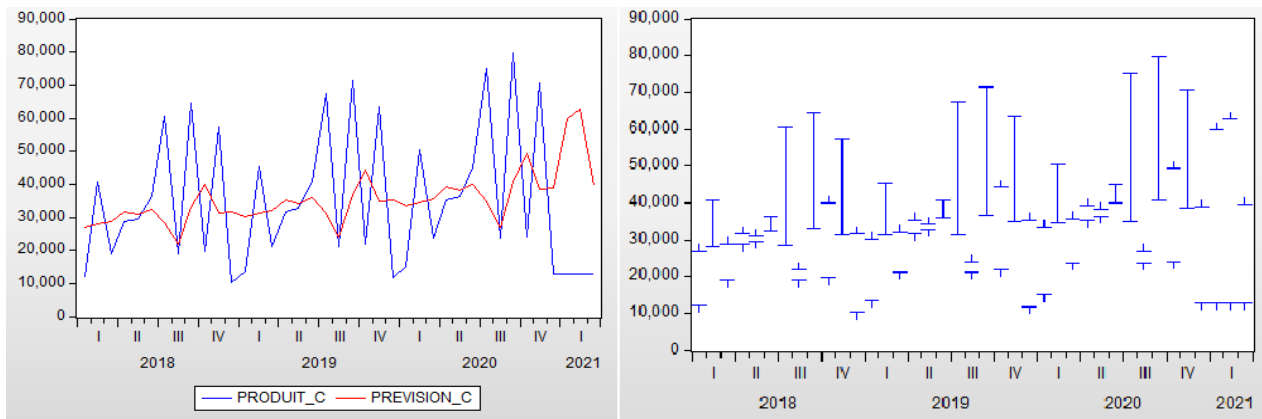


Figure 32: Schéma de l'analyse informelle du produit C.

Produit D :

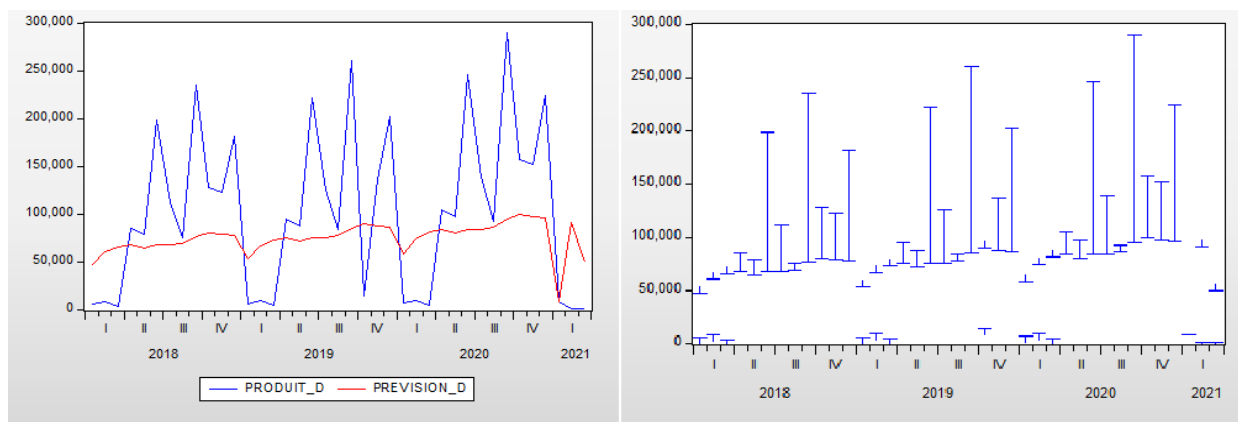


Figure 33: Schéma de l'analyse informelle du produit D.

Produit E :

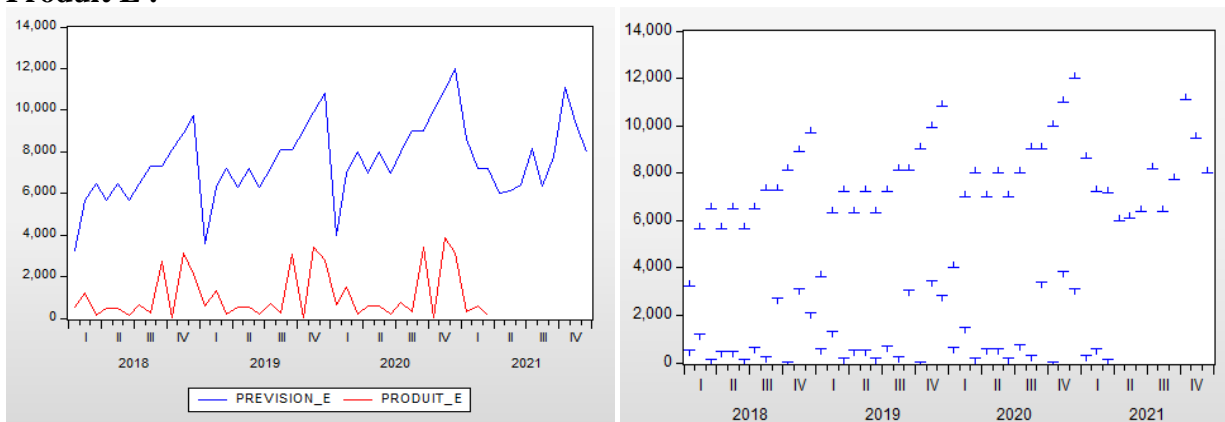


Figure 34: Schéma de l'analyse informelle du produit E.

Produit F :

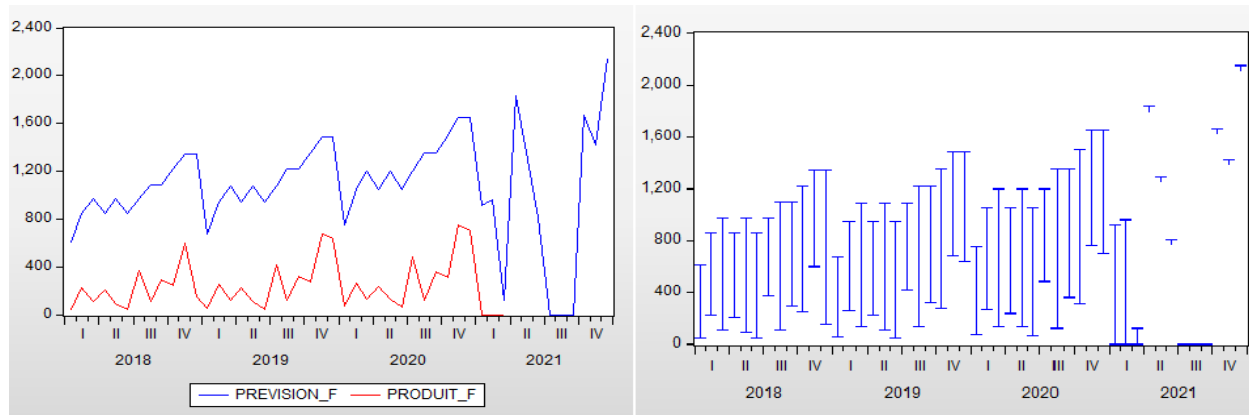


Figure 35: Schéma de l'analyse informelle du produit F.

Le graphe des écarts et l'évaluation des deux indicateurs de performance d'analyse d'écart utilisés dans l'approche prévisionnelle à savoir l'ERMA et le TR montre clairement la non fiabilité des prévisions établies par AIRP. Les résultats de ces deux indicateurs de performance sont donnés dans le tableau de synthèse suivant :

$$ERMA = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100$$

$$TR = 100\% - ERMA$$

Tableau 15: Les résultats de ERMA et TR des six produits.

Produits	ERMA	TR
A	115.76%	-15,76%
B	33.72%	66,28%
C	78.20%	21,8%
D	2394.45%	-2294,45%
E	4374.62%	-4274,62%
F	6412%	-6312%

On peut conclure que la méthode de calcul des prévisions de ventes utilisée par AIRP n'est pas basée sur une approche scientifique, cette méthode ne tient compte que des taux de variation mensuels pour prévoir la vente des mois futurs. Cette simple extrapolation n'exploite pas les informations caractérisant l'historique des données à savoir son évolution et ces différentes composantes (tendance, saisonnalité et terme aléatoire). Les écarts entre les prévisions mensuelles et leurs réalisations générées par cette méthode simple causent des perturbations d'alimentation des autres processus qui utilisent les résultats non fiables des prévisions.

D'où la nécessité de développement d'une méthodologie prévisionnelle pour fiabiliser ce processus. Ce développement passe par trois niveaux :

1^{er} niveau d'analyse : prévision par les méthodes du lissage ;

2^{ème} niveau d'analyse : prévision par une méthodologie de contrôle : Box-Jenkins ;

3^{ème} niveau d'analyse : si les résultats des deux premiers niveaux d'analyse ne sont pas fiables, on recommande l'utilisation des méthodes hybrides : qualitative et quantitative (les cinq visions de futur).

Pour les deux premiers niveaux d'analyses, nous avons utilisé le logiciel professionnel Eviews recommandé pour la modélisation quantitative causale et auto-projective.

2.4. Prévisions des ventes par les méthodes du lissage :

Vu que les six séries chronologiques des produits présentent une tendance, une saisonnalité non confirmée et des changements de structures remarquables, nous avons éliminé les trois premières techniques MMS (Moyenne Mobile Simple), MMD (Moyenne Mobile Double) et LES (Lissage Exponentiel Simple), ces trois dernières méthodes restrictives, comme l'indique le tableau 6 de comparaison des différentes techniques mentionné dans la partie état de l'art, ne réagissent pas avec les caractéristiques précédentes; nous avons retenu les quatre méthodes adaptées aux tendances et aux changements de structure des séries chronologiques qui sont :

- Lissage exponentiel double.
- Holt Winters non saisonnière.
- Holt Winters saisonnière additive
- Holt Winters saisonnière multiplicative

La sélection des paramètres des techniques du lissage α, β et γ se fait automatiquement sur Eviews, c'est-à-dire il donne la meilleure combinaison des paramètres qui minimisent la somme des carrés des résidus du modèle prévisionnel et fiabilisent ce choix; les étapes de traitement des méthodes du lissage choisies se font selon les étapes mentionnées dans les captures d'écran du logiciel suivantes :

Chapitre 3 : Apports et Solutions proposées

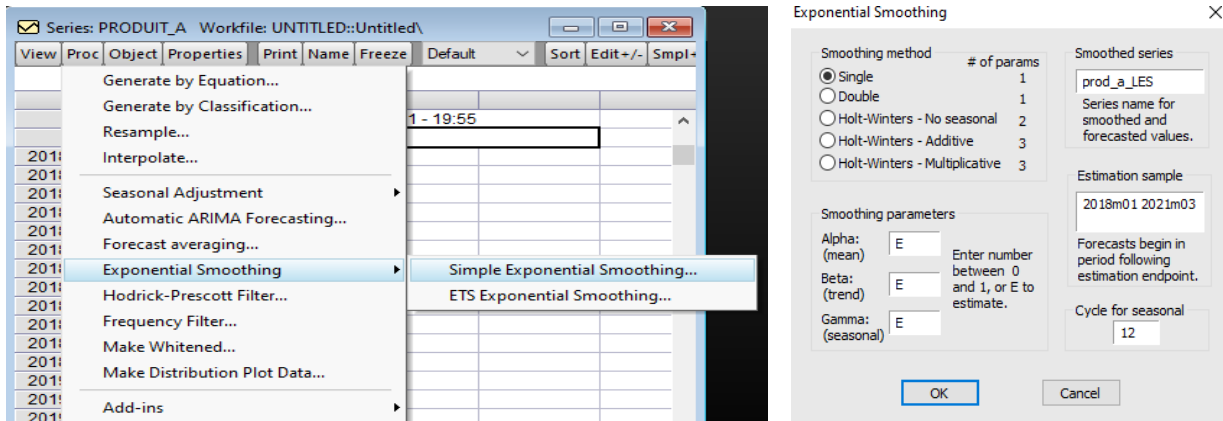


Figure 36: Les étapes de traitement des méthodes du lissage sur Eviews.

Nous allons détailler les différentes étapes de traitement du produit A; les résultats des traitements sont donnés successivement dans les captures d'écran des différentes techniques.

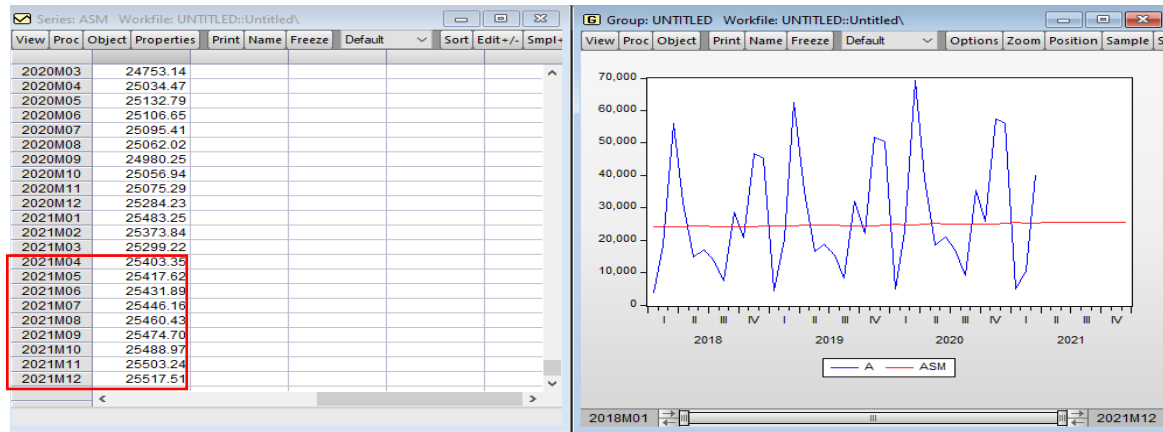


Figure 37: Résultats de la méthode Lissage exponentiel double pour le produit A.

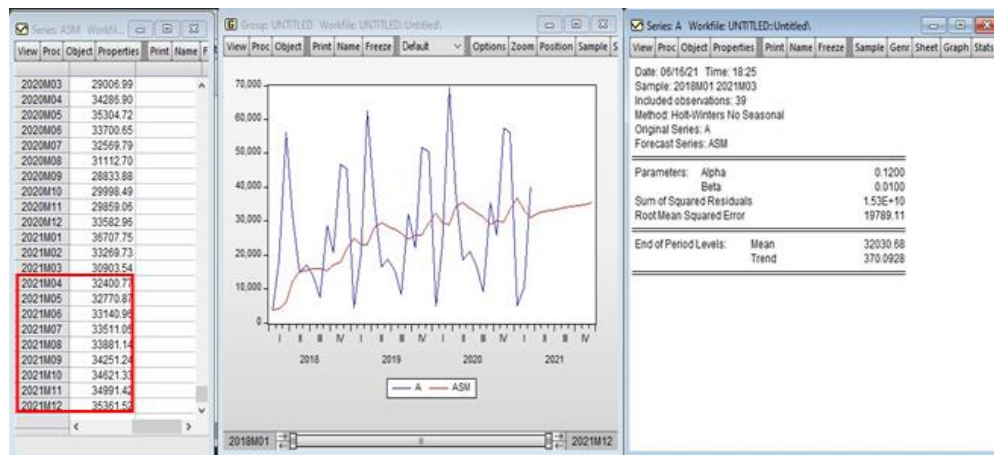


Figure 38: Résultats de la méthode Holt-Winters non saisonnière pour le produit A.

Chapitre 3 : Apports et Solutions proposées

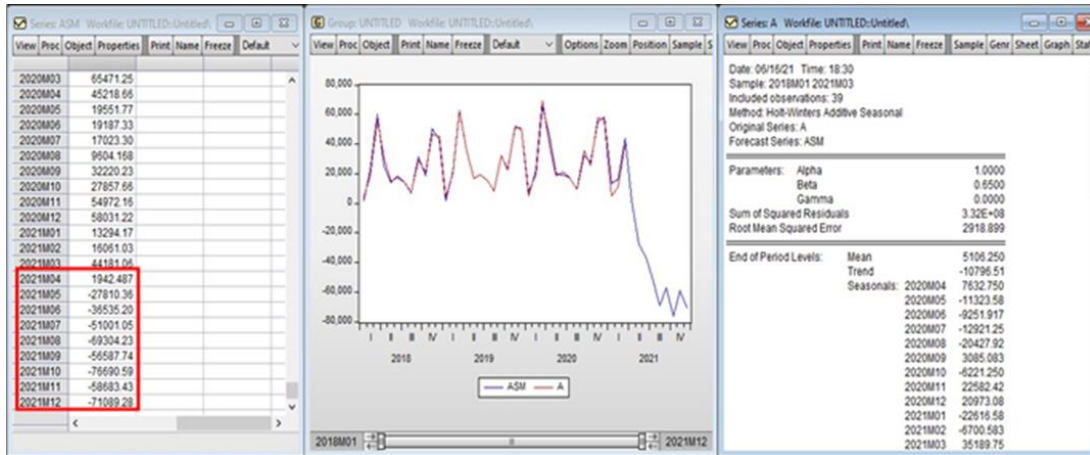


Figure 39 : Résultats de la méthode Holt-Winter saisonnière Additive pour le produit A.

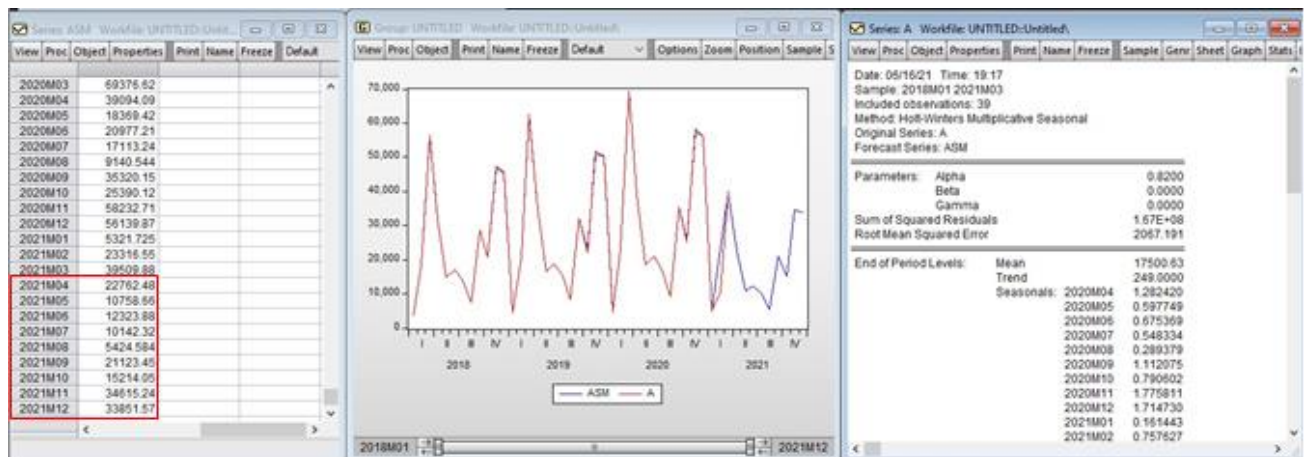


Figure 40: Résultats de la méthode Holt-Winters saisonnière multiplicative pour le produit A.

Les résultats des prévisions du produit A pour les mois restants de l'année 2021 sont présentés et synthétisés dans le tableau 16, et la validation par les deux indicateurs de performance ERMA et TR sont aussi présentés dans le tableau 17.

Tableau 16: Prévisions des mois de l'année 2021 pour le produit A.

	LED	HWN	HWA	HWM
Avril 2021	25403.35	32400.77	1942.487	22762.48
Mai 2021	25417.62	32770.87	-27810.36	10758.66
Juin 2021	25431.89	33140.96	-36535.20	12323.88
Juillet 2021	25446.16	33511.05	-51001.05	10142.32
Aout 2021	25460.43	33881.14	-69304.23	5424.584
Septembre 2021	25474.7	34251.24	-56587.74	21123.45
Octobre 2021	25488.97	34621.33	-76690.59	15214.05
Novembre 2021	25503.24	34991.42	-58683.43	34615.24
Décembre 2021	25517.51	35361.52	-71089.28	33851.57

Tableau 17: Validation et comparaison des techniques du lissage pour le produit A.

Méthode de lissage	ERMA	TR
LED	96.75 %	3.25 %
HW NS	98.92%	1.08%
HW S Add	15.76%	84.24 %
HW S Mult	3.83%	96.17%

La même procédure est répétée pour les cinq autres produits, les résultats des prévisions et de validation pour les autres produits pilotes sont présentés dans les tableaux suivants.

Produit B :

Tableau 18: Prévisions des mois de l'année 2021 pour le produit B.

	LED	HWN	HWA	HWM
Avril 2021	36379.54	31101.76	19668.49	17027.34
Mai 2021	36772.68	31310.52	39481.70	41253.93
Juin 2021	37165.83	31519.29	42036.88	44322.93
Juillet 2021	37558.97	31728.06	37519.57	38789.84
Aout 2021	37952.11	31936.83	30228.53	29953.10
Septembre 2021	38345.25	32145.59	30256.63	29963.10
Octobre 2021	38738.39	32354.36	38210.53	39533.11
Novembre 2021	39131.54	32563.13	40822.30	42639.43
Décembre 2021	39524.68	32771.89	39930.99	41537.24

Tableau 19: Validation et comparaison des techniques du lissage pour le produit B.

Méthode de lissage	ERMA	TR
LED	28.91%	71.04%
HW NS	27.79%	72.21 %
HW S Add	3.96%	96.04 %
HW S Mult	2.65%	97.35%

Produit C :

Tableau 20: Prévisions des mois de l'année 2021 pour le produit C.

	LED	HWN	HWA	HWM
Avril 2021	47313.07	31807.51	6830.637	29470.02
Mai 2021	47786.94	30491.88	-1328.602	40525.65
Juin 2021	48280.80	29176.25	-2453.883	62711.02
Juillet 2021	48734.66	27860.62	15550.98	124550.2
Aout 2021	49208.53	26545.00	-40041.21	45658.51
Septembre 2021	49682.39	25229.37	1732.637	174358.1
Octobre 2021	50156.25	23913.74	-57666.31	59065.33
Novembre 2021	50630.11	22598.11	-24439.80	190739.7
Décembre 2021	51103.98	21282.48	-85837.42	38231.45

Tableau 21: Validation et comparaison des techniques du lissage pour le produit C.

Méthode de lissage	ERMA	TR
LED	81.97 %	18.03 %
HW NS	87.14 %	12.86 %
HW S Add	17.37 %	82.63 %
HW S Mult	8.62 %	91.38 %

Produit D :

Tableau 22: Prévisions des mois de l'année 2021 pour le produit D.

	LED	HWN	HWA	HWM
Avril 2021	149173.9	61752.92	114723.5	109476.5
Mai 2021	151761.1	65874.18	107280.7	100891.5
Juin 2021	154348.3	69995.44	241612.3	256344.3
Juillet 2021	156935.5	74116.71	144949.5	144517.4
Aout 2021	159522.7	78237.97	103360.7	96520.32
Septembre 2021	162109.9	82359.23	281007.9	301376.6
Octobre 2021	164697.1	86480.50	118660.4	110944.1
Novembre 2021	167284.4	90601.76	156221.3	157508.8
Décembre 2021	169871.6	94723.02	221613.5	232643.3

Tableau 23: Validation et comparaison des techniques du lissage pour le produit D.

Méthode de lissage	ERMA	TR
LED	96.4 %	3.6 %
HW NS	84.12 %	15.88 %
HW S Add	12.84 %	87.16 %
HW S Mult	8.26 %	91.74 %

Produit E :

Tableau 24: Prévisions des mois de l'année 2021 pour le produit E.

	LED	HWN	HWA	HWM
Avril 2021	1017.289	1480.760	704.9996	477.8803
Mai 2021	1016.725	1504.962	690.4378	435.9676
Juin 2021	1016.161	1529.157	302.1943	124.0712
Juillet 2021	1015.597	1553.353	813.9702	457.5077
Aout 2021	1015.033	1577.548	379.0558	160.8572
Septembre 2021	1014.469	1601.743	3166.200	1601.004
Octobre 2021	1013.905	1625.939	102.5542	10.98673
Novembre 2021	1013.341	1650.134	3531.702	1347.628
Décembre 2021	1012.277	1674.329	2732.803	863.8132

Tableau 25 : Validation et comparaison des techniques du lissage pour le produit E.

Méthode de lissage	ERMA	TR
LED	414%	-314%
HW NS	428%	-328%
HW S Add	47%	53%
HW S Mult	11.83%	88.17%

Produit F :

Tableau 26: Prévisions des mois de l'année 2021 pour le produit F.

	LED	HWN	HWA	HWM
Avril 2021	270.2298	296.5519	312.5278	315.2781
Mai 2021	272.8510	300.7097	198.1944	152.2089
Juin 2021	275.4722	304.8676	138.5278	68.05052
Juillet 2021	278.0933	309.0255	510.5278	582.5756
Aout 2021	280.7145	313.1834	205.8611	162.6257
Septembre 2021	283.3357	317.3413	411.5278	443.4262
Octobre 2021	285.9569	321.4992	362.8611	374.0295
Novembre 2021	288.5781	325.6571	765.5278	921.2004
Décembre 2021	291.1993	329.8150	583.8611	630.3125

Tableau 27: Validation et comparaison des techniques du lissage pour le produit F.

Méthode de lissage	ERMA	TR
LED	34.6 %	65.4 %
HW NS	32.4 %	67.6 %
HW S Add	16.4 %	83.6 %
HW S Mult	9.45 %	90.55 %

Résultats de l'analyse du 1^{er} niveau :

En exploitant les résultats de validation des prévisions par les quatre techniques du lissage, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Les quatre méthodes du lissage utilisées ont amélioré sensiblement les méthodes utilisées par l'entreprise AIRP ;
- Pour les six produits pilotes, la méthode de Holt-Winters saisonnière multiplicative donne les meilleurs résultats avec des taux de réalité très satisfaisants.

Nous pouvons conclure, pour ce premier niveau d'analyse, que la technique de Holt Winters multiplicative est validée pour les six produits.

Pour le deuxième niveau d'analyse, nous allons piloter la méthodologie de Box-Jenkins pour le produit E ayant le taux de réalité acceptable mais le plus faible par la méthode de Holt-Winters saisonnière multiplicative (TR=88.17%).

2.5. Prévision par la méthodologie de Box-Jenkins :

Cette analyse concerne le produit E :

Comme déjà mentionné dans la partie état de l'art, la méthodologie de Box-Jenkins passe par quatre étapes structurées. Le traitement des différentes étapes utilise toujours le logiciel Eviews.

1^{ère} étape, Identification du modèle : c'est l'étape la plus importante de la méthodologie de BJ, elle permet d'identifier le modèle ARMA (p,q) à la série chronologique brute $\{X_t\}$ si cette dernière est initialement stationnaire ou bien à la série $\{Y_t\}$ si la série initiale n'est pas stationnaire.

Il s'agit donc, avant tout de vérifier la stationnarité de la série chronologique initiale $\{X_t\}$, la procédure passe par deux analyses :

- **Analyse informelle :**
Elle utilise la représentation graphique de la série $X_t = f(t)$ et aussi les deux corrélogrammes de la série $\{X_t\}$: ACF(k) et ACP(k) donnés dans les figures suivantes :

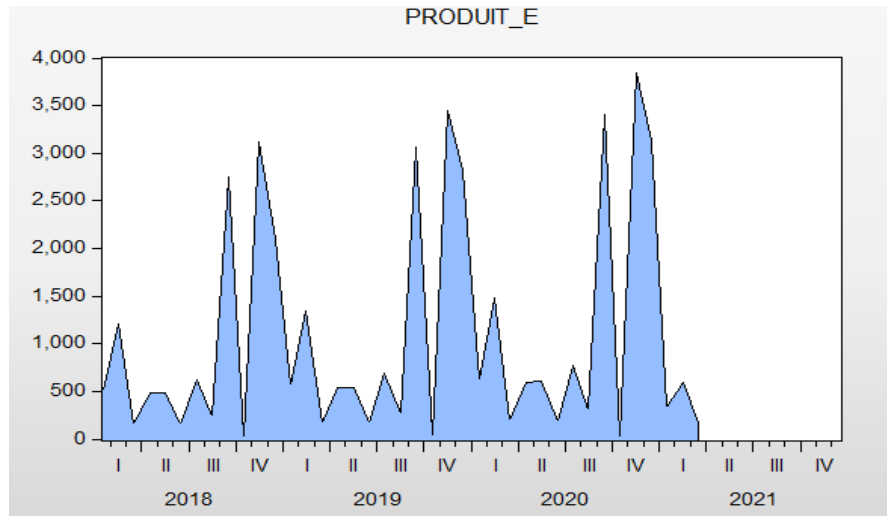


Figure 41: Schéma de l'analyse informelle du produit E.

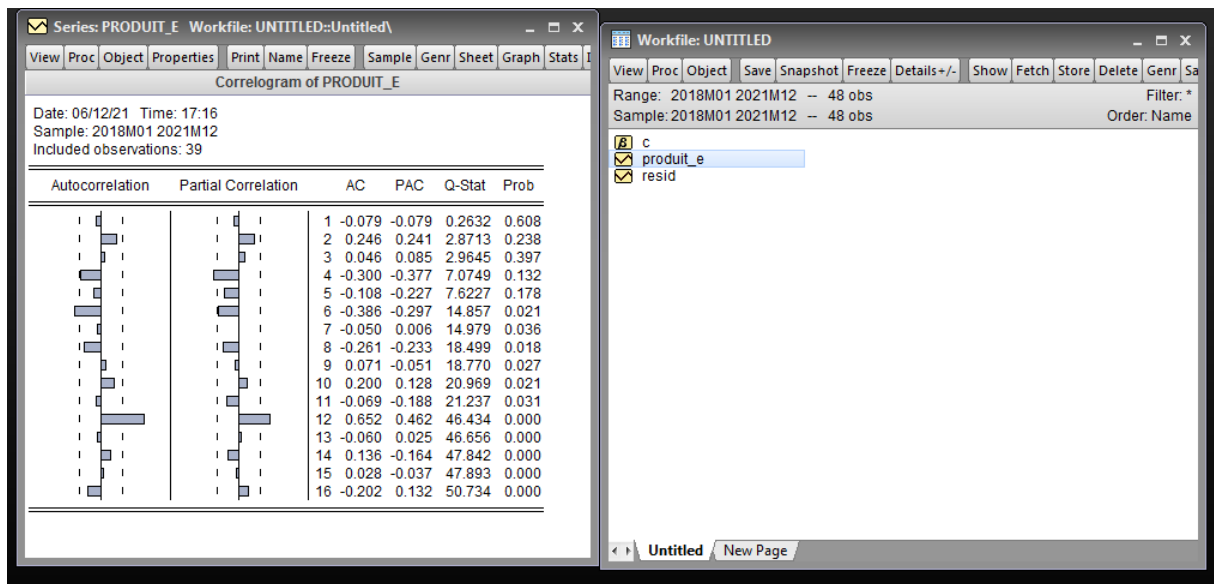


Figure 42: Corrélogramme ACF et ACP du produit E.

En se basant sur le graphe de la série, on remarque :

- Une tendance non homogène (très perturbée)
- Une saisonnalité c'est-à-dire des pics qui reviennent dans des intervalles de temps déterminés
- Un changement de structure mais pas très remarquable.

On remarque que les ACF et ACP varient d'une façon aléatoire.

Donc, on conclut informellement que la série est de type quelconque, reste à vérifier sa stationnarité par l'analyse formelle (test de Dickey-Fuller).

- **Analyse formelle :**

L'analyse formelle utilise la stratégie du test de DF. Puisque la distribution des erreurs de la série n'est pas connue initialement on utilise le DF augmenté.

On commence donc par le modèle [6] : modèle de type AR(1) avec constante c et tendance b.

En utilisant la stratégie de DF augmenté mentionnée en Annexe 3, cette dernière passe par la succession des tests statistiques suivants :

Test du modèle [6] : On commence par la tendance b.

$$\begin{cases} H_0 : b = 0 : \text{absence d'une tendance.} \\ H_1 : b \neq 0 : \text{présence d'une tendance.} \end{cases}$$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test				
Null Hypothesis: PRODUIT_E has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 8 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-4.328297	0.0093
Test critical values:				
	1% level		-4.296729	
	5% level		-3.568379	
	10% level		-3.218382	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PRODUIT_E)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/21 Time: 22:23				
Sample (adjusted): 2018M10 2021M03				
Included observations: 30 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRODUIT_E(-1)	-5.189238	1.198910	-4.328297	0.0004
D(PRODUIT_E(-1))	3.517242	1.054337	3.335976	0.0035
D(PRODUIT_E(-2))	3.240385	0.880784	3.678977	0.0016
D(PRODUIT_E(-3))	3.072717	0.717879	4.280272	0.0004
D(PRODUIT_E(-4))	2.580912	0.664036	3.886705	0.0010
D(PRODUIT_E(-5))	2.056198	0.655756	3.135615	0.0054
D(PRODUIT_E(-6))	1.575984	0.616548	2.556143	0.0193
D(PRODUIT_E(-7))	1.210236	0.486548	2.487394	0.0223
D(PRODUIT_E(-8))	0.471294	0.271496	1.735915	0.0988
C	4641.397	1126.849	4.118919	0.0006
@TREND("2018M01")	46.39635	24.12007	1.923558	0.0695

Figure 43: Test de Dickey-Fuller du modèle [6].

$$p.\text{value (b)} = 0.0695 \text{ et } \alpha = 0.05$$

$$p.\text{value (b)} > \alpha \Rightarrow H_0 \text{ acceptée : } b = 0$$

Donc le modèle est sans tendance b.

On passe au modèle [5] pour tester la constante c.

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on PRODUIT_E				
Null Hypothesis: PRODUIT_E has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.300781	0.0001
Test critical values:				
	1% level		-3.646342	
	5% level		-2.954021	
	10% level		-2.615817	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PRODUIT_E)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/21 Time: 22:27				
Sample (adjusted): 2018M07 2021M03				
Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRODUIT_E(-1)	-2.242344	0.423021	-5.300781	0.0000
D(PRODUIT_E(-1))	0.859110	0.339551	2.530133	0.0178
D(PRODUIT_E(-2))	1.054790	0.291454	3.619058	0.0013
D(PRODUIT_E(-3))	1.401001	0.319252	4.388382	0.0002
D(PRODUIT_E(-4))	1.152357	0.330049	3.491472	0.0017
D(PRODUIT_E(-5))	0.555814	0.224261	2.478425	0.0200
C	2426.458	490.4000	4.947917	0.0000

Figure 44: Test de Dickey-Filler augmenté du modèle [5].

$$\begin{cases} H_0 : c = 0 : \text{absence d'une constante.} \\ H_1 : c \neq 0 : \text{présence d'une constante.} \end{cases}$$

$$p.\text{value} = 0.000 \text{ et } \alpha = 0.05$$

$$p.\text{value} < \alpha \Rightarrow H_1 \text{ acceptée : } c \neq 0$$

Donc le modèle présente une constante c .

On passe alors au test de ϕ :

$$\begin{cases} H_0 : \phi = 1 : \text{existence d'une racine unitaire.} \\ H_1 : \phi \neq 1 : \text{absence d'une racine unitaire.} \end{cases}$$

$$|t_{cal}| = 5.3 \text{ et } |t_{tab}| = 2.95$$

$$|t_{cal}| > |t_{tab}| \Rightarrow H_1 \text{ acceptée : pas de racine unitaire.}$$

Donc, selon la stratégie de DF, la série initiale $\{X_t\}$ est stationnaire.

On doit identifier le meilleur modèle ARMA(p,q) qui s'ajuste au mieux avec la série initiale $\{X_t\}$. Eviews donne les 20 top modèles selon le critère de sélection d'Akaike (Min).

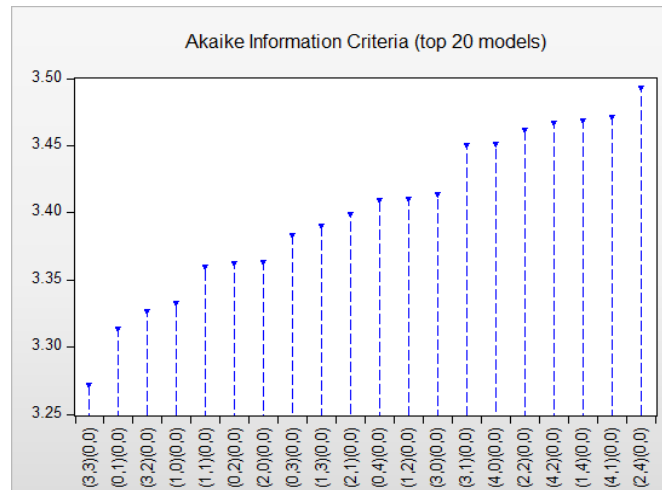


Figure 45: Critères d'Akaike pour les 20 top modèles.

```

Automatic ARIMA Forecasting
Selected dependent variable: LOG(PRODUIT_E)
Date: 06/13/21 Time: 23:39
Sample: 2018M01 2021M12
Included observations: 39
Forecast length: 0

-----
Number of estimated ARMA models: 25
Number of non-converged estimations: 0
Selected ARMA model (3,3)(0,0)
AIC value: 3.27174142165
    
```

Figure 46: Le modèle ARMA du produit E.

Le meilleur modèle identifié est ARMA (3,3).

2^{ème} étape, estimation des paramètres du modèle :

L'estimation des paramètres du modèle ARMA (3,3) identifié est donné dans la figure suivante :

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(3)	1.000000	6.05E-05	16532.70	0.0000
MA(3)	-0.999945	0.000132	-7562.712	0.0000
SIGMASQ	1256853.	454783.6	2.763630	0.0090

R-squared	0.072248	Mean dependent var	1071.333
Adjusted R-squared	0.020707	S.D. dependent var	1179.144
S.E. of regression	1166.872	Akaike info criterion	17.23816
Sum squared resid	49017286	Schwarz criterion	17.36613
Log likelihood	-333.1442	Hannan-Quinn criter.	17.28408
Durbin-Watson stat	1.846018		

Inverted AR Roots	1.00	-50+.87i	-50-.87i
Inverted MA Roots	1.00	-50-.87i	-50+.87i

Figure 47: Caractéristiques du modèle ARMA (3,3).

3^{ème} étape, validation du modèle :

Cette étape passe par deux types de tests, test sur les paramètres estimés et les tests de porte manteau (normalité et bruit blanc)

- Test sur les paramètres :

D'après la figure précédente :

Pour le AR(3) : $|t_{cal}| > (t_{tab}=1.96)$

Pour MA(3) : $|t_{cal}| > (t_{tab}=1.96)$

Donc : H_1 est accepté , le modèle ARMA (3,3) est significatif au risque 5%.

- Test de normalité (Jarque Bera) :

$$\begin{cases} H_0: \text{Probability} > \alpha : \text{la série suit la loi normale.} \\ H_1: \text{Probability} < \alpha : \text{la série ne suit pas la loi normale.} \end{cases}$$

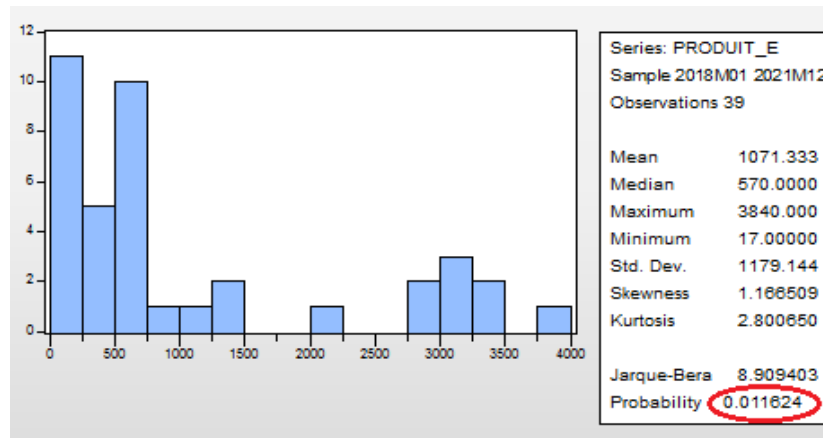


Figure 48: Test de normalité de Jarque Bera.

(Probability = 0.01) < 0.05 : H_1 acceptée : Normalité non validée.

- Test sur les résidus : test de Bruit Blanc.

Ce test utilise les corrélogrammes ACF et ACP des résidus.

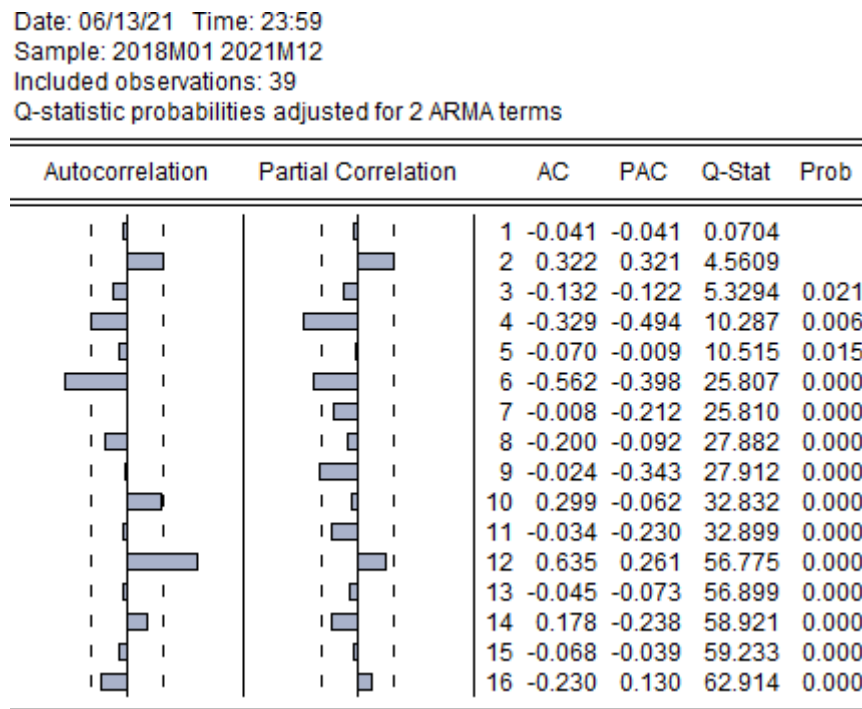


Figure 49: Corrélogramme des résidus.

On constate que toutes les Prob < ($\alpha = 0.05$) donc, les résidus ne sont pas à bruit blanc.

Les tests sur les paramètres ont réagi positivement pour le modèle ARMA(3,3) mais les tests de porte manteau (normalité et bruit blanc) ont réagi négativement ce qui va influencer sur la fiabilité des prévisions par BJ.

4^{ème} étape, prévision :

Les prévisions par la méthodologie de BJ sont données directement par Eviews.

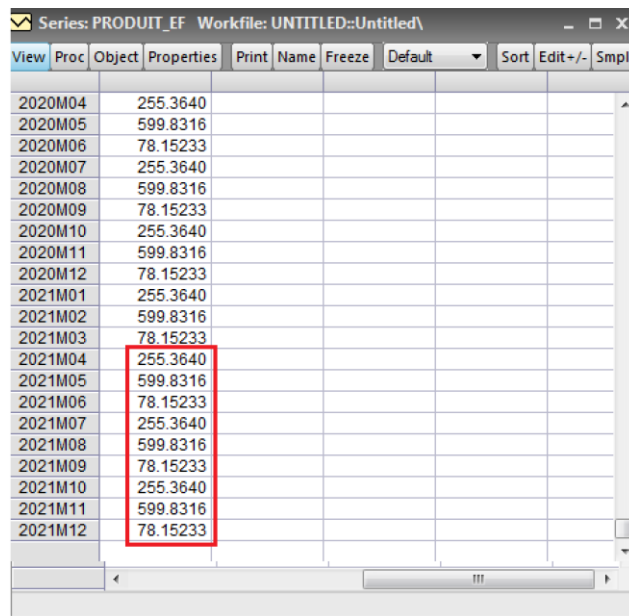


Figure 50: Prévisions par le modèle ARMA (3,3).

Ces prévisions ont donné des valeurs non fiables pour les deux indicateurs ERMA et TR.

La méthodologie de BJ a réagi négativement avec les données de la série chronologique du produit E.

Donc, pour les six produits pilotes on valide la méthode Holt Winters saisonnière multiplicative.

2.6. Prévision par les méthodes hybrides (qualitative et quantitative) :

Si les méthodes quantitatives auto-projectives du lissage et de Box-Jenkins ne donnent pas des résultats satisfaisants, on recommande des méthodes hybrides de prévisions qui sont basées principalement sur les processus de veilles : technologique, marché et concurrentielle. Le schéma suivant explique la stratégie et l'utilisation de ces méthodes.

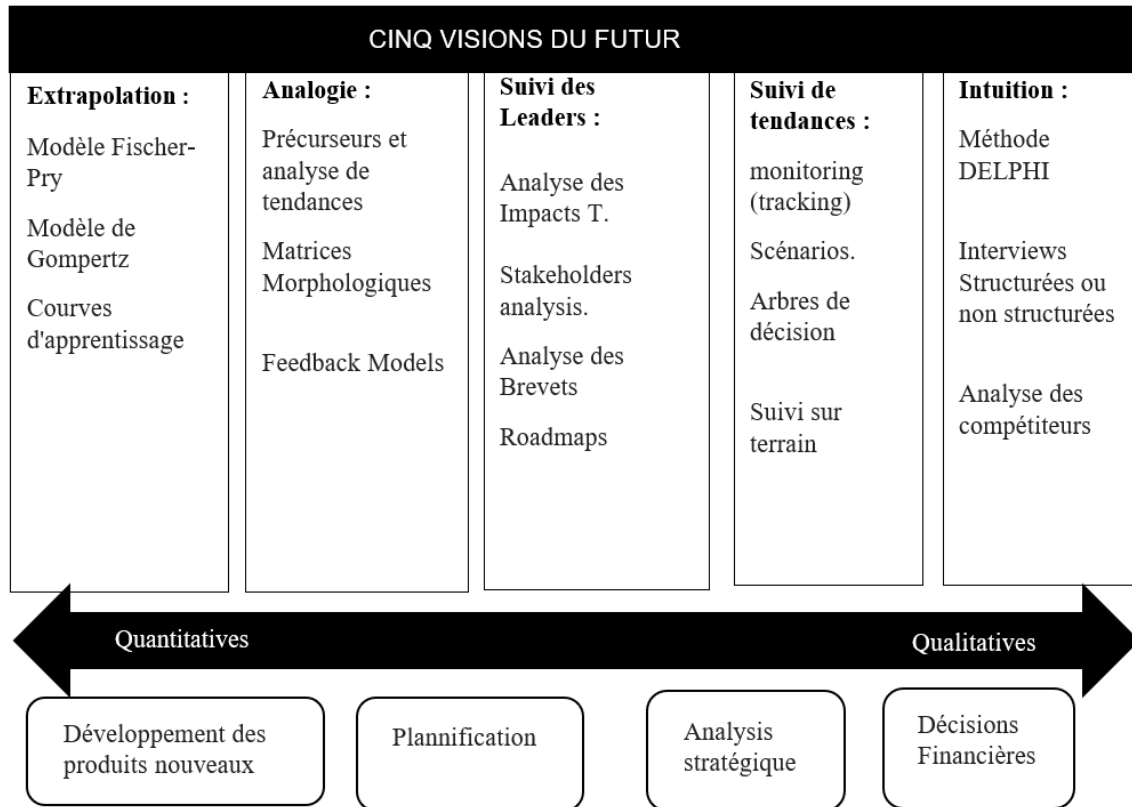


Figure 51: Schéma des cinq visions du futur.

Techniques pour évaluer l'évolution d'une technologie :

1) Extrapolation : Le future comme une continuation logique du passé. Donc on peut espérer une prévision fiable à travers leur identification et extrapolation d'une manière "cohérente".

2) Analogie : Le future peut être une réplication de certains évènements du passé. En conséquence nous pouvons prévoir l'évolution d'une technologie en identifiant et étudiant des situations analogues.

3) Suivi des leaders : L'évolution d'une technologie peut être déterminée par actions et stratégies délibérés de certains acteurs (individus, organisations gouvernements). Donc une projection peut être faite en suivant les stratégies des leaders ou décisionnaires.

4) Suivi de tendances (ponctuelles): L'avenir est résultat d'une série d'évènements et des actions non prédictibles et aléatoires. La meilleure manière de suivre (en temps réel) des évènements techniques, sociaux et environnementaux.

5) Intuitions : Récolter un maximum d'information et suivre le "bon sons" des experts.

2.7. Conclusion :

Les résultats des deux analyses par les techniques du lissage et de contrôle BJ montrent une amélioration nette des prévisions par rapport aux prévisions de l'entreprise AIRP et valident pour les six produits pilotes la méthode de Holt Winters saisonnière multiplicative.

Une modélisation quantitative auto-projective par les techniques du lissage et de contrôle de BJ est nécessaire pour anticiper le futur et alimenter les autres processus de la chaîne logistique par des données de ventes de produits fiables.

3. Mise en place des politiques d'approvisionnement :

3.1. Introduction :

Après avoir développé un modèle de prévision fiable, ce dernier nous sera utile pour orienter la politique d'approvisionnement et les stratégies de gestion de stock à savoir le calcul du point de commande et de la quantité à commander. La deuxième partie de la solution consiste à proposer une politique d'approvisionnement des produits finis pour réduire les aléas liés à la variation de la demande et les changements imprévus du marché.

Suite à la problématique de notre projet, qui est principalement l'optimisation des coûts liés au processus d'approvisionnement, la mise en œuvre d'une politique contribue d'une manière significative à la résolution de cette problématique à travers :

- L'adaptation automatique en cas d'irrégularité de consommation ;
- La réduction des coûts de stockage ;
- L'absence de sur-stockage ;
- Suivi permanent qui permet de limiter le nombre de rupture.

Le choix de la méthode d'approvisionnement est complexe, il existe plusieurs méthodes de traitement pour définir le mode d'approvisionnement le plus adapté à chaque type de produits. Pour cela, nous allons utiliser notre classification obtenue dans la solution 1.

3.2. Politique d'approvisionnement des classes :

Comme mentionné dans l'état de l'art, il existe trois catégories de politiques d'approvisionnement :

- La catégorie A : Le réapprovisionnement à Date et Quantité variables (VV).
- La catégorie B : Le réapprovisionnement à Date fixe et Quantité variable (VF) Date variable et Quantité fixe (FV).
- La catégorie C : Le réapprovisionnement à Date et Quantité fixes (FF).

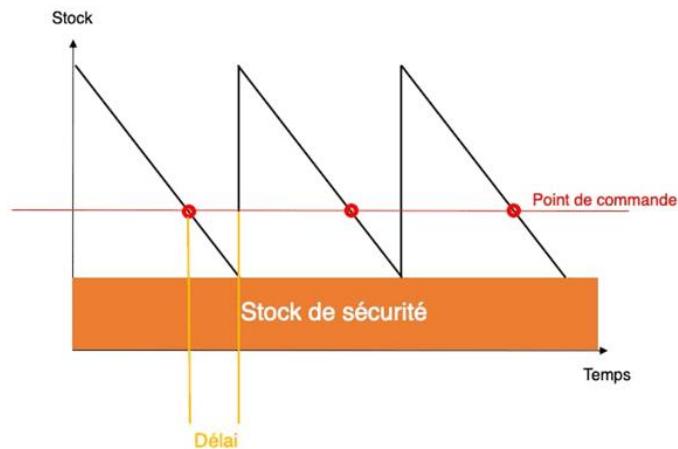


Figure 52: Politique d'approvisionnement hybride (monstock.net).

3.3. Calcul du stock de sécurité et le point de commande de chaque référence :

Dans les politiques d'approvisionnement proposées, le stock est composé de plusieurs niveaux, le premier niveau est le stock de sécurité qui permet de limiter les ruptures de stock dues aux aléas comme des prévisions non conforme à la demande, un délai d'approvisionnement plus long que prévu...etc.

Ensuite, le deuxième niveau est le point de commande, c'est la quantité d'articles nécessaires pour satisfaire les besoins de l'entreprise pendant le délai d'approvisionnement. Et enfin le dernier niveau est le stock max qui est la capacité de stockage allouée à chaque produit.

- **Calcul du stock de sécurité :**

Il existe plusieurs méthodes qui peuvent être utilisées pour calculer le stock de sécurité. Nous nous sommes heurtés malheureusement à l'indisponibilité de quelques données et informations, nous avons choisi une méthode simple qui s'appelle « **moyenne – max** » en tenant compte de la variation des ventes et la variation des délais d'approvisionnement.

La formule de calcul du stock de sécurité :

$$= (\text{vente maximum} \times \text{le délai maximum}) - (\text{la vente moyenne} \times \text{le délai moyen}).$$

Dans ce qui va suivre, on prend comme exemple de calcul l'article A appartenant à la classe A. Concrètement sur Excel, on a des ventes avec un total de 394765 unités, une moyenne par mois de 23221,5 unités, ce qui fait environ 774 unités par jour. La vente maximum par jour est de 1 182 unités.

Tableau 28: Extrait du tableau de calcul des ventes et délais du produit A.

REF	TOT	Prévision max	Délai Moy	Délai Max	Moyen/M	Moyen/J	Vente jour max
A 06	394 765	35 463	35	40	23 221	774	1 182

En reprenant les données précédentes, cela nous donne un stock de sécurité de **20 192 Unités**.

- **Calcul du Point de commande :**

Pour le point de commande, c'est toujours la même formule :

$$= \text{Stock de Sécurité} + \text{Prévision moyenne} \times \text{Délai moyen}.$$

Ce qui donne ici **47 284 Unités**.

Remarque :

- Le stock max est l'espace allouée à chaque référence par le gestionnaire de stock.
- Les délais d'approvisionnement moyens et max sont également données par l'entreprise.

3.4. Affectation des politiques aux classes:

Dans cette partie, nous allons affecter à chaque classe de produits la politique d'approvisionnement appropriée.

1. La classe « A » :

Pour la classe « A » on utilise La politique VV mixte (Date et Quantité variables) qui correspond à une association des deux politiques VF et FV. Cette méthode est utilisée pour cette catégorie de produit car elle est constituée des produits les plus importants et nécessite un suivi et une évaluation très fréquents.

Il s'agit de se doter d'un seuil de commande (politique VF) et d'un seuil max (politique FV) et d'une période fixe T (FV). A chaque début de période, on vérifie le niveau des stocks et on le complète d'une quantité :

$$Q = S_{\max} - \text{niveau de stocks.}$$

Toutefois, à l'intérieur de la période T, si jamais le niveau du stock descend en dessous du seuil de commande, on procèdera à un réapprovisionnement d'une quantité :

$$Q = S_{\max} - \text{Seuil de commande.}$$

Pour la période fixe de vérification de l'état de niveau de stock des produits on prend $T = 30$ jours.

Remarque : Pour la quantité Q à commander, il faut prendre en considération les prévisions du mois à venir. Donc elle est toujours en fonction des prévisions, cela pour éviter les stocks inutiles, et ça résulte dans la réduction des coûts de stockage.

Le tableau suivant affiche les valeurs de stock de de sécurité, point de commande et les stocks max des produits A, B, C et D.

Tableau 29: Extrait du tableau de calcul des niveaux de stock des produits A, B, C et D.

REF	TOT	Délai Moy	Délai Max	SS	PC	S Max
A	394 765	35	40	20 192	47 284	75 000
B	481 110	35	40	47 896	80 913	150 000
C	688 244	35	40	58 802	106 035	200 000
D	1 093 562	35	40	127 070	202 119	400 000

2. Classe « B » :

Pour la classe « B » on utilise la politique de gestion à point de commande FV (Date variable et Quantité fixe) :

- Les périodes changent en fonction de la nature de la demande.
- La commande est lancée une fois que la quantité en stock atteigne le seuil de commande (SC).

Celle-ci consiste à définir, pour les articles concernés, un niveau de stock minimum, qui permet à la fois de déclencher la commande en quantité fixe, mais aussi de couvrir les besoins durant le délai de livraison (délai allant de la date de déclenchement de commande à la date de livraison). Cette technique est essentiellement adaptée pour les articles dont les consommations sont irrégulières.

Pour déterminer la quantité Q à commander, on utilise la formule de Wilson, définie dans la partie état de l'art, qui a pour but de minimiser la somme des coûts des stocks.

Calcul de la quantité économique à commander :

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demande annuelle} \times \text{Coût d'acquisition}}{\text{Prix d'achat} \times \text{taux de détention du stock}}}$$

Calcul des Coûts :

- **Calcul du coût d'acquisition a :**

$$Ca = \frac{\sum \text{frais d'achat}}{\text{nombre moyen de commande}}$$

- **Calcul du coût de possession Cp :**

$$Cp = t \cdot a$$

Où :

a : coût d'achat unitaire.

t : taux du coût de possession en %.

$$t = \frac{\text{coût de possession annuel}}{\text{la valeur moyenne du stock}}$$

Du fait de l'absence de données et la confidentialité au sein d'AIRP, nous n'avons pas pu estimer ces coûts (Ca et Cp), ainsi l'application sera en fonction d'un coefficient α .

Posons : $\alpha = \sqrt{\frac{Ca}{Cp}}$ dans ce cas on aura : $QEC = 624 * \alpha$

Calcul du nombre optimal de commande :

$$NC = \frac{\text{Demande annuelle}}{\text{Quantité économique}} = 312 * \alpha$$

Le tableau suivant résume les valeurs de stock de sécurité, point de commande et les stocks max du produit E :

Tableau 30:Extrait du tableau de calcul des niveaux de stock du produit E.

REF	Délai Moy	Délai Max	SS	PC	S Max
E	35	40	17 548	30 907	50 000

3. Classe « C » :

Pour la classe « C » on utilise la politique FF, acheter la même quantité Q au bout d'une unité de temps T. Elle demande un suivi peu régulier et une grande simplicité de mise en œuvre.

Cette politique est mieux adaptée pour des produits de la classe « C » dont la consommation est constante et régulière.

Donc pour déterminer la quantité Q de chaque produit on prend la moyenne des ventes par mois si cette valeur est supérieure à la quantité minimum de lancement de commande (on prend $T = 1$ mois).

Sinon on fait la somme des ventes par mois jusqu'à elle est égal ou supérieur à la valeur minimum de lancement de commande (pour T on prend la somme des mois pour arriver à la quantité min de lancement de commande).

Tableau 31: Extrait du tableau de calcul des niveaux de stock et la quantité à commander du produit F.

REF	Délai Moy	Délai Max	SS	PC	S Max	QML	Q	T
F	35	40	831	1 333	2 500	1 000	1 200	3 Mois

3.5. Conclusion :

Grâce aux politiques d'approvisionnement proposées, l'entreprise sera en mesure de limiter le nombre de rupture et de sur-stockage. Ceci lui garantira de s'adapter aux aléas et irrégularités de la consommation et de réduire les coûts de stockage.

4. Gestion et suivi de la performance :

En plus des modèles de prévision et les politiques d'approvisionnement proposés et pour améliorer la performance de ce processus, nous avons conçu un outil de gestion et de contrôle permettant d'assurer le suivi de la consommation des produits finis. Ce qui facilite aux responsables la tâche de prise de décisions dans les réunions S&OP chaque fin de mois, pour agir efficacement contre les risques inattendus.

Cet outil consiste en un tableau de bord tactique pour la gestion des approvisionnements. Et une petite application de Gestion de stock. En effet cette étape est la partie opérationnelle de la mission effectuée dans la partie précédente, pour la développer nous avons choisi le logiciel « Excel » car, en plus d'être celui que nous maîtrisons le mieux, il est le seule disponible au niveau de l'entreprise, donc il sera facile à utiliser et à manipuler.

4.1. Application gestion de stock :

Cette application permet de faire tous les calculs après l'insertion des données d'une manière automatique, nous lui avons donné le nom de « G-Stock », elle sert à gérer, contrôler et suivre le stock d'une façon continue et en temps réel, afin d'avoir une visibilité sur les problèmes à venir (rupture, sur stockage) pour réduire leurs effets par des actions correctives.

Les fonctions de l'application :

L'application est une base de données qui affiche le stock actuel, le point de commande, le stock de sécurité et l'état de chaque produit.

L'interface permet de sélectionner la référence de l'article, l'année, le type de mouvement (entrée/sortie) : Cette fonction permet de suivre les mouvements de chaque référence en stock,

Toutes les entrées et sorties des produits sont enregistrées dans la base de données et lorsqu'un niveau de stock est atteint, le statut de commande et l'état du stock changent, comme mentionné ci-après.

Il en existe 2 cas (statuts) :

- Stock max > Le volume > point de commande (ne pas commander) « Confortable » ;
- Point de commande > Le volume > stock de sécurité (commander) « Urgent » ;

Nous présentons sur la figure suivante l'interface de l'application G-Stock.

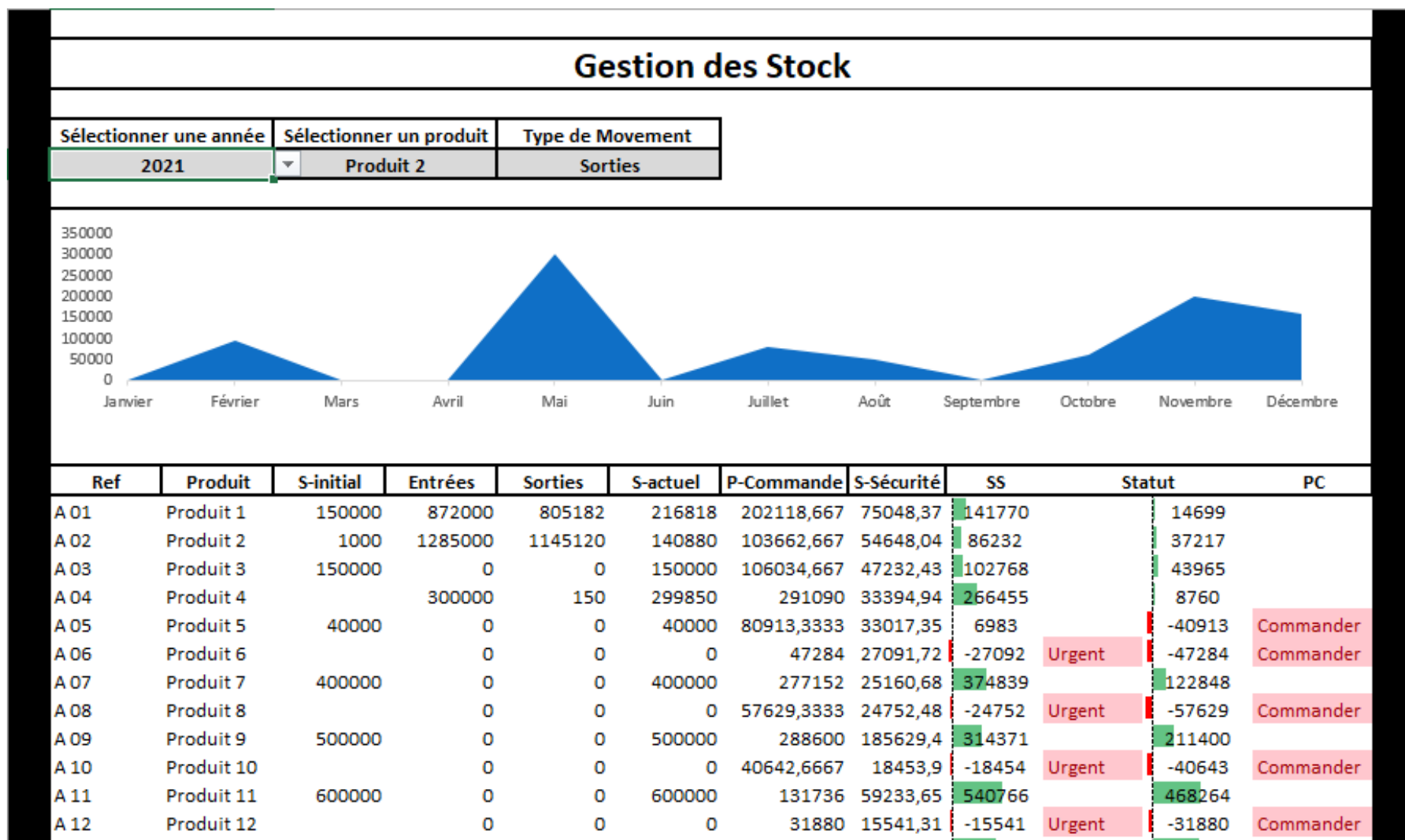


Figure 53: L'interface de l'application G-Stock.

4.2. Tableau de bord :

Pour l'amélioration continue du processus approvisionnement, on a conçu un tableau de bord tactique qui contient des indicateurs de performance logistique pour détecter les imperfections et les voies d'optimisation de ce processus.

Pour le choix de la fréquence de réalisation de ce tableau de bord nous avons opté pour une fréquence mensuelle ceci car les données ne sont que très rarement introduites de manière journalière et restent peu fiables si l'on considère le fait que la consommation sur plusieurs jours peut être ramenée à un seul jour, le jour où les données sont reportées sur le fichier Excel destiné à cet effet.

A partir des données collectées et l'analyse des données que nous avons faites et d'après les besoins du service approvisionnement, nous avons pu identifier les indicateurs suivants :

- 1- **Taux de rupture** : Définit le nombre des cas où le client tombe en rupture dans un intervalle de temps définit.

La formule :

$$\text{Taux de rupture} = \frac{\text{la somme des ruptures de tous les produits}}{\text{la somme de la demande de tous les produits}} * 100$$

- 2- **Le Taux de retard des commandes** : Représente le nombre des commandes livrées en retard depuis le début de l'année.

La formule :

$$\text{Taux de retard} = \frac{\text{la somme des commandes en retards}}{\text{la somme des commandes}} * 100$$

- 3- **Lead Time de la commande** : il permet de calculer le temps qui s'écoule entre le moment où le département d'achats passe une commande au fournisseur et le moment où l'entrepôt la reçoit.

La formule :

$$\text{Lead time de la commande} = \text{Date de réception de la commande} - \text{Date d'émission.}$$

- 4- **Un diagramme à bandes verticales** illustrant la somme des ruptures par rapport à la commande totale pour chaque produit.
- 5- **Un anneau** qui représente le pourcentage d'articles urgent dans le stock en temps réel.
- 6- **Un diagramme à bandes verticales** qui illustre la différence entre la demande réel et les consommations mensuelles.
- 7- **Un graphe** d'évolution des prévisions mensuelles de chaque référence.

Chapitre 3 : Apports et Solutions proposées

La figure suivante représente le tableau de bord.

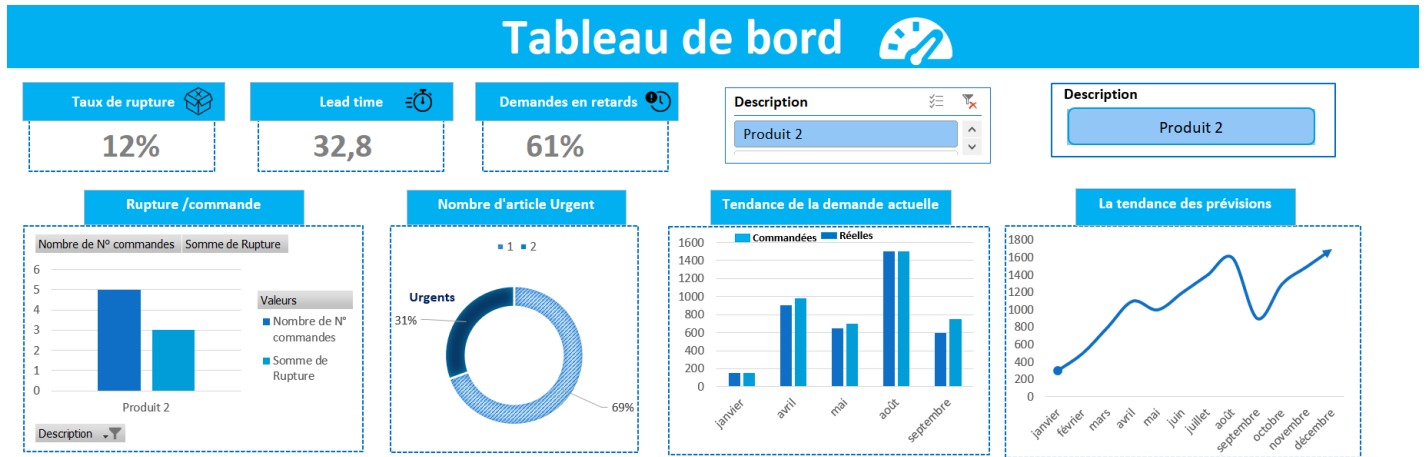


Figure 54 : Tableau de bord.

5. Innovation outil d'amélioration et d'optimisation de la supply chain:

Après avoir contribué à l'amélioration de la chaîne logistique d'AIRP et suite au diagnostic effectué, nous avons pu détecter plusieurs dysfonctionnements, et bien évidemment, il nous est impossible de tous les résoudre.

Cependant, étant étudiants en management de l'innovation et ayant un parcours assez riche dans ce domaine, nous suggérons deux pistes d'amélioration innovantes qui méritent d'être pris en considération. La première proposition est de type organisationnel : une structure favorable à l'innovation. La deuxième est une innovation de procédé : outil collecte des données.

5.1. Innovation organisationnelle :

Dans le secteur pharmaceutique la concurrence est extrêmement rude entre les entreprises proposant des produits similaires. En effet, la plupart des marchés sont aujourd'hui saturés et la compétitivité d'une entreprise dépend donc plus que jamais de sa capacité à innover, lui permettant de prendre le devant dans le marché.

Ainsi, pour faire face à cette concurrence, l'entreprise doit avoir une structure favorable à l'innovation. AIRP dispose d'une structure bureaucratique rigide (mécaniste) qui assure l'organisation du travail quotidien selon un ordre bureaucratique et que chacun ait une responsabilité et des tâches précises. Contrairement au secteur pharmaceutique, caractérisé par une certaine instabilité, dans lequel l'entreprise opère, la structure bureaucratique évolue généralement dans un environnement stable. En effet cette structure offre une faible collaboration entre les différentes entités de l'entreprise, et une communication assez lente pouvant freiner la prise d'initiative et le fonctionnement en mode projet caractérisé par la structure organique. Le deuxième type de structure organisationnelle est la structure organique qui est moins stricte et offre une définition des tâches flexible et une communication latérale. Néanmoins, ce type de structure de gestion ne fonctionne pas bien si les tâches sont très grandes et complexes et nécessitent une intégration significative des ressources et du personnel pour atteindre les objectifs stratégiques.

Vu que les deux types présentent des caractéristiques distinctes, une organisation qui fait coexister ces deux structures est susceptible d'accroître sa performance tant pour les activités d'innovation que pour les activités routinières.

Donc pour accroître la performance de l'entreprise au niveau de sa capacité d'innovation et pour accroître son efficacité organisationnelle, nous proposons d'adapter la structure hypertexte de Nonaka et Takeuchi, qui se décompose en trois niveaux :

- **Un niveau groupes de projets :** Accroître la performance de l'entreprise au niveau de sa capacité d'innovation.
- **Un niveau système d'entreprise :** Accroître son efficacité organisationnelle.
- **Un niveau « base de connaissances communes » :** Offrir des moyens d'apprentissage qui permette d'améliorer l'entreprise sans cesse.

L'organisation hypertexte selon Nonaka et Takeuchi, 1995

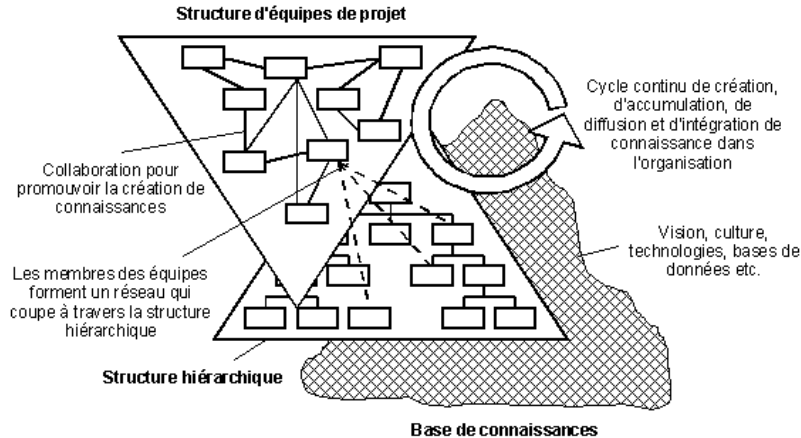


Figure 55 : La structure hypertexte de Nonaka et Takeuchi. (Systemic Business Performance).

5.2 Innovation de procédé :

L'importance de la donnée en entreprise est aujourd'hui unanimement reconnue. La data est le moteur de la relation client, de la stratégie commerciale et de tout projet marketing. L'investissement dans les solutions de gestion des données est une évidence pour un grand nombre d'entreprises. Pourtant, la qualité des données qu'elles y intègrent traîne encore à devenir une priorité. La valeur d'une donnée dépend avant tout de sa qualité. Le processus de qualification des datas se retrouve ainsi aux cœurs des problématiques d'entreprises.

La qualité des données couvre plusieurs dimensions : la complétion, la cohérence, la validité, l'actualisation, la disponibilité et la traçabilité.

- Complétion et précision des données : Une data qualifiée est tout d'abord une donnée complète, précise et cohérente
- Validité des données : La validité est la deuxième caractéristique d'une donnée qualifiée. Une donnée de qualité est une information sans erreur, exempte de fautes de frappe ou de syntaxe.
- Mise à jour des données : Pour être créatrices de valeur, les données doivent absolument être récentes.
- Disponibilité des données : La disponibilité est un autre point primordial. Les données doivent être accessibles, utilisables rapidement et stockées au bon endroit et au bon format.
- Traçabilité des données : Les utilisateurs doivent pouvoir s'assurer de la provenance des données qu'ils utilisent au quotidien dans leurs activités.

De très nombreux logiciels et applications de collecte de données existent sur le marché. Dans l'entrepôt où les produits transitent ou sont stockés, il est essentiel de toujours garder sous contrôle les quantités et les stocks des produits, ainsi que, bien sûr, suivre les produits (et leur parcours) qui arrivent, sont expédiés ou sont retournés. Le code-barres apposé sur l'emballage de

ces produits est le meilleur allié pour que tout soit simple, rapide et fiable. Un lecteur permettant de scanner ces codes ou un logiciel de gestion des données collectées facilitent la collecte des données en masse.

Une fois qu'un colis arrive dans l'entrepôt et présente un code-barres approprié, l'opérateur logistique n'aura plus qu'à lire le code via le lecteur de code-barres. Toutes les informations contenues dans le code qui vient d'être scanné se retrouveront automatiquement dans le logiciel de gestion.

6. Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons présentés la démarche suivie pour l'élaboration de notre solution qui répond au besoin identifié dans la problématique. Nous avons proposé trois solutions à l'entreprise AIRP, ceci dans le but de lui permettre d'améliorer la performance logistique d'une partie de sa Supply Chain.

La première solution porte sur la mise en place d'un outil statistique de prévision pour les six produits concernées par l'étude. Ceci, en nous basant sur les techniques de lissage Holt Winters ainsi que sur la méthode de contrôle Box & Jenkins.

La deuxième solution concerne la mise en place de politiques d'approvisionnement des produits finis, de façon à optimiser les coûts de stockage et à limiter le nombre de ruptures et de sur-stockages.

La troisième solution, nous avons proposé un tableau de bord et une application G-Stock pour le suivi de la consommation et de l'approvisionnement des produits finis.

Enfin nous avons proposé pour réajuster notre contribution à la solution de la problématique deux pistes d'améliorations innovantes : organisationnelle et de procédé.

CONCLUSION GENERALE

« Le présent n'est pas un passé en puissance. Il est le moment du choix et de l'action. »

Simone de Beauvoir

Conclusion Générale

La concurrence rude et accrue à laquelle les entreprises pharmaceutiques sont confrontées en Algérie les amène à se fixer des objectifs stratégiques leur permettant d'une part de créer un avantage concurrentiel et d'autre part d'atteindre des performances globales satisfaisantes. Ceci afin de renforcer leur positionnement vis-à-vis des concurrents, et assurer la pérennité de leur activité.

Le contexte économique difficile actuel et l'évolution du marché ont eu un impact significatif sur les différentes fonctions d'AIRP, dont sa préoccupation principale est d'offrir une large gamme de produits couvrant de nombreuses catégories thérapeutiques. Cependant, sa vocation est de satisfaire ses clients en leur fournissant les produits de leur choix au meilleur rapport qualité/prix dans les délais les plus courts, une des raisons qui rendent cette tâche extrêmement difficile entraînant des dysfonctionnements au niveau du processus approvisionnement qui engendrent des ruptures de stock, des surstocks mais aussi des coûts élevés.

C'est pourquoi il nous est apparu essentiel de reconsidérer la fonction Approvisionnements en tant que fonction stratégique.

Pour répondre aux problèmes liés à cette dernière, nous avons en premier lieu, réalisé un diagnostic opérationnel en suivant le référentiel SCOR dont le but principale est d'identifier l'ensemble de dysfonctionnements de la Supply Chain. Pour y parvenir, nous avons d'abord commencé par la description générale de l'organisation à travers des cartographies de trois niveaux de détails et enfin l'analyse détaillée des processus cruciaux Approvisionnement et Planification à travers les diagrammes de flux des sous-processus qui les constituent.

Dans un premier temps, nous avons mis en place un outil statistique de prévision. Ce dernier a permis de prévoir la consommation mensuelle des six produits pilotes choisis après une classification ABC. Pour ce faire, le développement d'une méthodologie prévisionnelle pour fiabiliser ces prévisions est nécessaire. La méthode de Holt-Winters saisonnière multiplicative a donné les meilleurs résultats avec des taux de réalité très satisfaisants autour de 90%. Et pour tester si ces résultats peuvent être améliorés, nous sommes passés au deuxième niveau d'analyse par une méthodologie de contrôle Box-Jenkins. Et pour le troisième niveau, si les résultats des deux premiers niveaux d'analyse ne sont pas fiables, on recommande l'utilisation des méthodes hybrides : qualitative et quantitative (les cinq visions de futur). Ces prévisions ont ensuite servi de données d'entrée aux politiques d'approvisionnement.

Dans un second temps, nous avons développé des politiques d'approvisionnement adaptées à chaque classe de produit, ce qui a permis de réduire les aléas liés à la variation de la demande et aux changements imprévus du marché. Ainsi, pour la classe A nous avons choisi une politique à date et quantité variables, pour la classe B une politique à date variable et quantité fixe et pour la classe C une politique à date et quantité fixes.

Pour assurer le suivi de la consommation et de l'approvisionnement, nous avons conçu un outil de gestion et de pilotage de la performance de ce processus. En effet cette étape est la partie opérationnelle de la mission effectuée dans la partie précédente. L'outil développé contient deux parties. La première partie est un tableau de bord qui regroupe des indicateurs de performances et

Conclusion générale

des graphiques facilitant la visualisation des différentes informations liées aux produits. La deuxième partie est une application de Gestion de stock qui permet de faire des calculs après avoir saisi les données d'une manière automatique, nous lui avons donné le nom de « G-Stock ». L'outil sert à gérer, contrôler et suivre le stock d'une façon continue et en temps réel, afin d'avoir une visibilité sur les problèmes futurs (rupture, sur stock) pour réduire leurs effets par des actions correctives.

Enfin, nous avons suggéré deux pistes d'amélioration innovantes. La première proposition est de type organisationnel : une structure favorable à l'innovation. La deuxième est une innovation de procédé : outil collecte des données.

La principale contribution de cette étude réside premièrement dans les propositions pour améliorer les prévisions en se basant sur des méthodes statistiques. Et deuxièmement, dans l'optimisation des coûts logistiques grâce aux politiques d'approvisionnement et le suivi de la performance.

Les solutions ainsi apportées permettront à AIRP de rentabiliser le processus d'approvisionnement en produits finis, grâce à une réduction des coûts de stockage et une disponibilité des produits assurée dans les meilleurs critères de coût qualité délais. En effet, le suivi rigoureux de cette démarche et la disponibilité de données journalières, permettront à l'entreprise de réaliser une meilleure gestion des approvisionnements et ainsi de dégager un gain plus important.

D'un point de vue personnel, ce projet, malgré sa grande complexité, nous a permis de nous familiariser avec le travail à grande échelle en multinationale et d'apprendre davantage sur le secteur pharmaceutique en général et Algérien en particulier. C'est un projet qui nous a permis d'apprécier notre base polyvalente acquise durant notre cursus universitaire, aussi d'apprendre que le monde professionnel est une question de soft skills et de travail en équipe.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et Articles :

ASSEY MBANG Janvier-James. *A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective.* Canadian Center of Science and Education. Janvier 2012.

Boukabous, 2019. BOUKABOUS Ali. Génie Industriel : Méthodes et outils de prévision. Alger : Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, 2019, 200p.

BOUKABOUS Ali. Cours Management des ressources technologique 2020-2021.

CHOPRA Sunil, MEINDL Peter. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation.* Pearson, 2000. 457p. ISBN: 978-0130264657.

FERNANDEZ Alain. *L'essentiel du tableau de bord.* Eyrolles, 2013. 255p. ISBN: 978-2-212-55619-3.

Fournier, P., & Ménard, J. P. (2004). *Gestion de l'approvisionnement et des stocks.* Gaëtan Morin.

Gaspard, P. (2004). *Gestion des stocks et de la production.* Notes de cours, ULB, Bruxelles.

Gourieroux & Monfort, 1995. GOURIEROUX Christian, MONFORT Alain. Séries temporelles et modèles dynamiques. Economica, 1995. 664p. ISBN: 978-2-717-828719-3.

LAMBERT, DOUGLAS. *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance.* s.l. : Supply Chain Management Inst, 2008. p. 431. ISBN 9780975994931.

LEMGHARI Radouane, SARSRI Driss, OKAR Chafik. *Adaptation du modèle SCOR pour la spécificité des PME Marocaines : Etude de cas.* Xème Conférence Internationale : Conception et Production Intégrées, Dec 2015, Tanger, Maroc. Hal-01260787f.

LE MOIGNE Rémy. *Supply Chain Management.* Dunod, 2017. 30p. ISBN: 978-2-10-075997-2.

HARRAT Mourad. Cours Supply Chain Management 2020-2021.

Morana & Gonzalez-Feliu, 2010. MORANA Joëlle, GONZALEZ-FELIU Jesus. Les indicateurs de performance. HAL, 2010. 18p. halshs-01055895.

NIBOUCHE Fatima. Cours Gestion de stocks 2019-2020.

PAUL John, LAVILLE Jean-Jacques. *Le modèle SCOR, vecteur d'excellence de la Supply Chain.* SUPPLY CHAIN MAGAZINE - MARS 2007.

<http://www.supplychainmagazine.fr/TOUTE-INFO/Archives/SCM013/Tribune-iCognitive-13.pdf>.

PORTER, Michael. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors.* Free Press, 1980. 396 p. ISBN: 9780029253601.

BIBLIOGRAPHIE

SCOR, 2017 *Supply-Chain Council*. Supply Chain Operations Reference Model. Version 12.0. 2017.

SELMER Caroline. *Concevoir le tableau de bord*. Dunod, 2015. 256p. ISBN: 978-2-10-072644-8.

ZOUAGHI Iskander. Cours Supply Chain Management 2019-2020.

Mémoires:

Aboubakr MOUBARAK. Aménagement d'une nouvelle structure de stockage et redéfinition de la politique d'approvisionnement du magasin PF mousse. Projet de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme Master spécialisé Génie Logistique à FSAC, Juin 2017.

Ahmed Abdelhamid Rafik BENFARHAT, Fatma KOUBA. *Mise en place du processus collaboratif: Sales and Operations Planning cas IMPSA SPA*. Projet de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état. Ecole Nationale Polytechnique, Juin 2017.

Djazia AMARI, Hind Nefissa DJADOUN. *Contribution à l'amélioration du processus de gestion de l'information liée à l'import-export par la mise en place d'un service d'archivage. Application: Schlumberger*. Projet de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état. Ecole Nationale Polytechnique, Juin 2018.

Sites Web et documents en ligne :

ABDI IBRAHIM. Milestones. [en ligne]. [Consulté le 16 Mars 2021]
<https://www.abdiibrahim.com.tr/en/corporate/milestones>

AIRPDZ. À propos de nous. [en ligne]. [Consulté le 16 Mars 2021]
<http://www.airpdz.com/a-propos-de-nous/>

Algérie Presse Service. Industrie pharmaceutique: l'encouragement de l'investissement local, "une priorité". [en ligne]. [Consulté le 14 Mars 2021]
<https://www.aps.dz/sante-science-technologie/118844-industrie-pharmaceutique-l-encouragement-de-l-investissement-local-une-priorite>

APSSS. Indice de GINI. [en ligne]. [Consulté le 14 Juin 2021]
<https://apsss-consulting.fr/diagramme-de-pareto-methode-a-b-c/>

Axysweb. L'importance de la qualité des données pour les entreprises. [Consulté le 29 Juin 2021]
<https://www.axysweb.com/qualite-des-donnees-entreprise/>

BEM RECYCLING. L'impact des produits pharmaceutiques sur l'environnement. [en ligne]. [Consulté le 12 Mars 2021]
<http://bemrecycling.com/limpact-des-produits-pharmaceutiques-sur-lenvironnement/>

Businessfrance. Le marché pharmaceutique en Algérie 2020. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]
<https://www.businessfrance.fr/le-marche-pharmaceutique-en-algerie-2020>

Debitoor. Qu'est-ce que l'approvisionnement ?. [en ligne]. [Consulté le 29 Mars 2021]

BIBLIOGRAPHIE

<https://debitoor.fr/termes-comptables/approvisionnement>

Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. L'industrie pharmaceutique. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]

<http://www.ilocis.org/fr/documents/ilo079.htm>

Fédération nationale de l'information médicale. Les tendances du marché mondial de l'industrie pharmaceutique. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]

<https://www.lafnim.com/actualite/les-tendances-du-marche-mondial-de-l-industrie-pharmaceutique-69.htm>

Le Coin des Entrepreneurs. Cinq forces de porter pour analyser l'environnement concurrentiel. [en ligne]. [Consulté le 11 Avril 2021]

<https://www.lecoindesentrepreneurs.fr/5-forces-de-porter-analyse-concurrence/>

LEEM. Marché Mondial. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]

<https://www.leem.org/marche-mondial>

Pharmaceutical technology. Top ten pharma companies in 2020. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]

<https://www.pharmaceutical-technology.com/features/top-ten-pharma-companies-in-2020/>

Statista. Global pharmaceutical sales from 2017 to 2020, by region. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]

<https://www.statista.com/statistics/272181/world-pharmaceutical-sales-by-region/>

Stocks Industriels. Inventaire avec code-barre : comment et pourquoi ?. [en ligne]. [Consulté le 29 Juin 2021]

<https://www.stocks-industriels.fr/inventaire-avec-code-barre-comment-et-pourquoi/>

Techno-Science.net. L'industrie pharmaceutique. [en ligne]. [Consulté le 10 Mars 2021]

<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Industrie-pharmaceutique.html>

Veolia. Augmenter les performances de l'industrie pharmaceutique. [en ligne]. [Consulté le 11 Mars 2021]

<https://www.veolia.com/fr/marches/industrie/performance-environnemental-industrie-pharmaceutique>

Annexes

Liste des annexes

ANNEXE 1 : MODELE DES 5 FORCES DE PORTERS	118
ANNEXE 2: LE MODELE SCOR ET SON ARCHITECTURE	120
ANNEXE 3 : LES ETAPES ET LES TESTS STATISTIQUES UTILISES DANS LA METHODOLOGIE DE BOX-JENKINS	123
ANNEXE 4: LES RESULTATS DE TRAITEMENT DES METHODES DU LISSAGE SUR EVIEWS.....	128

Annexe 1 : Modèle des 5 forces de porters

La méthode des 5 forces de Porter est un outil d'analyse stratégique qui permet d'évaluer la concurrence sur un marché. Elle consiste en une étude de 5 éléments dans le but de définir, avec précision, les opportunités et les menaces qui pèsent sur une entreprise. Cette méthode a été mise au point par Michael Porter, professeur de stratégie d'entreprise. Dans le cadre d'un diagnostic, elle s'emploie durant l'analyse stratégique externe.

Pour Porter, la concurrence dépend des 5 forces suivantes :

- **le degré de rivalité avec les concurrents** : La lutte entre les concurrents sur un marché dépend de plusieurs facteurs. Il s'agit ici de s'intéresser de près aux concurrents de l'entreprise. Pour analyser l'intensité concurrentielle.
- **la menace des nouveaux entrants** : Les nouveaux entrants correspondent aux nouvelles entreprises qui pourraient potentiellement entrer sur le marché et menacer les acteurs en place. Le degré de cette menace dépend du niveau de difficulté qu'ont les nouvelles entreprises pour s'implanter sur le marché. Plus il y a de barrières à l'entrée, moins la menace est élevée.
- **la menace des produits de substitution** : Les produits de substitution correspondent aux nouveaux produits ou services susceptibles d'entrer sur le marché et de constituer une alternative à l'offre existante. Généralement, il s'agit de produits innovants apportant une valeur ajoutée supérieure à ce qui est actuellement proposé sur le marché.
- **le pouvoir de négociation des fournisseurs** : Comme pour les clients, il s'agit d'analyser le pouvoir de négociation que les fournisseurs peuvent exercer sur l'entreprise. Les fournisseurs ont-ils le pouvoir d'imposer leurs conditions dans les négociations ? Pour l'entreprise, le pouvoir des fournisseurs peut impacter les prix, et donc sa rentabilité.
- **le pouvoir de négociation des clients** : Ici, il contient d'analyser le pouvoir de négociation que les clients peuvent exercer sur l'entreprise. Ont-ils le pouvoir d'influencer les prix pratiqués par l'entreprise et/ou les autres conditions de la vente ?

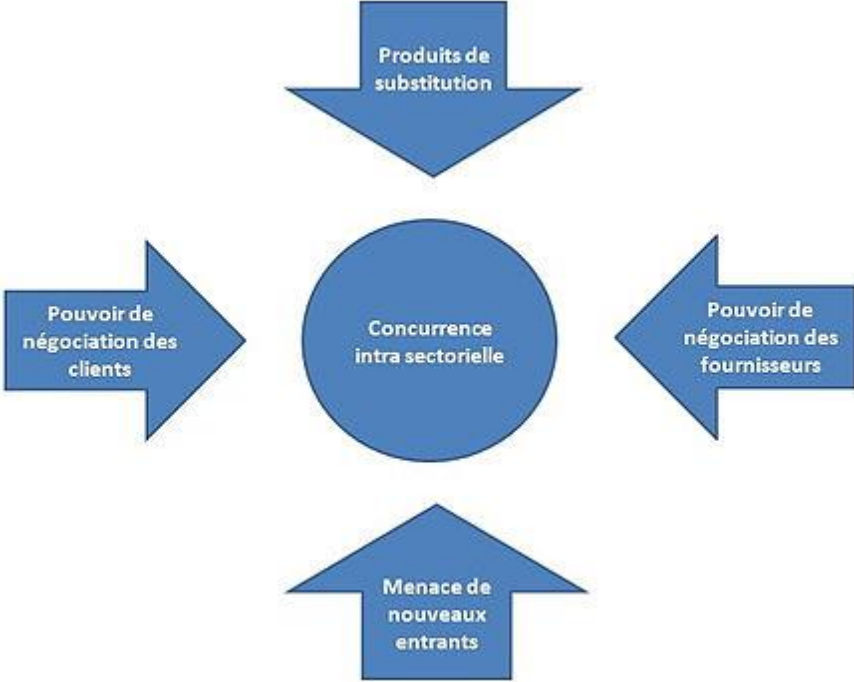


Figure 56: les Cinq forces de Porter (Wikipédia).

Annexe 2: Le modèle SCOR et son architecture

1. Définition du modèle SCOR

Le modèle SCOR (Supply Chain Operations Reference) est un modèle de référence initialisé en 1996 par le Supply Chain Council (SCC 2000) ayant pour objectif de définir un guide standard pour les entreprises, qui définit une démarche, des processus, des indicateurs et les meilleures pratiques du moment pour représenter, évaluer et diagnostiquer la Supply Chain. Le Supply Chain Council (SCC) est une organisation sans but lucratif regroupant à l'origine deux cabinets de conseil et 69 sociétés américaines. Le SCC compte désormais plus de 800 membres, dont les entreprises les plus performantes. Son objectif est d'apporter un soutien aux entreprises dans le domaine du pilotage des chaînes logistiques par la diffusion des bonnes pratiques. Le modèle SCOR issu de cette volonté en est aujourd'hui à sa neuvième version.

2. Périmètre du modèle SCOR

En partant du principe que chaque chaîne logistique a besoin en permanence d'une surveillance, de modifications et d'améliorations pour maintenir le flux de marchandises entre le fabricant et le client et apporter des améliorations structurelles, Le modèle SCOR présume que toute chaîne logistique peut être subdivisée en 5 types de processus : planification (Plan), approvisionnement (Source), fabrication (Make), livraison (Deliver) et gestion des retours (Return), et un processus de soutien Support (Enable) comme représenté dans la figure ci-dessous :

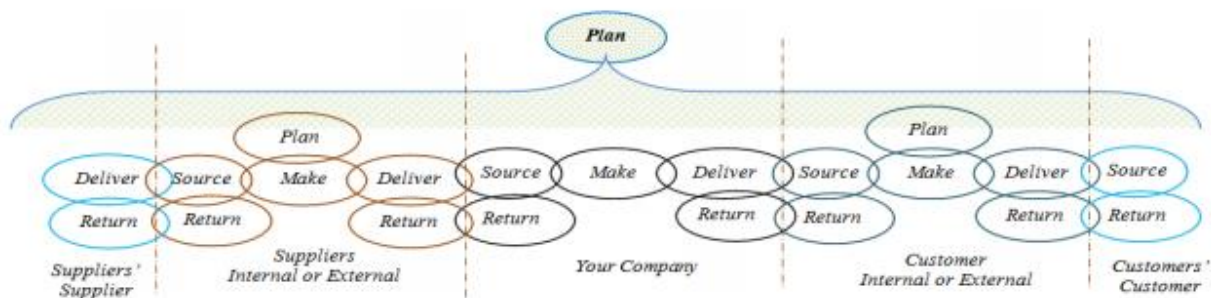


Figure 57: Représentation de la Supply Chain selon le modèle SCOR. 10 (Revue Marocaine de Management Logistique et Transport 50).

3. Architecture du modèle SCOR

Le modèle SCOR aboutit à une décomposition de 4 niveaux :

Niveau 1 « Types de Processus » : il s'agit du niveau le plus agrégé et identifie le périmètre de la Supply Chain et la définit selon 5 processus génériques :

- Planifier (Plan) : Ce processus décrit les activités de planification liée à la SC de l'entreprise et concerne la planification de l'affectation des demandes aux ressources, la production, ainsi que le transport
- Approvisionner (Source) : Ce processus présente le flux amont de la SC qui englobe l'achat et l'approvisionnement en matière premières auprès des fournisseurs
- Produire (Make) : Celui-ci décrit les activités de production à savoir la transformation de matière première en produit fini qui génère de la valeur au client.
- Distribuer (Deliver) : Ce processus comprend l'ensemble des activités de la logistique avale en partant de la création, traitement jusqu'à la livraison du produit au client.
- Retourner (Return) : Comprend les activités de gestion des flux de retour de produits fini ou bien retour de service et matière première auprès du fournisseur.

Niveau 2 « Catégories de Processus » : Ce niveau permet, en accord avec la stratégie de l'entreprise, de (re)configurer la Supply Chain en éclatant les processus génériques en sous processus

Niveau 3 « Décomposition de Processus » : Le niveau 3 décrit et définit l'ordre logique et chronologique des activités effectuées pour exécuter les sous processus de niveau 2.

Niveau 4 « Décomposition des activités du Processus » : Ce niveau n'est pas dans le modèle de référence. Il convient à chaque entreprise de définir les tâches élémentaires des activités.

La figure ci-dessous illustre les 4 niveaux du modèle SCOR

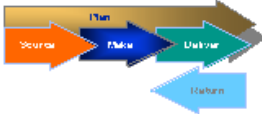

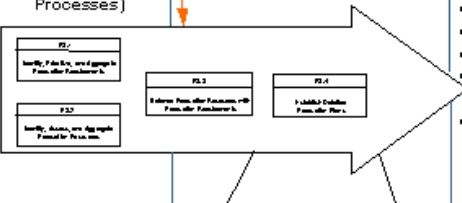

		Level			
		No.	Description	Schematic	Comments
Supply Chain Operations Reference-model	↑	1	Top Level (Process Types)		Level 1 defines the scope and content for the Supply Chain Operations Reference-model Here basis of competition performance targets are set
		2	Configuration Level (Process Categories)		A company's supply chain can be "configured-to-order" at Level 2 from 26 core "process categories." Companies implement their operations strategy through the configuration they choose for their supply chain.
		3	Process Element Level (Decompose Processes)		Level 3 defines a company's ability to compete successfully in its chosen markets and consists of: <ul style="list-style-type: none"> Process element definitions Process element information inputs and outputs Process performance metrics Best practices, where applicable System capabilities required to support best practices Systems/tools Companies "fine tune" their Operations Strategy at Level 3
		4	Implementation Level (Decompose Process Elements)		Companies implement specific supply-chain management practices at this level Level 4 defines practices to achieve competitive advantage and to adapt to changing business conditions.
Not in Scope	↑				

Figure 58: Les différents niveaux du modèle SCOR (Supply Chain Magazine : Le modèle SCOR, Vecteur d'excellence de la Supply Chain).

Annexe 3 : Les étapes et les tests statistiques utilisés dans la méthodologie de Box-Jenkins

1. Concept de stationnarité : Une série pour $t = 1, \dots, T$ est dite stationnaire si :

- $E(y_t) = \mu \forall t$ (constante ne dépend pas de t)
- $\text{Var}(y_t) = \sigma^2 < \infty \forall t$ (Constante ne dépend pas de t)
- $\text{Cov}(y_t, y_{t-k}) = E[(y_t - \mu)(y_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$

Ce qui implique qu'un processus stationnaire n'a ni de saisonnalité ni de tendance.

Remarque : la série ε_t telle que $E(\varepsilon_t)=0$, $\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma^2$ est donc une série stationnaire, et est appelée bruit blanc.

2. Fonction d'autocorrélation simple et partielle :

Définition 1 : la fonction d'autocorrélation est la fonction notée p_k qui mesure la corrélation de la série avec elle-même décalée de k périodes :

$$p_k = \frac{\text{cov}(y_t - y_{t-k})}{\sigma_{y_t} \sigma_{y_{t-k}}} = \frac{\sum_{t=k+1}^n (y_t - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=k+1}^n (y_t - \bar{y})^2} \sqrt{\sum_{t=k+1}^n (y_{t-k} - \bar{y})^2}}$$

Où $|\bar{y}|$ représente la moyenne empirique et de la série calculé sur $n-k$ périodes, avec n le nombre d'observations. On peut en déduire que :

$$p_0 = 1, p_k = p_{t-k}$$

Définition 2 : La fonction d'autocorrélation partielle de retard k mesure la corrélation entre y_t et y_{t-k} , sachant que l'influence des autres variables ($y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k+1}$) a été retirée.

Lorsque nous étudions la fonction d'autocorrélation d'une série chronologique, la question qui se pose est de savoir quels sont les termes p_k qui sont significativement différents de 0. En effet, si aucun terme n'est significativement différent de 0, le processus étudié est sans mémoire et donc il n'est affecté ni de tendance ni de saisonnalité. Ou encore, si une série mensuelle présente une valeur élevée pour p_k (corrélation entre y_t et y_{t-12}), la série étudiée est certainement affectée d'un mouvement saisonnier.

3. Processus TS et DS :

Le processus TS (Trend Stationary) : est un processus qui peut s'écrire de la façon suivante :

$$y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

Où ε_t représente l'erreur du modèle à la période t .

Ce processus est de nature déterministe et non stationnaire, non stationnaire car $E(y_t) = \alpha + \beta t$ dépend donc du temps. Cependant un processus TS peut être stationnarisé et cela en soustrayant une valeur estimée $\hat{\alpha} + \hat{\beta}t$ en utilisant la méthode des moindres carrés.

Le processus DS (Differency Stationary) : aussi appelé marche au hasard, ce processus présente une non stationnarité de type stochastique et peut s'écrire de la sorte :

$$y_t = y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$$

Par récurrence, on obtient :

$$y_t = y_0 + \beta t + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i$$

avec $\varepsilon_t \sim \text{idd}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ et β constante.

Deux cas sont alors à considérer :

— $\beta \neq 0$ (On parle alors de DS avec dérive) : ici la non stationnarité est alors causée par $E(y_t) = y_t + \beta t$ implique que $E(y_t)$ dépend du temps.

— $\beta = 0$ (DS sans dérive) : dans ce cas la non stationnarité vient de la variance de y_t ; en Effet $V(y_t) = V(\sum_{i=1}^t \varepsilon_i) = \sum_{i=1}^t V(\varepsilon_i) = t\sigma_\varepsilon^2$ implique que si alors $\text{Var}(y_t) \rightarrow \infty$.

Enfin, pour stationnariser un DS (avec ou sans dérive), il suffit de le passer en différence première :

$$\begin{aligned} y_t - y_{t-1} &= \beta + \varepsilon_t \text{ (cas avec dérive)} \\ y_t - y_{t-1} &= \varepsilon_t \text{ (cas sans dérive)} \end{aligned}$$

A noter qu'une série est dite intégrée d'ordre d (notée $y_t \sim I(d)$) s'il convient de la différencier d fois afin qu'elle soit stationnaire.

4. Test de Dickey-Fuller simple et augmenté :

Le test de Dickey Fuller permet de savoir si une série est stationnaire ou non, et permet aussi de déterminer la bonne façon de la stationnariser.

— Dans le cas du test dit « Simple » on suppose que l'erreur de la série (ε_t) suit une loi normale.

Les hypothèses du test sont les suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{processus non stationnaire, comprend l'une de ces formes de non stationnarité} \\ \quad [1] y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \\ \quad [2] y_t = \phi y_{t-1} + c + \varepsilon_t \\ \quad [3] y_t = \phi y_{t-1} + c + bt + \varepsilon_t \\ \text{Avec : } \phi = 1 \text{ et } \varepsilon_t \sim \text{idd}(0, \sigma_\varepsilon^2) \\ \quad H_1: |\phi_1| < 1 \end{array} \right.$$

Sous H_0 vraie, la statistique de test pour l'estimateur ϕ_1 est donnée par :

$$t_{\hat{\phi}_1} = \frac{\hat{\phi}_1 - 1}{\hat{\sigma}_{\phi_1}}$$

Le teste se déroule comme suit, après estimation de $t_{\hat{\phi}_1}$, Le choix du modèle se fait selon les règles de décision qui suivent :

Si $t_{\hat{\phi}_1} > t_{DF}$ où t_{DF} désigne la valeur critique donnée par la table de DF \Rightarrow On accepte H_1 , le coefficient de la variable explicative est significativement différent de 0.

Si b est significativement différent de 0, on retient le modèle [3], et le test s'arrête là, sinon on passe au modèle [2] afin de tester c , si c est significativement différent de 0 le modèle [2] est retenu, sinon on passe au modèle [1].

Remarque : pour le modèle [1], la règle de décision s'inverse ; en effet dans ce cas Si $t_{\hat{\phi}_1} < t_{DF}$ alors on accepte H_0 .

— Dickey-Fuller augmenté : ce teste suit exactement le même objectif et la même procédure de sélection, si ce n'est qu'à la différence du teste DF simple l'erreur n'est pas supposée bruit blanc, ce qui donne les hypothèses suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l}
 H_0: \text{processus non stationnaire, comprend l'une de ces formes de non stationnarité :} \\
 [4] \Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \phi_k \Delta y_{t-k+1} + \eta_t \\
 [5] \Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \phi_k \Delta y_{t-k+1} + c + \eta_t \\
 [6] \Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \phi_k \Delta y_{t-k+1} + bt + c + \eta_t \\
 \text{Avec : } \rho \text{ le nombre de retard, et } \eta_t \sim \text{idd}(0, \sigma_t^2) \\
 H_1: |\phi_1| < 1
 \end{array} \right.$$

Nous proposons dans ce qui suit un schéma récapitulatif de l'ensemble des étapes à suivre lors du test de racine unitaire de Dickey Fuller dans la figure suivante.

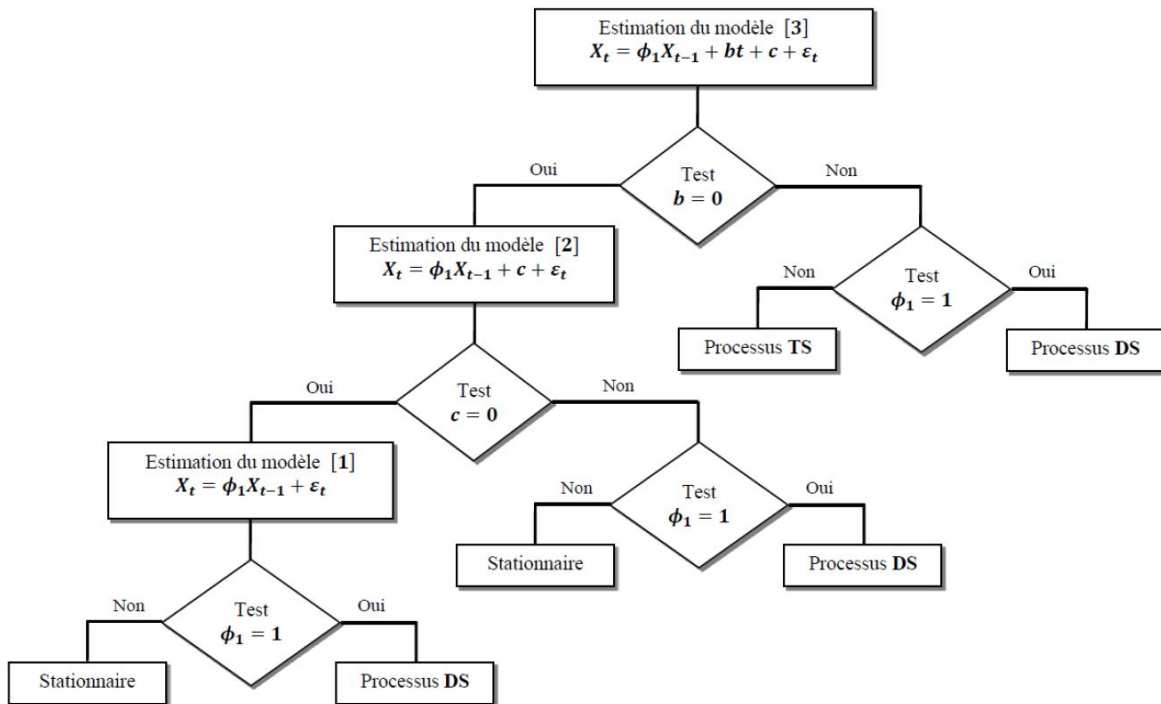


Figure 59: Stratégie simplifiée des tests de racine.

5. Typologie des modèles AR, MA et ARMA :

Modèle AR (Autorégressive : Autorégressif) : Dans le processus autorégressif d'ordre p, l'observation est générée par une moyenne pondérée des observations passées jusqu'à la p-ième période sous la formule suivante :

$$AR(p): y_t = \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + \dots + \theta_p y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

Où $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ sont des paramètres à estimer positifs ou négatifs, ε_t est un aléa Gaussien.

Caractéristiques des corrélogrammes :

Annexes

— Généralement le corrélogramme simple (FAC) d'un processus (p) est caractérisé par une décroissance géométrique de ses termes de type : $p_k = p^k$.

— Le corrélogramme partiel (FAP) a ses seuls p premiers termes différents de 0.

Modèle MA (Moving Average : Moyenne Mobile) : Dans le processus de moyenne mobile d'ordre q, chaque observation y_t est générée par une moyenne pondérée d'aléas jusqu'à la q-ième période.

$$MA(q): y_t = \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q+1}$$

Où $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_q$ sont des paramètres à estimer positifs ou négatifs, ε_t est un aléa Gaussien.

Il est à noter qu'il y a équivalence entre un processus MA (1) et un processus AR d'ordre p infini :

$$MA(1) = AR(\infty)$$

Dans ce processus, tout comme le modèle autorégressif AR, les aléas sont supposés être engendrés par un processus de type bruit blanc.

Caractéristiques des corrélogrammes :

— Le corrélogramme simple (FAC) d'un processus MA(q) est de la forme générale :

$$p_k = \frac{\sum_{i=0}^{q-k} \alpha_i \alpha_{i+k}}{\sum_{i=0}^q \alpha_i^2} \text{ Pour } k = 0, 1, \dots, q \text{ et } p_k = 0 \text{ Pour } k > q$$

C'est-à-dire que seuls les q premiers termes du corrélogramme simple sont significativement différents de 0.

— Le corrélogramme partiel (FAP) est caractérisé par une décroissance géométrique des retards.

Modèle ARMA (mélange de processus AR et MA) : Les modèles ARMA sont donc représentatifs d'un processus généré par une combinaison des valeurs passées et des erreurs passées. Ils sont définis par l'équation [8] :

$$ARMA(p, q): y_t = \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + \dots + \theta_p y_{t-p+1} + \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q+1}$$

Caractéristiques des corrélogrammes :

Les corrélogrammes simples et partiels sont, par voie de conséquence, un mélange des deux corrélogrammes des processus AR et MA purs. Il s'avère ainsi plus délicat d'identifier ces processus à partir de l'étude des fonctions d'autocorrélation empiriques.

Mesure de l'erreur :

Faire des prévisions implique de s'exposer au risque d'erreur, pour cela il est impératif de continuellement remettre en question la fiabilité des modèles utilisés et des prévisions qui en découlent. Cela peut être fait en mesurant le niveau d'erreur, et plusieurs méthodes existent à cet effet, on cite :

— Erreur brute de prévision : E_t

$$E_t = F_t - D_t$$

F_t : Prévision pour la période t. D_t : Réalisation pour la période t.

— Erreur quadratique moyenne (MSE Mean Squared error) :

Annexes

$$MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2$$

Du fait que cette méthode pénalise bien plus les grandes erreurs puisque tous les termes d'erreurs sont au carré. Cette méthode devient plus appropriée dans le cas où le coût d'une grande erreur de prévision est largement plus important que le gain issue d'une bonne prévision.

— Ecart absolu moyen (mean absolute deviation) MAD :

$$MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |E_t|$$

Utile pour estimer la variance de l'erreur en supposant que l'erreur suit une loi normale.

— Pourcentage d'erreur moyenne absolue (Mean absolute percentage error << MAPE >>) :

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n}$$

Cette méthode devient pertinente pour la mesure de l'erreur dans le cas où il existe une forte saisonnalité avec des grandes variations de la demande.

Annexe 4: Les résultats de traitement des méthodes du lissage sur Eviews.

Produit B :

1. Lissage exponentiel double :

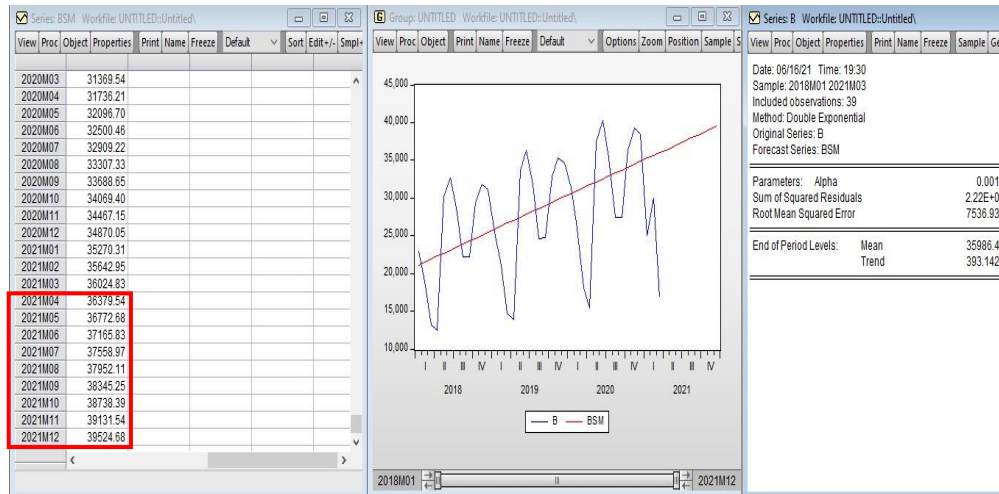


Figure 60: Résultats de la méthode Lissage exponentiel double pour le produit B.

2. Holt-Winter non saisonnière :

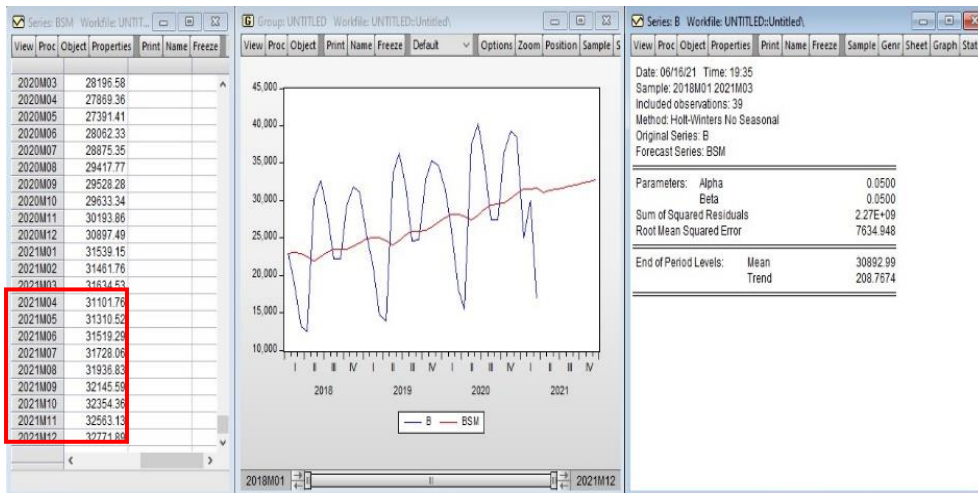


Figure 61 : Résultats de la méthode Holt-Winters non saisonnière pour le produit B.

3. Holt-Winters saisonnière additive :

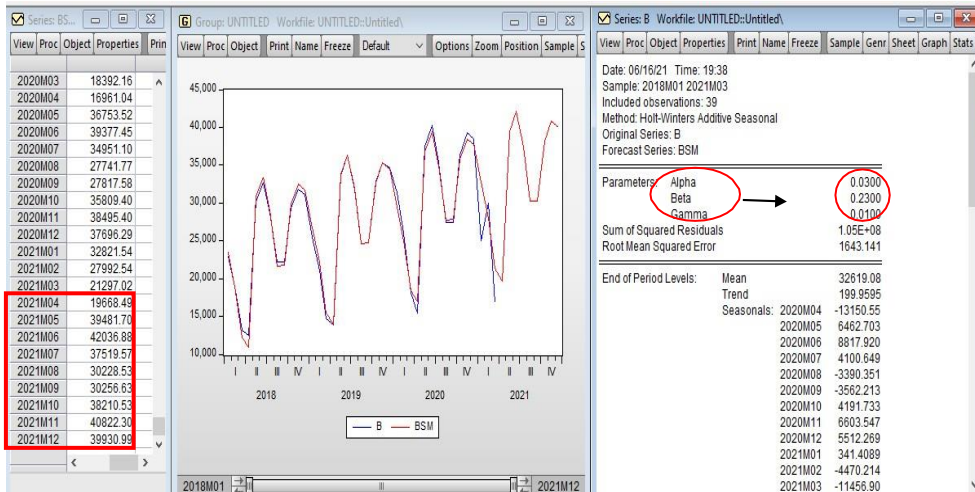


Figure 62: Résultats de la méthode Holt-Winter saisonnière Additive pour le produit B.

4. Holt-Winters saisonnière Multiplicative :

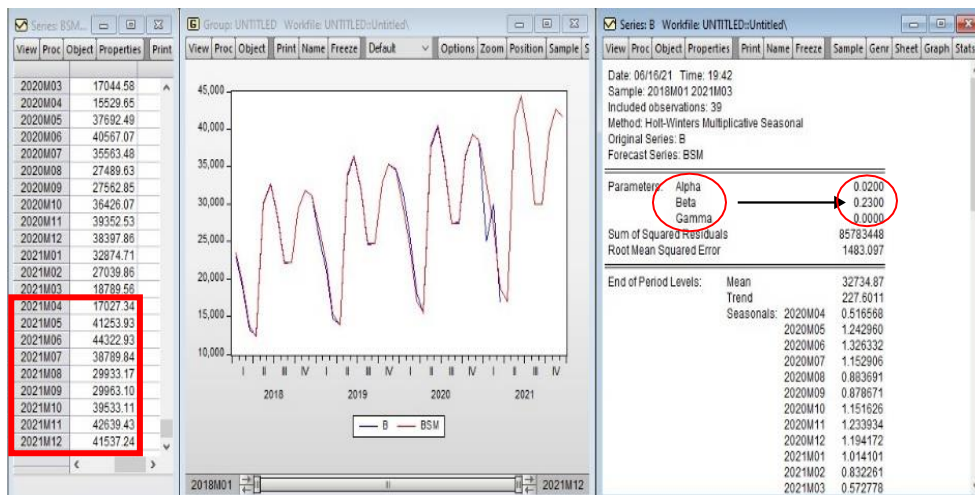


Figure 63: Résultats de la méthode Holt-Winters saisonnière multiplicative pour le produit B.

Produit C :

1. Lissage exponentiel double :

2021M01	46092.53
2021M02	46500.22
2021M03	46907.07
2021M04	47313.07
2021M05	47786.94
2021M06	48260.80
2021M07	48734.66
2021M08	49208.53
2021M09	49682.39
2021M10	50156.25
2021M11	50630.11
2021M12	51103.98

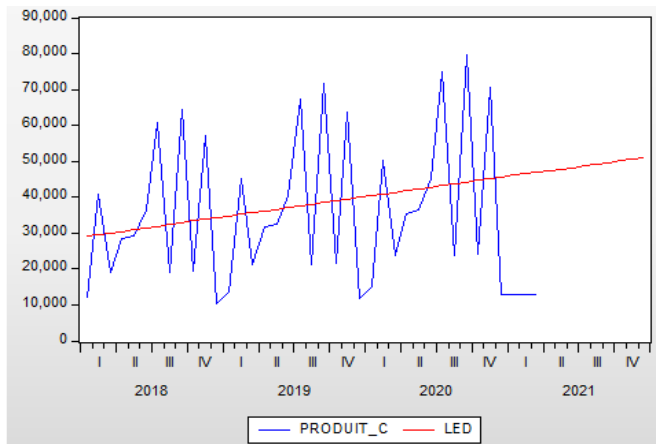


Figure 64: Résultats de la méthode Lissage exponentiel double pour le produit C.

2. Holt-Winter non saisonnière :

2021M01	44187.45
2021M02	40023.98
2021M03	35872.92
2021M04	31807.51
2021M05	30491.88
2021M06	29176.25
2021M07	27860.62
2021M08	26545.00
2021M09	25229.37
2021M10	23913.74
2021M11	22598.11
2021M12	21282.48

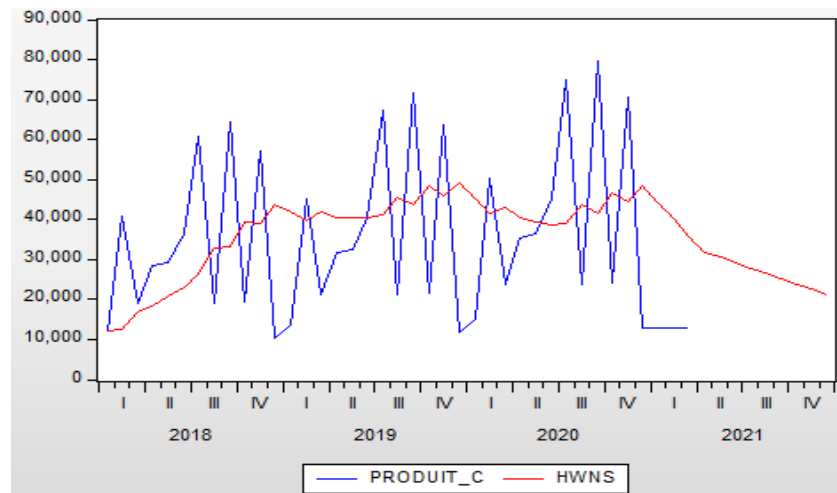


Figure 65: Résultats de la méthode Holt-Winters non saisonnière pour le produit C.

3. Holt-Winters saisonnière additive :

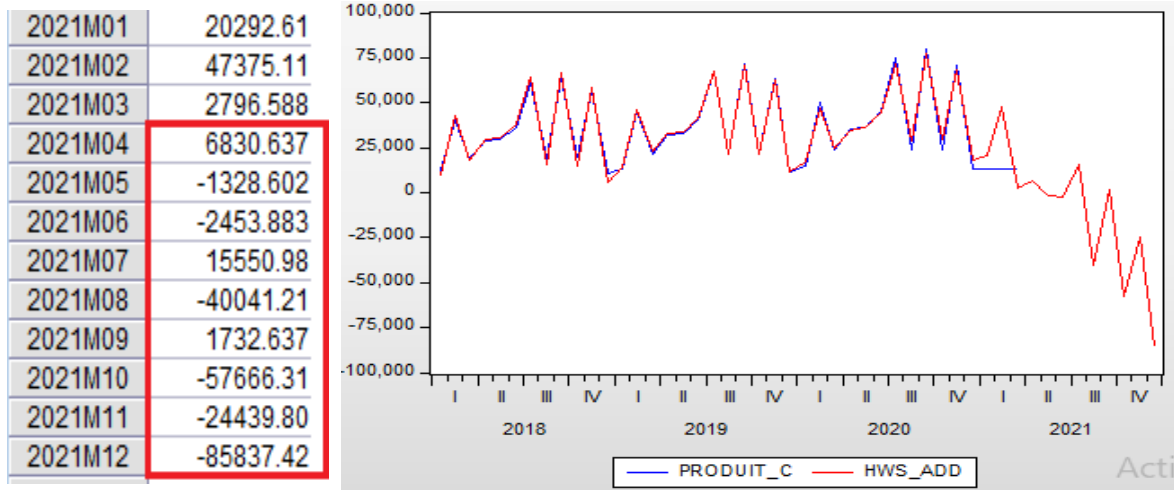


Figure 66: Résultats de la méthode Holt-Winter saisonnière Additive pour le produit C.

4. Holt-Winters saisonnière Multiplicative :

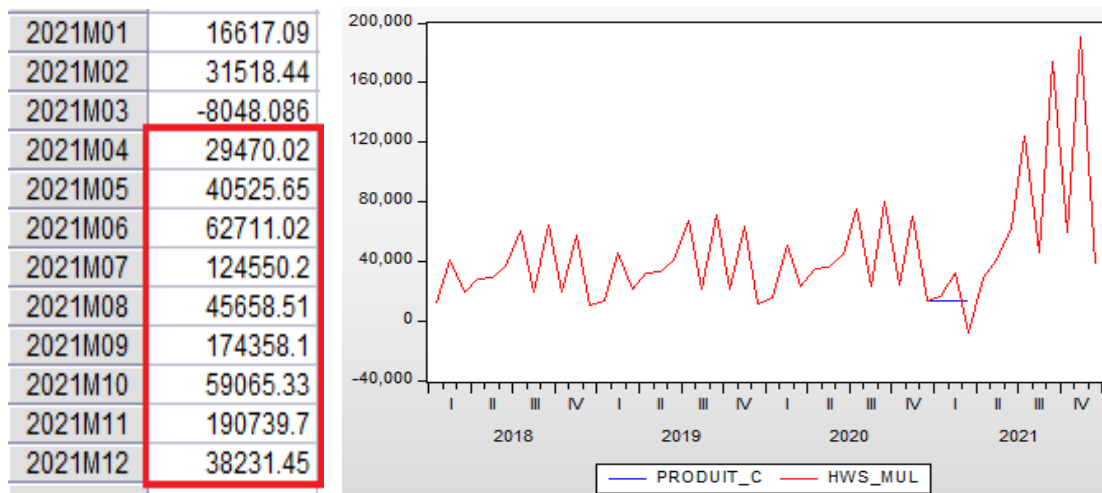


Figure 67: Résultats de la méthode Holt-Winters saisonnière multiplicative pour le produit C.

Produit D:

1. Lissage exponentiel double :

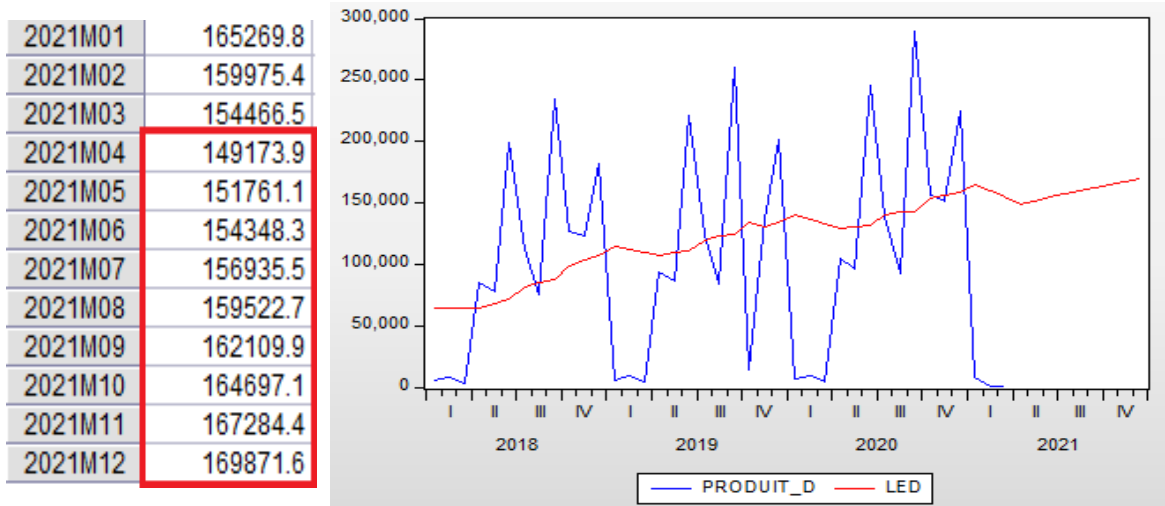


Figure 68: Résultats de la méthode Lissage exponentiel double pour le produit D.

2. Holt-Winter non saisonnière :

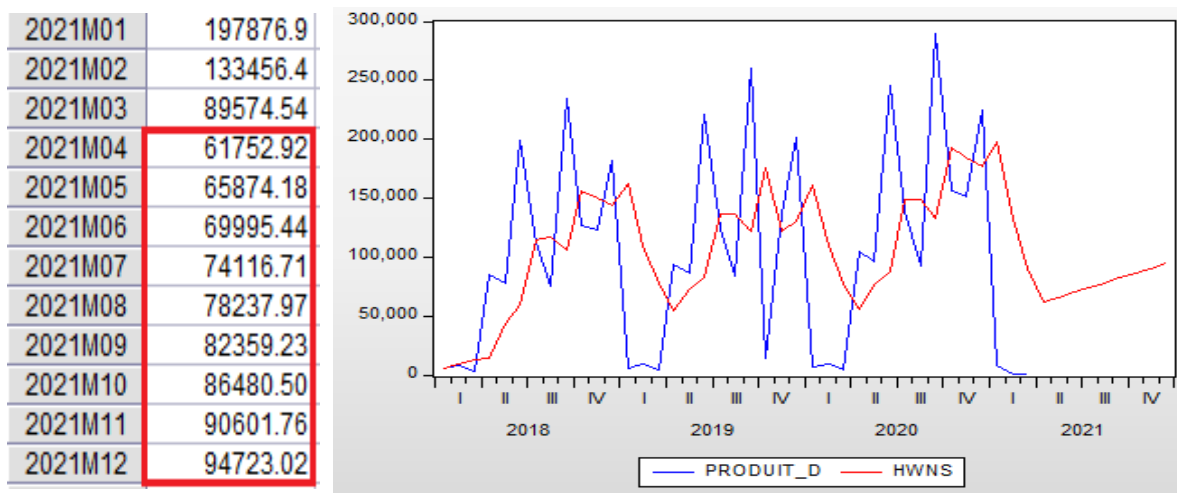


Figure 69: Résultats de la méthode Holt-Winters non saisonnière pour le produit D.

3. Holt-Winters saisonnière additive :

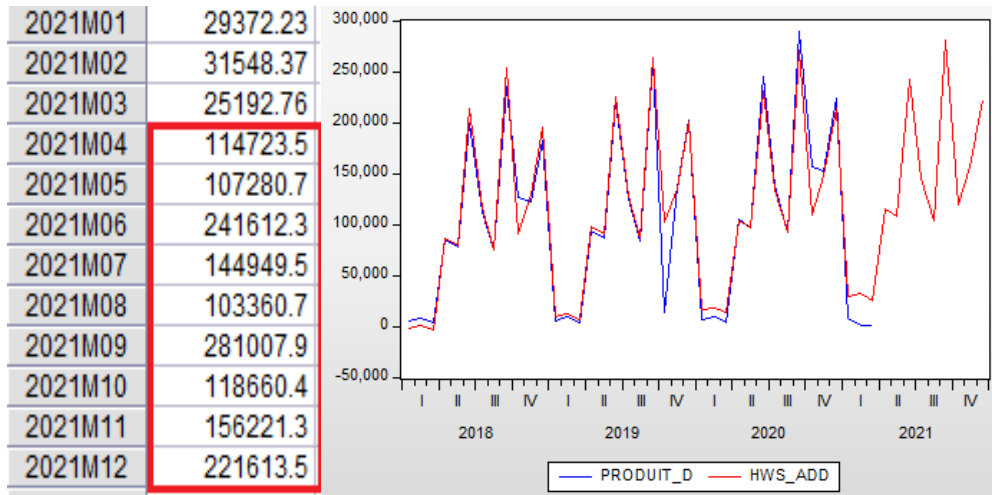


Figure 70: Résultats de la méthode Holt-Winter saisonnière Additive pour le produit D.

4. Holt-Winters saisonnière Multiplicative :

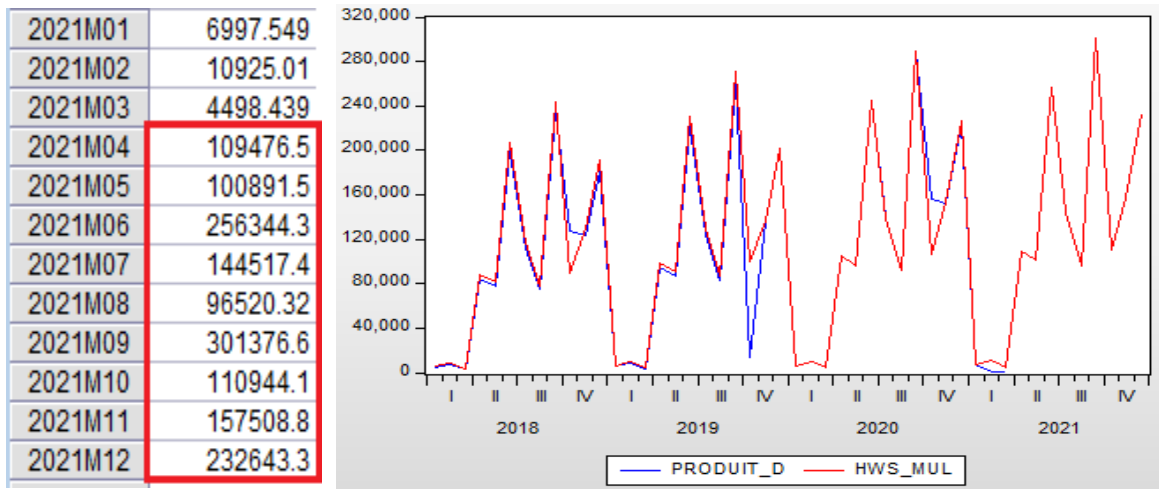


Figure 71: Résultats de la méthode Holt-Winters saisonnière multiplicative pour le produit D.

Produit E :

1. Lissage exponentiel double :

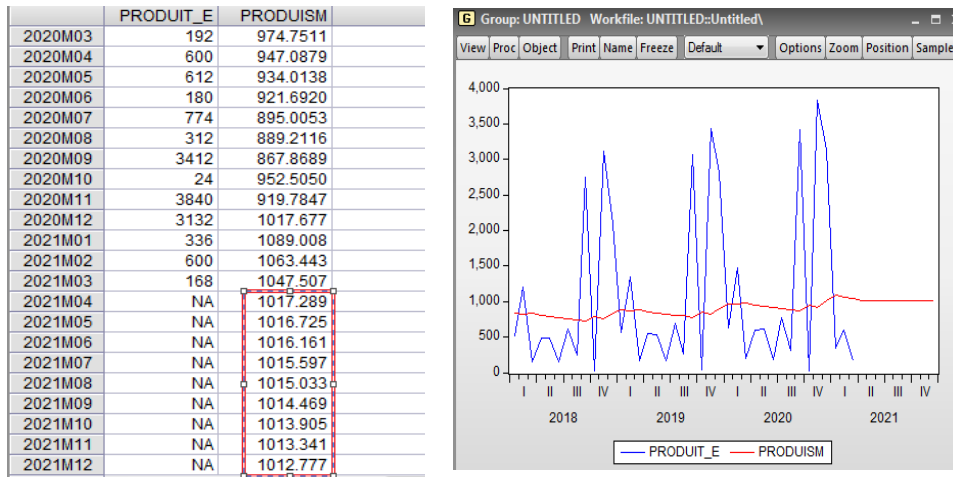


Figure 72: Résultats de la méthode Lissage exponentiel double pour le produit E.

2. Holt-Winter non saisonnière :

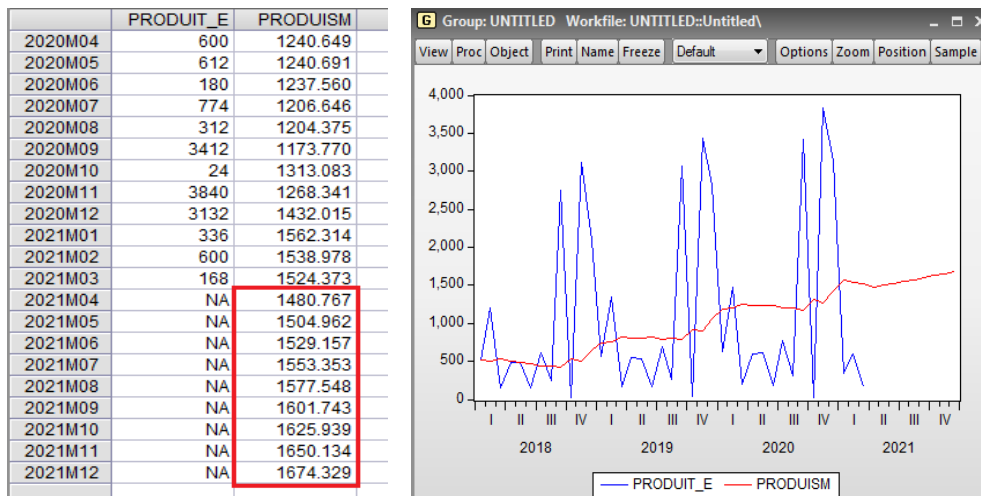


Figure 73: Résultats de la méthode Holt-Winters non saisonnière pour le produit E.

3. Holt-Winters saisonnière additive :

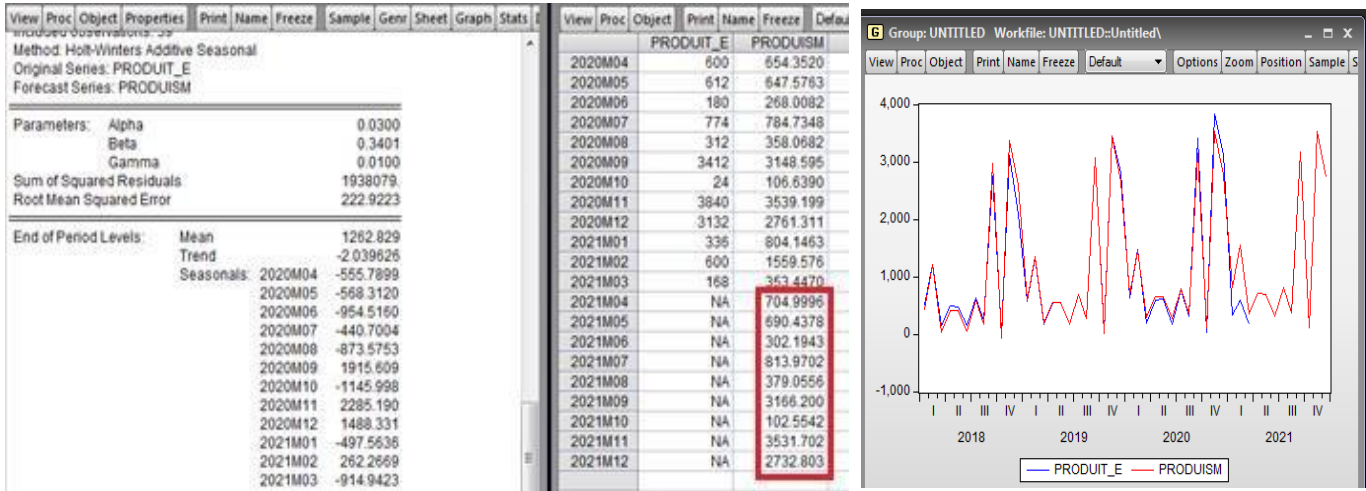


Figure 74: Résultats de la méthode Holt-Winter saisonnière Additive pour le produit E.

4. Holt-Winters saisonnière Multiplicative :

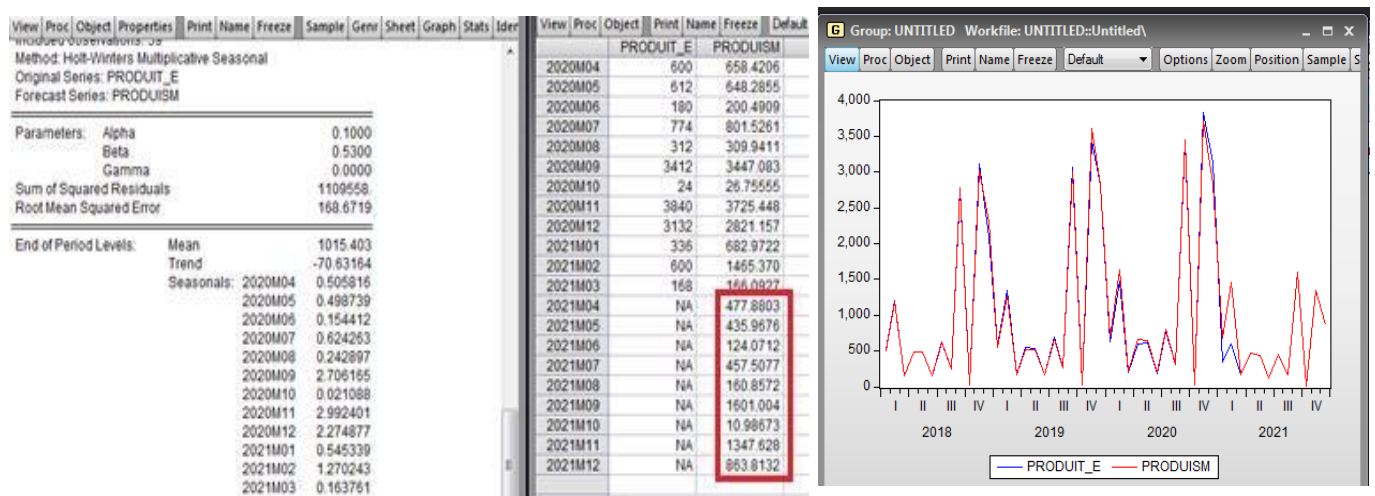


Figure 75: Résultats de la méthode Holt-Winters saisonnière multiplicative pour le produit E.

Annexes

Produit F :

1. Lissage exponentiel double :

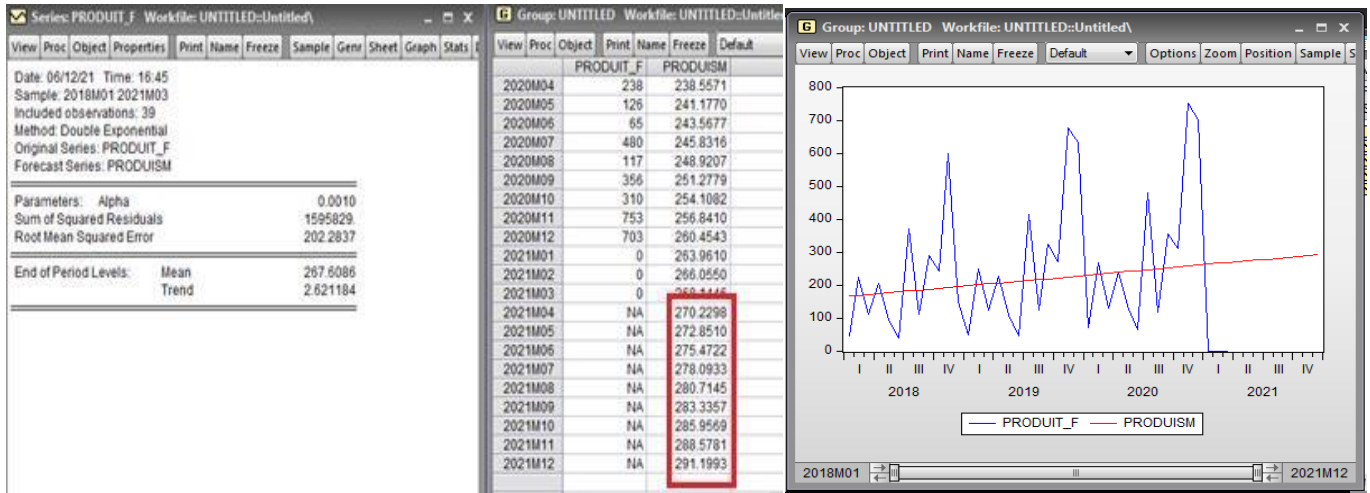


Figure 76: Résultats de la méthode Lissage exponentiel double pour le produit F.

2. Holt-Winter non saisonnière :

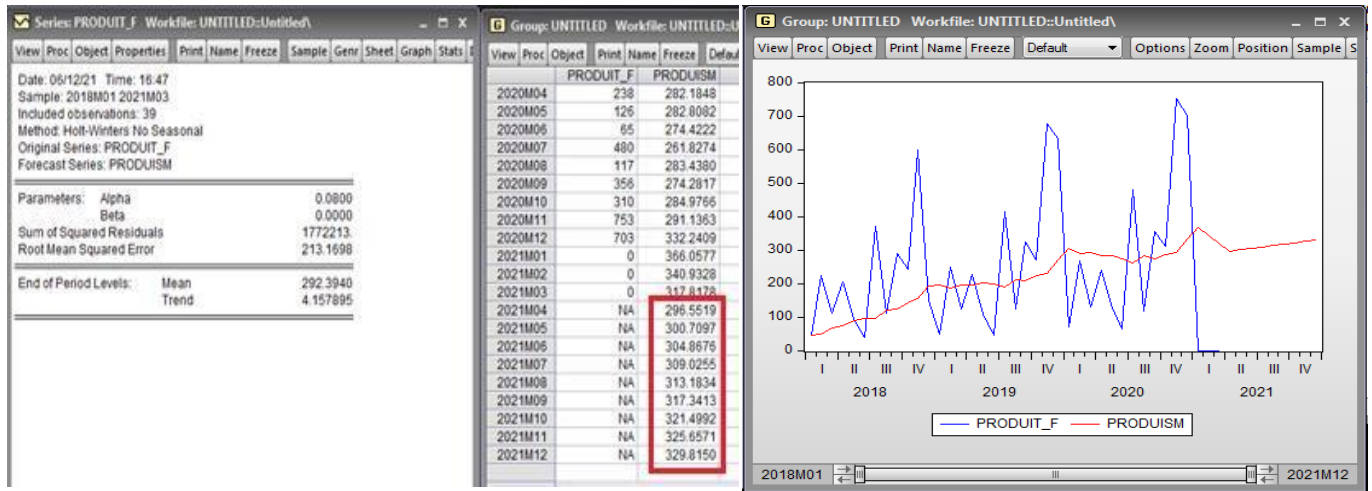


Figure 77: Résultats de la méthode Holt-Winters non saisonnière pour le produit F.

3. Holt-Winters saisonnière additive :

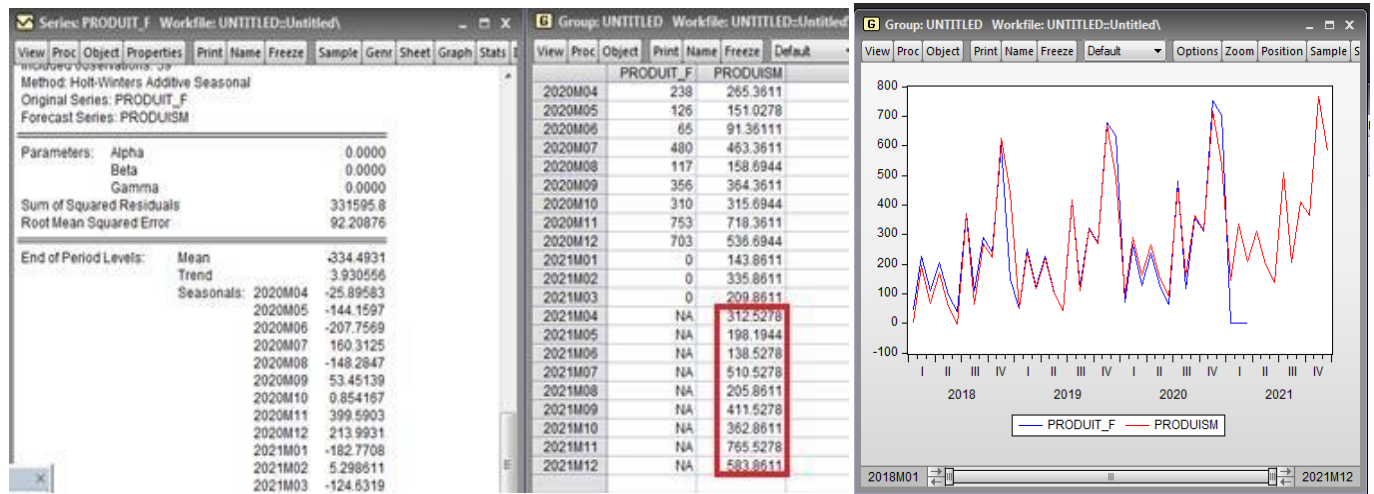


Figure 78: Résultats de la méthode Holt-Winter saisonnière Additive pour le produit F.

4. Holt-Winters saisonnière Multiplicative :

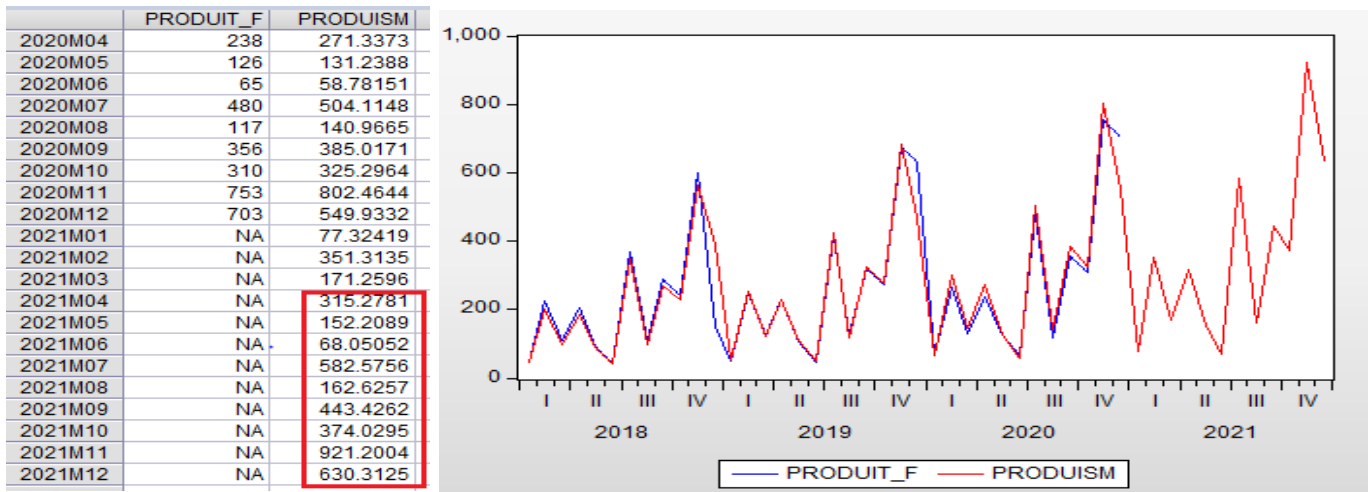


Figure 79: Résultats de la méthode Holt-Winters saisonnière multiplicative pour le produit F.