

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département Génie Industriel

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Industriel Option Management
Industriel

Amélioration de la performance du Demand Planning via un outil
d'automatisation et la restructuration du processus S&OP

Application : Stellantis

BELHOCINE Liza & KHADRAOUI Souha Chaima

Sous la direction de : **Mr. BOUKABOUS Ali** ENP

Mme. HAMMACHI Kamelia ENP

Mme. BENKRITLY Feriel Stellantis El Djazair

Présenté et soutenu publiquement le (30/06/2025)

Composition du jury :

Présidente : Mme. BELDJOUDI Samia ENP

Promoteur : Mr. BOUKABOUS Ali ENP

Promotrice : Mme. HAMMACHI Kamelia ENP

Examineur : Mr. ZOUAGHI Iskander ENP

ENP 2025

Département Génie Industriel / ENP, 10 Rue des Frères OUDEK, El Harrach 16200 Alger Algérie.

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département Génie Industriel

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Industriel Option Management
Industriel

Amélioration de la performance du Demand Planning via un outil
d'automatisation et la restructuration du processus S&OP

Application : Stellantis

BELHOCINE Liza & KHADRAOUI Souha Chaima

Sous la direction de : **Mr. BOUKABOUS Ali ENP**

Mme. HAMMACHI Kamelia ENP

Mme. BENKRITLY Feriel Stellantis El Djazair

Présenté et soutenu publiquement le (30/06/2025)

Composition du jury :

Présidente :	Mme. BELDJOUDI Samia	ENP
Promoteur :	Mr. BOUKABOUS Ali	ENP
Promotrice :	Mme. HAMMACHI Kamelia	ENP
Examineur :	Mr. ZOUAGHI Iskander	ENP

ENP 2025

ملخص

تركز هذه الأطروحة على تحسين أداء تخطيط الطلب في شركة ستيلانتيس الجزائر، في سياق يتسم بتكرار عدم التوافق بين الطلب المعلن والمخصصات الإقليمية والإنتاج الفعلي. مما يحد من قدرة الشركة الفرعية على الاستجابة بفعالية لديناميكيات السوق. ويتمثل الهدف الرئيسي في تعزيز موثوقية إدارة الطلب من خلال أدوات الأتمتة المناسبة، مع هيكلة عملية أكثر نضجاً وتكاملاً في مجال تخطيط المبيعات والعمليات.

ويستند العمل على تشخيص متعمق لأوجه القصور الحالية، وتقييم نضج العملية الحالية، وتنفيذ حل هجين يجمع بين أتمتة البيانات عبر Power Query وأدوات الإدارة المرئية وهيكل من خمس مراحل لعملية تخطيط S&OP. يُستكمل هذا النظام بوحدة استبدال المنتجات، المصممة لاقتراح بدائل تلقائياً في حالة عدم توفر المنتجات، وبالتالي تلبية احتياجات السوق بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية:

S&OP، مسار، التنبؤ، Power Query، لوحة التحكم، النضج، إدارة فعالية الأداء، استبدال المنتج، صناعة السيارات

Abstract

This thesis focuses on improving the performance of Demand Planning at Stellantis El Djazair, in a context marked by frequent misalignments between demand, regional allocations, and actual production, which limit the subsidiary's ability to respond effectively to market dynamics. The main objective is to enhance the reliability of demand management through suitable automation tools, while structuring a more mature and integrated S&OP process. The work is based on an in-depth diagnosis of existing inefficiencies, an assessment of the current process maturity, and the implementation of a hybrid solution combining data automation via Power Query, visual management tools, and a five-phase structure of the S&OP process. This system is complemented by a product substitution module, designed to automatically suggest alternatives in case of unavailability, thereby better meeting market needs.

Keywords : S&OP, process, forecasting, Power Query, dashboard, maturity, performance management, Product substitution, automotive industry.

Résumé

Ce mémoire porte sur l'amélioration de la performance du Demand Planning au sein de Stellantis El Djazair, dans un contexte marqué par des désalignements fréquents entre la demande, les allocations et la production réelle, qui freinent la réactivité de la filiale. L'objectif principal est de fiabiliser le pilotage de la demande grâce à des outils d'automatisation adaptés, tout en structurant un processus SOP plus mature et intégré. Le travail mené repose sur un diagnostic approfondi des dysfonctionnements existants, une évaluation de la maturité du processus en place, ainsi que sur la mise en œuvre d'une solution hybride combinant l'automatisation des données via Power Query, des outils de pilotage visuel, et une organisation du processus S&OP en cinq phases. Ce dispositif est complété par un module de substitution produit, conçu pour proposer automatiquement des alternatives en cas d'indisponibilité, et ainsi mieux répondre aux besoins du marché.

Mots clés : S&OP, processus, prévision, Power Query, tableau de bord, maturité, pilotage de la performance, substitution produit, industrie automobile.

Dédicace

À ma maman Ghida ,

À celle qui a toujours cru en moi, qui m'a soutenue dans tous mes choix. Merci de m'avoir encouragée à poursuivre mes rêves, même quand cela signifiait m'éloigner de toi. Je sais que ton cœur de maman aurait préféré me garder près de toi. Merci de m'avoir élevée avec tant de douceur et de patience. Si j'avais eu le choix, j'aurais choisi la meilleure : toi, maman.

À mon papa Mohamed ,

À l'épaule sur laquelle je peux toujours m'appuyer, à mon assurance et ma sécurité. À celui qui m'a appris que la force peut être silencieuse, que l'amour ne se crie pas toujours. Tu es cette présence rassurante qui ne vacille jamais, mon repère dans tous les moments de doute. Celui qui, chaque jour, veille en silence à ce que rien ne manque à ceux qu'il aime, mon exemple de persévérance. Je suis fière d'être ta fille. Je t'aime infiniment.

À ma tante Ourida ,

Ma deuxième maman. Celle qui, depuis ma naissance, m'a gâtée, protégée, aimée. Toujours présente dans les moments importants, toujours attentionnée. Tu as fait de moi une priorité dans ton cœur, et pour ça, je ne te remercierai jamais assez. Je t'aime profondément.

À mes frères et sœurs Haitem, Oussama, Manel, Imane et Sana ,

Vous m'avez vue grandir et vous m'avez aimée, vous m'avez prise sous vos ailes. Je vous aime tous très fort, et je vous souhaite de préserver cette belle complicité pour toute la vie

À mes neveux et nièces Loudjain, Louai, Joumana, Sissi, Assil, Mayar, Khaled, lyne et Meriem,

Je vous aime de tout mon cœur. Je vous souhaite un bel avenir, rempli de bonheur et de réussite. Et j'espère être, pour toujours, votre tata préférée

À ma petite nièce Joud ,

Mon petit rayon de soleil. En août, tu souffleras déjà tes deux bougies, et pourtant tu as déjà rempli nos vies de lumière. Je te souhaite un avenir doux, joyeux et rempli d'amour. Je t'aime énormément.

À mes amis d'Annaba Adem, Chanez, Djihene, Rayene ls, Rayene, Nourane, Nada et Ayoub ,

L'une des plus belles périodes de ma vie reste celle qu'on a partagée à travers toutes ces aventures vécues entre compétitions, déplacements et souvenirs inoubliables. Certains d'entre vous, je vous ai retrouvés ici à Alger. Merci d'être restés un soutien, fidèle et sincère.

À mes amis d'Alger ,

À Bouchra, Amel, Mira, Alaa et Katia, celles qui étaient là dès le début, quand tout a commencé. Merci d'avoir marqué ce départ avec tant de sincérité et bienveillance.

À mon groupe préféré Yasmine, Liza, Dassina, Amélia, Ines et Nazim. Sans vous, mon expérience n'aurait jamais eu la même saveur. Merci pour les fous rires, nos sorties improvisées, les restos, les nuits blanches. Et bien sûr, nos soirées chez Yasmine. Une maison qui, qu'elle le veuille ou non, est devenue la nôtre à toutes. Merci de m'avoir aimée, soutenue, complimentée... Je vous aime fort merci d'être vous.

À ma Liza ,

Il y a des rencontres qui marquent une vie et t'en fais partie. Merci pour notre belle complicité : nos fous rires jusqu'à en pleurer, nos longues discussions, nos larmes, nos paniques, nos nuits blanches, nos balades en voiture... Tant de moments partagés qui resteront gravés. Tu as toujours été là pour moi, avec ta douceur et ton soutien. Je t'aime très fort, et je suis profondément reconnaissante d'avoir réalisé ce projet avec toi. Je n'aurais pas pu rêver meilleure binôme.

Souha

Dédicace

À ma maman,

Toi à qui je dois ma réussite.

Toi qui as tout sacrifié pour qu'un jour j'arrive là où j'en suis aujourd'hui. Merci pour ta force, ton courage silencieux. Rien de tout cela n'aurait été possible sans toi. Je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu as fait pour nous.

À mon papa,

Toi qui as toujours tout fait pour que je ne manque de rien.

Tu as toujours été le papa compréhensif, à l'écoute. Aujourd'hui, je suis fière de te dire que j'ai atteint mon objectif. Et je ne l'aurais pas fait sans toi. Merci infiniment papa.

Vous êtes ceux qui m'ont portée, soutenue, et guidée depuis le début. J'espère qu'un jour, je pourrai vous rendre ne serait-ce qu'une partie de tout ce que vous m'avez donné.

À mes sœurs Nawal, Sarah, et à mon frère Rayane,

Mes personnes préférées.

Vous êtes ce que j'ai de plus cher. Vous êtes mon repère quand je me perds, ma force. Vous avez toujours été là, dans chaque moment difficile, et aussi dans chaque fou rire.

À toutes ces nuits passées à parler autour de la table de la cuisine, à rire silencieusement pour ne pas réveiller maman... à nos discussions sans fin, à notre complicité qui ne changera jamais. Mon bonheur, c'est vous. Je vous aime.

À mes amies de toujours — Sofi, Lina, Émilie,

Je vous aime profondément. Je suis convaincue que dans quelques années, nos moments se répéteront, d'une manière différente, dans d'autres contextes, peut-être dans d'autres pays... mais ce sera toujours nous. Je suis impatiente de revivre tout ça, autrement.

À toi, Bibi, Sofi,

Ma sœur de cœur. On se connaît depuis l'âge de 5 ans, on s'est littéralement vues grandir. On a été, complices, rivales, inséparables... mais toujours liées. On sait que, peu importe ce qui arrive, on sera toujours là l'une pour l'autre. Je t'aime du plus profond de mon cœur.

À mes amis rencontrés à Alger : Yasmine, Souha, Dassine, Amelia, Inès, Nazim,

Vous êtes ma deuxième famille. Vous dites souvent que je ne suis pas très expressive (Yasmine surtout, mdr), mais sachez que je vous aime fort.

Vous avez rendu ces trois années uniques : nos sorties improvisées, ma voiture qui transportait 10 personnes, nos nuits blanches, nos pauses déj à jouer aux cartes, tous ces moments de complicité et de rires...

Merci pour les anniversaires que vous m'avez organisés, merci pour chaque instant partagé.

Des souvenirs qui resteront gravés à jamais.

À toi, Champi, Souha,

Je me souviens du jour où on s'est rencontrées : je t'ai dit que tu étais un coup de cœur.

Et je ne m'étais pas trompée.

Merci pour tous les moments partagés ensemble, tous différents, tous précieux : nos heures infinies de révisions entre fatigue et fous rires, nos nuits blanches, nos balades nocturnes en voiture pour changer d'air, nos confidences, nos discussions sur tout et sur rien...

Tu as fait preuve d'une bienveillance et d'une douceur à mon égard que je n'oublierai jamais.

Je t'aime. Merci d'avoir été ma binôme, mais surtout, merci d'avoir été toi, tout simplement.

Et enfin, à moi,

À la Liza d'il y a quelques années.

Le parcours a été long, compliqué, parfois semé de doutes.

Tu n'as jamais abandonné, et le chemin t'a menée bien plus loin que tu ne l'imaginais.

Tu peux en être fière.

Liza

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier sincèrement Monsieur Boukabous, notre encadrant pour son suivi constant, sa disponibilité, ses conseils précieux et la confiance qu'il nous a accordée tout au long de ce travail.

Nous remercions également Madame Hammachi, notre co-encadrante, pour le temps qu'elle nous a consacré, la richesse des échanges et les nombreuses séances de travail. Sa disponibilité, son exigence bienveillante et ses conseils ont été essentiels à la réussite de ce mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury, Monsieur Zouaghi et Madame Beldjoudi, pour l'honneur qu'ils nous font en évaluant notre travail.

Nos remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe Stellantis El Djazair, pour leur accueil, leur confiance et leur bienveillance. Dès notre premier jour, nous avons été intégrées comme des membres à part entière de l'équipe.

Un grand merci à Ryma, pour nous avoir offert cette opportunité et proposé ce sujet passionnant, à Mehdi, pour son écoute et le temps qu'il nous a consacré, ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont accompagnées tout au long de cette expérience.

Un remerciement tout particulier à notre encadrante Ferial, pour sa présence attentive, son écoute, et l'aide précieuse qu'elle nous a apportée tout au long de ce travail. Son accompagnement a été aussi rassurant qu'efficace, et a compté pour beaucoup dans l'aboutissement de ce mémoire.

Nous remercions également toutes les personnes ayant contribué à notre formation et à notre développement au fil des années, et en particulier l'ensemble des enseignants du département Génie Industriel.

Une mention spéciale à Monsieur Zouaghi, pour sa présence constante, sa réactivité et son engagement, qui ont profondément marqué notre parcours.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Liza et Souha.

Table des matières

Liste des tableaux

Table des figures

Liste des acronymes

Introduction générale	14
1 Etat des lieux et diagnostic	17
1.1 Introduction	18
1.2 Présentation du secteur d'activité	19
1.2.1 Secteur automobile	19
1.2.2 Marché de l'automobile	20
1.2.3 Marché de l'automobile en Algérie	22
1.3 Présentation de l'entreprise	23
1.3.1 Présentation du groupe Stellantis	23
1.3.2 Présentation de Stellantis El Djazair	25
1.3.3 Présentation de l'usine de Tafraoui	26
1.4 État des lieux du Site	27
1.4.1 Département Supply chain	27
1.4.2 Méthodologie d'analyse de l'existant	29
1.5 Problématique	39
1.6 Conclusion	40
2 Etat de l'art	41
2.1 Introduction	42
2.2 Supply chain	43

2.2.1	Définition	43
2.2.2	Spécificité de la Supply Chain dans l'industrie automobile	43
2.2.3	De la gestion de la supply à la planification de la demande	44
2.3	Le Demand Planning	44
2.4	Outil d'automatisation Power Query	45
2.5	Sales and Operations Planning	46
2.5.1	Definition	46
2.5.2	Les fondamentaux du S&OP	46
2.5.3	Facteurs de succès du S&OP	47
2.5.4	Maturité du processus S&OP	50
2.6	Prévision	54
2.6.1	Méthodes de prévision	54
2.6.2	Indicateurs de qualité des prévisions :	64
2.6.3	Limites des méthodes quantitatives : Les cinq (05) visions du futur : . . .	65
2.7	Pilotage de la performance	65
2.7.1	La performance organisationnelle	65
2.7.2	Indicateurs de performance	66
2.7.3	Tableau de bord : outil de synthèse et d'aide à la décision	66
2.8	Conclusion	67
3	Solutions Proposées	68
3.1	Introduction	69
3.2	Mise en place d'un dispositif automatisé de suivi des commandes	70
3.2.1	Méthode de pondération par importance avec jugement expert	70
3.2.2	Mise en place de la solution Power Query	71
3.3	Optimisation du processus Sales & Operations Planning (S&OP)	77
3.3.1	Introduction	77
3.3.2	Évaluation de la Maturité du processus S&OP actuel	78
3.3.3	Plan d'action pour la mise en place du processus S&OP optimisé	82
3.4	Conclusion	106
4	Proposition d'un système de substitution produit	107

4.1	Introduction	108
4.2	Contexte opérationnel	108
4.3	Objectif de la solution	109
4.4	Description de la solution	110
4.4.1	Constitution et structuration de la base de données	110
4.4.2	Logique de fonctionnement de la substitution	110
4.5	Intégration de la solution dans Power BI	115
4.5.1	Étapes de mise en œuvre	115
4.6	Conclusion	117
Conclusion générale		118
Bibliographie		120
Annexe		123

Liste des tableaux

1.1	Chronologie des acquisitions et transformations du groupe PSA	24
1.2	Chronologie des acquisitions et transformations du groupe FCA	24
1.3	Annalyse QQQQCCP	30
2.1	Critères de Choix des Méthodes Auto-projectives	63
3.1	Répartition des poids attribués aux différents critères d'évaluation	71
3.2	Nombre d'entretiens réalisés par personnel interviewé avec la durée totale.	79
3.3	Les moyennes de maturité des dimensions S&OP	80
3.4	Diagnostic de la dimension technologie	81
3.5	Diagnostic de la dimension Mesure de la performance	81
3.6	Diagnostic de la dimension Personnel	82
3.7	Tableau récapitulatif de la phase de collecte de données	85
3.8	Tableau récapitulatif de la phase Revue de la demande	86
3.9	Tableau récapitulatif de la phase Revue de la supply	86
3.10	Tableau récapitulatif de la phase Pré-S&OP Exécutif	86
3.11	Tableau récapitulatif de la phase S&OP Exécutif	87
3.12	Table des performances du modèles Holt-Winters multiplicatif	94
3.13	Comparaison entre Holt Winter multiplicative et Modèle de Box Jenkins	100
4.1	Comparaison entre Holt Winter multiplicative et Modèle de Box Jenkins	134

Table des figures

1.1	Schéma Directif du Chapitre - État des lieux et diagnostic	18
1.2	Les principaux acteurs de l'industrie automobile	19
1.3	Les marques automobiles du groupe Stellantis	24
1.4	Principales Régions Opérationnelles du Groupe Stellantis	25
1.5	Répartition géographique des agents par région en Algérie	26
1.7	Extension du site de production Fiat en Algérie – Planification 2025	27
1.8	Organigramme du Département Supply Chain - Stellantis Algérie	28
1.9	Évolution mensuelle consolidée de la demande, de l'allocation et de la production – Année 2023	31
1.10	Évolution mensuelle consolidée de la demande, de l'allocation et de la production – Année 2024	32
1.11	Repositionnement des ordres de fabrication dans le pipeline (Dates of greal) . . .	33
1.12	Modélisation BPMN du processus de gestion des commandes	34
1.13	Comparaison des processus de gestion des commandes des deux Entités PSA et FCA	35
1.14	Diagramme Pareto	37
1.15	Analyse SWOT de la gestion des commandes – Service Demand Planning	38
2.1	Schéma Directif du Chapitre - État de l'art	42
2.2	Interfaces du Demand Planning	45
2.3	Facteurs de succès du S&OP	47
2.4	Processus S&OP	49
2.5	Synthèse des principaux modèles de maturité S&OP	51
2.6	Analyse croisée des modèles de maturité	54
2.7	Approches de la modélisation prévisionnelle	55
2.8	Schéma des étapes de la méthode Causale	56

2.9	Schéma des étapes de la méthode Auto-projective	57
2.10	Schéma des étapes du test de Dickey Fuller	62
2.11	Schéma des étapes de la méthodologie de control de Box et Jenkins	63
2.12	Les cinq visions du futur	65
2.13	Définition de la performance	66
3.1	Schéma Directif du Chapitre - Solutions Proposées	69
3.2	Fenêtre d'ajout de la colonne personnalisée STATUT	74
3.3	Code M de la colonne personnalisée STATUT	74
3.4	Fenêtre d'ajout de la colonne personnalisée WeeksLate	75
3.5	Code M de la colonne personnalisée WeeksLate	75
3.6	Aperçu de la feuille Excel automatisée	76
3.7	Niveaux de maturité – Dimension Technologie	79
3.8	Représentation des résultats des dimensions S&OP	80
3.9	Matrice RACI : Activités du processus S&OP	85
3.10	Points de l'ordre du jour de la réunion S&OP	87
3.11	Calendrier mensuel du cycle S&OP proposé	88
3.12	Points de l'ordre du jour de la réunion S&OP	90
3.13	Évolution des ventes510 au Fil des années 2023, 2024 et 2025	91
3.14	Corrélogramme des ventes510	92
3.15	Graphique des ventes réelles par rapport au Prévisionnelles avec un horizon de prévision de 12 mois avec HW multiplicatif	93
3.16	Estimation des paramètres du modèle de HW multiplicatif	94
3.17	Test de la racine unitaire par le modèle 6	95
3.18	Test de la racine unitaire par le modèle 5	96
3.19	Critères d'Akaike pour les 20 top modèles	97
3.20	Le modèle ARMA expert	97
3.21	Caractéristiques du modèle ARMA (2,3)	98
3.22	Test de normalité de Jarque Bera	99
3.23	Corrélogramme des résidus	99
3.24	Graphique des ventes réelles par rapport au Prévisionnelles avec un horizon de prévision de 12 mois avec ARMA(2,3)	100

3.25	Principaux indicateurs utilisés pour mesurer le succès du processus S&OP	101
3.26	KPIs	102
3.27	Dashboard-Feuille 1	103
3.28	Dashboard-Feuille 2	103
3.29	Application du filtre sur Feuille 1	105
4.1	Intégration de la solution dans la phase pré-S&OP	109
4.2	Aperçu de la base de données utilisée	110
4.3	Diagramme du fonctionnement de la substitution	111
4.4	Diagramme du fonctionnement du Plan B2	113
4.5	Diagramme du fonctionnement du Plan B2-Cas 1	114
4.6	Illustration du calcul de distance typologique appliqué à une version utilitaire . .	114
4.7	Dashboard-Feuille 3	116
4.8	Modèle de Maturité S&OP restructuré	124
4.9	Questionnaire - Dimension Personnel	125
4.10	Questionnaire - Dimension Process	125
4.11	Questionnaire - Dimension Stratégie	126
4.12	Questionnaire - Dimension Mesure de la Performance	126
4.13	Questionnaire - Dimension Technologie	127
4.14	Évolution des ventes ³¹² au Fil des années 2023, 2024 et 2025	128
4.15	Corrélogramme des ventes ³¹²	128
4.16	Graphique des ventes réelles par rapport au Prévisionnelles avec un horizon de prévision de 12 mois avec HW multiplicatif	129
4.17	Estimation des paramètres du modèle de HW multiplicatif	129
4.18	Test de la racine unitaire par le modèle 6	130
4.19	Test de la racine unitaire par le modèle 5	131
4.20	Critères d'Akaike pour les 20 top modèles	132
4.21	Le modèle ARMA expert	132
4.22	Caractéristiques du modèle ARMA (2,2)	133
4.23	Test de normalité de Jarque Bera	133
4.24	Corrélogramme des résidus	134

Liste des acronymes

- **FCA** : Fiat Chrysler Automobiles
- **PSA** : Peugeot Société Anonyme
- **MP** : Monthly Plan
- **CBU** : Completely Built-Up Unit
- **SKD** : Semi Knocked Down
- **CKD** : Complete Knocked Down
- **VP** : Véhicules particuliers
- **VUL** : Véhicules utilitaires légers
- **D&P** : Demand & Planning
- **DMAIC** : Define, Measure, Analyze, Improve, Control
- **S&OP** : Sales & Operations Planning
- **SC** : Supply Chain
- **MEA** : Middle East & Africa
- **ERP** : Enterprise Resource Planning
- **APS** : Advanced Planning System
- **KPI** : Key Performance Indicator
- **VIN** : Vehicle Identification Number
- **VON** : Vehicle Order Number
- **BPMN** : Business Process Model and Notation
- **PDR** : Production Demand Request
- **BI** : Business Intelligence
- **RACI** : Responsible, Accountable, Consulted, Informed
- **ERMA** : Erreur Relative Moyenne Absolue
- **TR** : Taux de Réalité
- **MAD** : Mean Absolute Deviation
- **K-NN** : K-Nearest Neighbors
- **DAX** : Data Analysis Expressions
- **IBP** : Integrated Business Planning

Introduction générale

“Le succès d’une entreprise ne se mesure pas à sa capacité à prévoir l’avenir, mais à sa capacité à s’y adapter rapidement.”

Jack Welch

Dans un contexte mondial caractérisé par l’accélération des incertitudes économiques et géopolitiques, les entreprises du secteur automobile font face à des défis sans précédent. Les fluctuations imprévisibles de la demande, les perturbations récurrentes des chaînes d’approvisionnement et l’évolution rapide des attentes consommateurs contraignent ces acteurs à repenser fondamentalement leurs approches opérationnelles. Cette transformation s’avère d’autant plus cruciale dans les marchés émergents, où l’écosystème industriel automobile connaît une mutation profonde.

L’Algérie illustre parfaitement cette dynamique. Après plusieurs décennies marquées par une approche essentiellement importatrice, le pays s’oriente désormais vers le développement d’une industrie automobile locale. Cette nouvelle orientation stratégique se concrétise par l’installation progressive de filiales de constructeurs internationaux majeurs, parmi lesquels le groupe Stellantis avec sa marque Fiat. L’implantation récente de cette filiale s’inscrit dans une logique de substitution aux importations et de développement du tissu industriel national, tout en répondant aux exigences d’un marché local en pleine structuration.

Toutefois, cette phase de démarrage opérationnel révèle des défis organisationnels et logistiques considérables. La filiale Fiat Algérie évolue dans un environnement encore en mutation, caractérisé par l’absence d’un historique robuste de données, des ressources parfois limitées et des processus partiellement formalisés. Dans ce contexte, la gestion de la demande, de l’offre et des approvisionnements s’effectue souvent de manière cloisonnée et désynchronisée, générant une faible visibilité sur les performances globales et limitant la capacité de réaction face aux variations du marché.

C’est dans ce contexte que s’inscrit le présent travail. En effet, la problématique faisant l’objet de ce mémoire émane des dysfonctionnements observés dans la synchronisation entre planification de la demande et pilotage opérationnel au sein de la filiale. Ces écarts, révélés par le diagnostic terrain, nous ont fait prendre conscience que l’optimisation ponctuelle des processus ne suffit plus pour garantir une performance opérationnelle durable dans un environnement aussi complexe.

Ce travail s’est initialement concentré sur l’optimisation du processus Demand Planning, à travers la mise en place d’un suivi automatisé des commandes. Cette contribution opérationnelle a rapidement révélé des limites plus structurelles. Face à ces constats, l’approche a évolué vers une réflexion plus stratégique, plaçant la synchronisation des processus et l’automatisation au cœur des priorités. Dans cette logique, la mise en place d’un processus S&OP (Sales and Operations Planning) s’impose comme un levier structurant d’alignement et d’optimisation. Reconnue internationalement comme une pratique de référence, cette démarche permet de relier les fonc-

tions commerciales, industrielles, logistiques et financières autour d'une planification intégrée. Au-delà de l'outil, le S&OP constitue le catalyseur d'une véritable transformation organisationnelle, visant à faire évoluer un fonctionnement encore cloisonné vers un écosystème collaboratif, agile et réactif. Cette approche intégrée, alimentée par les premiers acquis d'automatisation, mobilise à la fois outils technologiques, amélioration organisationnelle et renforcement de la visibilité pour assurer un suivi fiable des ordres de fabrication et garantir une réactivité accrue face aux variations du marché.

Ceci nous amène à poser cette question principale :

Comment améliorer la performance du Demand Planning via un outil d'automatisation et la restructuration du processus S&OP ?

Cette problématique centrale se décline en trois questionnements :

- Quels sont les leviers d'automatisation à mobiliser pour assurer un suivi fiable et réactif des ordres de fabrication ?
- Comment peut-on améliorer l'organisation du processus S&OP ?
- Comment peut-on garantir une visibilité en temps réel sur le processus S&OP ?

Ce travail consiste donc à concevoir et proposer une approche d'amélioration de l'intégration du processus S&OP au sein de la filiale Fiat Algérie, en vue d'optimiser la synchronisation entre la planification de la demande et le pilotage opérationnel. En s'appuyant sur une première avancée opérationnelle portée par l'automatisation du suivi des commandes, cette démarche s'inscrit dans une volonté plus large de transformation. Elle vise à faire évoluer une organisation encore marquée par des processus cloisonnés et une coordination limitée, vers un système intégré, favorisant la visibilité, la réactivité et la performance globale.

Afin de bien mener notre étude et d'apporter des solutions concrètes répondant à la problématique posée, nous répartissons notre mission en trois grands chapitres :

- **Le premier chapitre - État des lieux et diagnostic** établit les fondements de l'étude en analysant le contexte opérationnel de la filiale Fiat Algérie. Il situe d'abord les enjeux du secteur automobile dans le contexte algérien, puis présente l'organisation du groupe Stellantis et de sa filiale locale. Un diagnostic approfondi est ensuite mené, selon une démarche inspirée du Lean Six Sigma (DMAIC). À cette étape, nous mettons en évidence les principaux dysfonctionnements observés, notamment en matière de désalignement entre la demande, les allocations régionales et la production réelle. Ce diagnostic constitue une base essentielle pour orienter les réflexions développées dans les chapitres suivants.
- **Le second chapitre - Etat de l'art** établit les fondements méthodologiques nécessaires à la compréhension et à la résolution de notre problématique. Il développe une approche structurée autour de quatre axes principaux : les spécificités de la supply chain automobile, les enjeux liés au Demand Planning, les fondamentaux du processus S&OP, ainsi que les outils de soutien technologique et organisationnel à la planification. Cette revue de littérature vise à constituer un socle théorique solide, nourri des meilleures pratiques internationales et des modèles de maturité reconnus, qui servira de base à l'élaboration des solutions présentées dans le chapitre suivant.

- **Le troisième chapitre - Solutions Proposées** présente deux volets complémentaires. Le premier, à dimension opérationnelle, porte sur la mise en place d'un outil d'automatisation destiné à fiabiliser la gestion des commandes et à améliorer la traçabilité des données. Le second, à portée plus stratégique, concerne l'amélioration du processus S&OP, avec une évaluation de sa maturité actuelle, suivie de recommandations et d'un plan de déploiement progressif. Cette double approche permet d'articuler performance opérationnelle et transformation organisationnelle.
- **Le quatrième chapitre - Système de substitution produit** introduit une solution complémentaire visant à améliorer la flexibilité du processus en cas d'indisponibilité de certaines configurations. Il s'agit de concevoir un outil d'aide à la décision capable de proposer automatiquement des alternatives produit (modèle, version, couleur), afin de limiter les écarts entre la demande exprimée et les fabrications disponibles, sans alourdir le processus existant.

Enfin, nous clôturons notre travail par une conclusion générale et des perspectives d'avenir pour l'entreprise.

Chapitre 1

Etat des lieux et diagnostic

1.1 Introduction

Avant de proposer des solutions, il est essentiel de comprendre le contexte spécifique de l'organisation et d'identifier précisément les dysfonctionnements existants, car chaque organisation présente des défis uniques nécessitant une approche sur mesure.

Ce chapitre s'articule autour de trois axes principaux. Tout d'abord, nous commencerons par contextualiser le secteur automobile et ses enjeux, afin de mieux comprendre les défis spécifiques du marché algérien dans un cadre global. Ensuite, nous présenterons l'organisation du Groupe Stellantis et de sa filiale algérienne. Enfin, nous procéderons à un diagnostic approfondi du service Demand Planning, en développant les trois premières étapes de l'approche DMAIC (Définir, Mesurer et Analyser), afin de révéler les dysfonctionnements existants et d'identifier les leviers d'amélioration possibles.

La figure 1.1 récapitule la démarche suivie lors de ce présent chapitre :

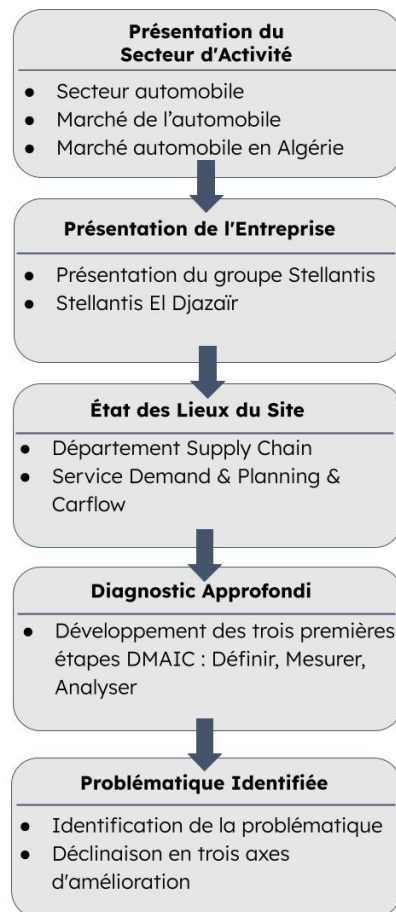


FIGURE 1.1 – Schéma Directif du Chapitre - État des lieux et diagnostic

1.2 Présentation du secteur d'activité

1.2.1 Secteur automobile

Le secteur automobile constitue l'un des piliers stratégiques de l'économie mondiale. Il englobe l'ensemble des activités liées à la conception, la production, la distribution et la maintenance des véhicules motorisés. Cette industrie, caractérisée par sa complexité technique et sa capacité d'innovation, génère un chiffre d'affaires annuel de plus de 2,7 trillions de dollars, représentant environ 3 % du PIB mondial [17].

Avec une production avoisinant les 85 millions de véhicules par an [31], le secteur est dominé par les pôles industriels d'Asie-Pacifique, d'Europe et d'Amérique du Nord.

Son impact sur l'emploi est considérable : on recense plus de 8 millions d'emplois directs dans la fabrication, et près de 50 millions d'emplois indirects au sein de la chaîne d'approvisionnement et des services associés. Chaque poste dans l'assemblage automobile engendre en moyenne entre 5 et 7 emplois dans des secteurs connexes [30].

L'automobile joue également un rôle central dans le commerce mondial, représentant près de 8 % des échanges internationaux de marchandises [29]. L'internationalisation des chaînes de valeur, couplée à une forte intensité en recherche et développement — avec plus de 100 milliards de dollars investis annuellement [1] — témoigne de la transformation continue du secteur, aujourd'hui à un tournant majeur de son évolution.

A. Principaux acteurs

La structure du secteur automobile repose sur différents types d'acteurs intervenant à chaque étape de la chaîne de valeur. Le tableau suivant présente une typologie de ces acteurs, en mettant en avant les leaders industriels associés à chaque catégorie.

Constructeurs (OEM)	Équipementiers	Distributeurs	Nouveaux Entrants
- Groupe 1 : Toyota, Volkswagen, Stellantis. Avec une production de plus de 8M véhicules/an. - Groupe 2 : General Motors, Ford, Honda, Hyundai-Kia, Renault-Nissan. Production de 4 à 7M véhicules/an. - Constructeurs chinois : SAIC, BYD, Geely, Great Wall.	- Tier 1 : Bosch, Continental, Denso, Valeo, ZF. - Tier 2 / 3 : Fournisseurs de composants et matériaux de base.	- Concessionnaires officiels. - Distributeurs indépendants. - Réseaux de service après-vente. - Plateformes de vente en ligne.	- Constructeurs électriques : Tesla, Rivian, Lucid, NIO. - Géants technologiques : Apple, Google, Baidu, Huawei. - Startups innovantes : Batteries, logiciels, matériaux.

FIGURE 1.2 – Les principaux acteurs de l'industrie automobile

Source : OICA, World Motor Vehicle Production 2023.

B. Les différents types de fabrication

Afin de répondre aux enjeux économiques, logistiques et réglementaires des différents marchés, les constructeurs automobiles adoptent plusieurs stratégies de fabrication en fonction du degré d'assemblage local souhaité. Voici les principaux types de fabrication utilisés dans l'industrie :

- CBU – Completely Built-Up Unit

Ce modèle de fabrication correspond à l'assemblage complet du véhicule dans le pays d'origine. Le véhicule est alors prêt à être commercialisé et peut être directement exporté vers d'autres marchés sans nécessiter d'opérations supplémentaires.

Ce type de fabrication, souvent utilisé pour les modèles haut de gamme ou pour les marchés à faible volume, permet un contrôle total de la qualité et des processus industriels. Toutefois, il engendre des coûts plus élevés liés aux droits de douane et au transport.

- CKD – Complete Knocked Down

Dans ce mode, les véhicules sont exportés sous forme de kits composés de toutes les pièces nécessaires à leur assemblage. L'assemblage final est réalisé localement, souvent dans des filiales ou chez des partenaires industriels du constructeur.

Cette méthode permet de contourner certains droits de douane élevés, de bénéficier d'une main-d'œuvre locale moins coûteuse, et d'augmenter l'intégration locale, ce qui peut répondre à certaines exigences réglementaires. Elle implique toutefois une organisation logistique plus complexe.

- SKD – Semi Knocked Down

Le SKD est une méthode intermédiaire dans laquelle les véhicules sont partiellement assemblés avant d'être exportés. L'assemblage final, souvent limité à quelques opérations comme l'installation du moteur ou des éléments intérieurs, est effectué dans le pays de destination.

Cette approche nécessite moins d'infrastructures industrielles locales que le CKD, mais elle offre aussi un niveau d'intégration locale plus faible.

À l'échelle mondiale, les constructeurs **haut de gamme** (tels que BMW, Mercedes-Benz, Audi ou Tesla) privilégient majoritairement le **CBU**. Ils importent leurs véhicules entièrement assemblés afin de garantir des standards élevés de qualité, renforcer leur image de marque et offrir une expérience client premium, notamment sur les marchés matures d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie-Pacifique [3].

En revanche, les constructeurs **généralistes**, particulièrement implantés sur des marchés émergents, adoptent une stratégie en deux étapes : 1. Démarrage avec le **SKD**, adapté aux premières implantations industrielles et aux capacités locales limitées ; 2. Transition vers le **CKD** dès que les infrastructures logistiques et l'intégration locale le permettent, pour bénéficier d'avantages fiscaux et répondre aux exigences des politiques industrielles nationales [32].

Les **groupes chinois** (SAIC, FAW, Geely...) déploient un **mix variable de CBU, SKD et CKD** selon les pays, assurant ainsi une grande flexibilité stratégique. Par exemple, Geely a engagé en 2024 une installation CKD au Vietnam avec une capacité initiale de 75000 véhicules par an [11].

1.2.2 Marché de l'automobile

Le marché automobile mondial représente un écosystème commercial d'une ampleur considérable avec plus de 85millions de véhicules vendus annuellement [28]. Ce marché se caractérise

par une forte segmentation géographique et une évolution cyclique influencée par les conditions macroéconomiques.

La demande mondiale de véhicules est inégalement répartie, avec trois pôles principaux qui concentrent plus de 70% des ventes : l'Asie-Pacifique (60%) [25], l'Amérique du Nord et l'Europe.

La Chine occupe une position dominante en tant que premier marché mondial avec plus de 25 millions d'unités vendues par an, soit près de 30% du marché global [26].

Les dynamiques de croissance varient significativement selon les régions, avec une augmentation soutenue dans les marchés émergents d'Asie du Sud-Est et d'Afrique, une stabilité relative dans les marchés matures comme l'Europe et l'Amérique du Nord, et des fluctuations plus importantes dans les marchés sensibles aux conditions économiques comme l'Amérique latine.

Segmentation du marché

- Segmentation par catégories de véhicules

Le marché est segmenté en plusieurs catégories principales de véhicules :

1. Les véhicules particuliers (VP) représentent environ 70% du marché mondial et incluent les sous-segments suivants :

- Citadines et compactes (segments A et B).
- Berlines et familiales (segments C et D).
- SUV et crossovers (en forte croissance, représentant plus de 45% des ventes mondiales)
- Véhicules premium et de luxe (environ 10% du marché en volume mais 30% en valeur).

2. Les véhicules utilitaires légers (VUL) constituent environ 20% du marché, avec une importance particulière dans les régions nord-américaines.

3. Les véhicules lourds (camions, bus) représentent les 10% restants du marché en volume, mais une part significative en valeur.

- Segmentation par motorisation

La répartition des ventes par type de motorisation évolue rapidement :

1. Les véhicules à moteur thermique (essence et diesel) représentent encore environ 75% des ventes mondiales, mais cette proportion diminue régulièrement.

2. Les véhicules électrifiés gagnent rapidement du terrain :

- Les véhicules 100% électriques (BEV) atteignent 14% du marché mondial.
- Les véhicules hybrides (HEV et PHEV) représentent environ 10% des ventes.
- Les autres technologies alternatives (hydrogène, etc.) restent marginales avec moins de 1% du marché.

Cette répartition varie considérablement selon les régions, avec une pénétration de l'électrique dépassant 25% en Europe et en Chine, mais restant inférieure à 10% dans de nombreux marchés émergents.

- Segmentation par puissance et performance

Au-delà de la catégorie du véhicule et de son type de motorisation, la puissance du groupe motopropulseur constitue un critère de segmentation particulièrement pertinent, notamment dans une logique d'adéquation entre l'offre constructeur, les attentes clients et les stratégies de positionnement produit. Cette segmentation repose principalement sur la puissance en chevaux (ch), qui reste un indicateur universellement reconnu dans l'industrie automobile pour mesurer les performances d'un véhicule.

Une typologie couramment admise distingue les véhicules selon quatre grandes classes de puissance :

- Véhicules à faible puissance : inférieurs à 100 chevaux, ils sont principalement destinés à un usage urbain ou périurbain. Ils se concentrent sur la sobriété énergétique et l'accessibilité, avec une majorité de modèles situés dans les segments A et B.
- Véhicules à puissance intermédiaire : compris entre 100 et 200 chevaux, ils couvrent la majorité du marché des berlines compactes, des SUV compacts et des véhicules familiaux. Cette gamme constitue aujourd'hui le cœur du marché en Europe et en Amérique du Nord.
- Véhicules à haute performance : entre 200 et 400 chevaux, ils se positionnent sur des usages plus dynamiques ou professionnels. On les retrouve notamment dans les gammes sportives, les berlines haut de gamme, ou certains utilitaires puissants.
- Véhicules à ultra-haute performance : au-delà de 400 chevaux, ces modèles incarnent l'excellence technologique des constructeurs. Il s'agit généralement de véhicules de prestige (supercars, GT, véhicules premium électrifiés ou non), dont les ventes sont plus faibles en volume, mais fortement créatrices de valeur.

Cette segmentation par performance permet aux constructeurs d'ajuster leur offre à des segments de clientèle spécifiques (urbains, familles, professionnels, passionnés de sport automobile, etc.), tout en structurant leur stratégie industrielle selon les exigences en matière de châssis, de chaîne de traction, de consommation énergétique et de réglementation environnementale.

1.2.3 Marché de l'automobile en Algérie

Avec un volume annuel estimé aujourd'hui à 450 000 véhicules neufs, le marché algérien s'impose comme l'un des principaux pôles automobiles du continent africain.

L'automobile en Algérie a évolué au rythme des politiques publiques, des contraintes économiques et des ambitions industrielles nationales. Après une période de forte dépendance aux importations de véhicules neufs et d'occasion, le gouvernement a entamé, dès le début des années 2010, une stratégie de localisation de la production. Ce tournant s'est concrétisé par la mise en place de premières unités d'assemblage local, traduisant la volonté des autorités de réduire la facture d'importation et de renforcer l'industrie nationale.

Cependant, cette dynamique a été interrompue entre 2017 et 2021, une période marquée par des restrictions réglementaires strictes, le gel des importations et la limitation des activités industrielles [8]. À partir de 2022, un nouveau cadre réglementaire a été introduit pour encadrer plus rigoureusement les importations et relancer la production locale. Plusieurs opérateurs ont obtenu des agréments, conditionnés notamment par la mise en place d'un réseau de distribution structuré et, à moyen terme, d'une capacité de production nationale.

Parmi eux, le groupe Stellantis a officialisé en 2023 son implantation industrielle en Algérie, renforçant ainsi la reprise du secteur [37]. En même temps, le marché a vu l'arrivée massive de

marques asiatiques, en particulier chinoises telles que Chery et DFSK, qui ont su séduire une clientèle en attente avec des modèles neufs, abordables et disponibles [6].

Dans cette dynamique, Hyundai a annoncé l'implantation d'une usine de production en Algérie, en partenariat avec le groupe omanais Saud Bahwan. La mise en production est prévue pour fin 2026, avec une gamme de véhicules adaptée au marché local, incluant des SUV abordables, des utilitaires et, à terme, des modèles électriques [16].

Malgré ces signaux positifs, la production locale reste insuffisante pour répondre à la demande croissante. En conséquence, les importations de véhicules d'occasion de moins de trois ans ont bondi de plus de 150 % en 2024 [15]. Le gel administratif des immatriculations, instauré en octobre, a freiné temporairement cette dynamique, mais celui-ci a récemment été levé, permettant une reprise progressive des immatriculations [39].

Dans ce contexte, le marché automobile algérien reste en transition, confronté à un déséquilibre entre l'offre et la demande, à une régulation encore instable et à des capacités industrielles en construction. La relance du secteur dépendra de la stabilité des politiques publiques, de la confiance des investisseurs et de la mise en place d'un tissu industriel durable et compétitif. Enfin, la suppression de l'Agence nationale de promotion du commerce extérieur (Algex) en avril 2025 s'inscrit dans cette dynamique de réorganisation. Elle vise la création de deux nouvelles entités spécialisées, l'une chargée de la régulation des importations, l'autre du soutien aux exportations, afin de mieux accompagner les opérateurs économiques, notamment dans le secteur automobile.

1.3 Présentation de l'entreprise

1.3.1 Présentation du groupe Stellantis

A. Genèse de la fusion

Stellantis est un groupe automobile multinational formé en janvier 2021 suite à la fusion entre le groupe PSA (Peugeot Société Anonyme) et FCA (Fiat Chrysler Automobiles). Cette union représente l'un des événements les plus significatifs de l'industrie automobile récente, combinant deux entités aux histoires riches et complémentaires.

Les premières discussions concernant cette fusion ont débuté en 2019, avec une annonce officielle du projet en décembre de la même année. Après avoir obtenu les autorisations réglementaires nécessaires dans diverses juridictions, dont l'Union européenne et les États-Unis, la fusion a été approuvée par les actionnaires des deux groupes en janvier 2021. [34]

Le nom "Stellantis" provient du verbe latin *stello*, signifiant "illuminer avec des étoiles". Cette dénomination est utilisée exclusivement comme marque corporative, tandis que les noms et logos des marques constitutives du groupe demeurent inchangés. Stellantis regroupe un portefeuille de 14 marques automobiles emblématiques, illustré dans la figure ci-dessous.



FIGURE 1.3 – Les marques automobiles du groupe Stellantis

Dans sa vision stratégique, le groupe Stellantis s'appuie sur quatre valeurs fondamentales : la centralité du client, la réussite collective, l'agilité et l'innovation, ainsi que la préservation d'un avenir durable.

B. Historique des entités constitutives

B.1 Groupe PSA

PSA possède une histoire remontant à 1810 avec la création de Peugeot. Au fil des décennies, le groupe s'est développé notamment par des acquisitions stratégiques : [45]

1966	Création du groupe PSA
1974	Acquisition de Citroën
1978	Rachat des activités européennes de Chrysler
2016	Création de la marque DS Automobiles comme entité distincte
2017	Acquisition d'Opel et Vauxhall auprès de General Motors
2021	Fusion avec FCA pour devenir le groupe Stellantis

TABLE 1.1 – Chronologie des acquisitions et transformations du groupe PSA

B.2 Fiat Chrysler Automobiles

FCA résulte elle-même d'une fusion réalisée en 2014 entre Fiat S.p.A. et Chrysler Group LLC. Son histoire comprend : [44]

1899	Fondation de Fiat à Turin, la marque italienne a progressivement étendu son influence
2009	Fiat prend une participation dans Chrysler suite à la crise financière
2011	Acquisition de la participation majoritaire dans Chrysler
2014	Acquisition complète de Chrysler et création de FCA
2015	Scission de FCA et de Ferrari
2021	Fusion avec le Groupe PSA pour devenir le groupe Stellantis

TABLE 1.2 – Chronologie des acquisitions et transformations du groupe FCA

C. Structure organisationnelle

Stellantis est structuré en quatre régions opérationnelles principales pour optimiser sa gestion et sa présence sur les marchés internationaux. Ces régions sont :

- EE&MEA (Europe élargie, Moyen-Orient et Afrique),
- IAP & China (Asie-Pacifique et Chine),
- South America (Amérique du Sud),
- North America (Amérique du Nord).

La carte ci-dessous illustre cette répartition géographique et stratégique adoptée par le groupe.

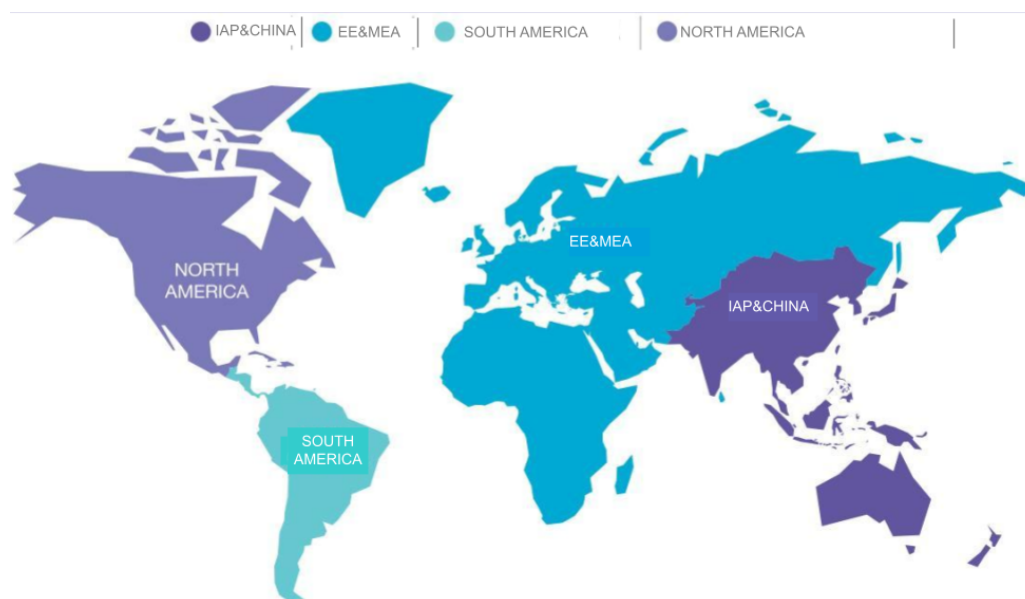


FIGURE 1.4 – Principales Régions Opérationnelles du Groupe Stellantis

1.3.2 Présentation de Stellantis El Djazair

Stellantis El Djazair, filiale du groupe Stellantis, assure la commercialisation et la production et des services après-vente des marques du groupe en Algérie. Depuis son lancement en mars 2023, elle contribue activement au développement du secteur automobile national.

Le 19 mars 2023, la marque FIAT a été introduite pour répondre à la forte demande locale. Ce lancement a permis de satisfaire les besoins du marché algérien en véhicules neufs et accessibles. En quelques mois, les ventes sont passées de 125 véhicules en mars à 15 000 en décembre 2023.

En novembre 2023, Stellantis El Djazair a élargi son offre avec la commercialisation de la marque OPEL, afin de toucher une clientèle plus large. Pour soutenir cette expansion, un réseau de 63 agents de vente et 52 agents SAV a été déployé à travers le pays, assurant la distribution et l'entretien des véhicules FIAT, OPEL et d'autres marques du groupe.

La carte ci-dessous illustre la répartition géographique des agents commerciaux de Stellantis-Fiat à travers le pays :

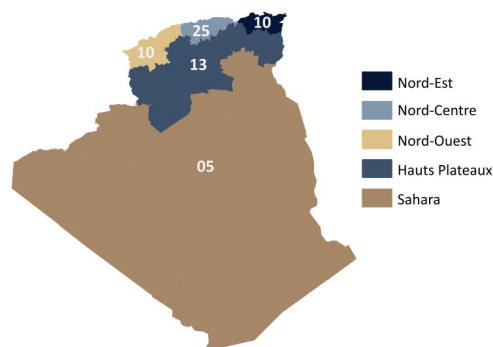


FIGURE 1.5 – Répartition géographique des agents par région en Algérie

Stellantis El Djazaïr s'inscrit dans la stratégie régionale visant à vendre un million de véhicules au Moyen-Orient et en Afrique d'ici 2030, avec une production régionale autonome à 70% et des perspectives d'exportation depuis l'Algérie [35].

1.3.3 Présentation de l'usine de Tafraoui

Présentation de l'usine de Tafraoui

L'usine FIAT de Stellantis en Algérie est située dans la région d'Oran. Ce projet est né d'une volonté stratégique de Stellantis de renforcer sa présence sur le marché africain, et notamment en Algérie. Inaugurée le 11 décembre 2023, cette usine s'étend sur une surface totale de 200 000 m², dont 77 000 m² sont constitués de bâtiments couverts. Sa capacité de production annuelle est de 90 000 véhicules [36].

Trois modèles sont actuellement produits.



(a) Figure 1.2 – 500



(b) Figure 1.3 – DOBLO VAN



(c) Figure 1.4 – DOBLO PANORAMA

Le site est en cours d'extension avec la création d'ateliers de soudure et de peinture, afin de passer à une production en mode CKD (Completely Knocked Down) dès 2025.

Dans le cadre de sa stratégie mondiale "Dare Forward 2030", Stellantis ambitionne de faire de l'Algérie un centre stratégique de l'industrie automobile en Afrique. L'objectif est d'atteindre

une production de 60 000 véhicules en 2025, puis de porter ce volume à 90 000 unités en 2026, tout en dépassant un taux d'intégration locale de 30 %.



FIGURE 1.7 – Extension du site de production Fiat en Algérie – Planification 2025

1.4 État des lieux du Site

Après avoir présenté le contexte sectoriel ainsi que l'organisation de Stellantis, nous recentrons désormais l'analyse à l'échelle du site afin de mieux appréhender les dynamiques internes qui régissent ses opérations. Cette section a pour objectif de dresser un état des lieux structuré du fonctionnement opérationnel actuel, avec un focus particulier sur le département Supply Chain. Ce dernier joue un rôle stratégique dans la coordination des flux physiques, informationnels et administratifs liés aux véhicules, depuis leur commande jusqu'à leur mise à disposition finale.

À travers une présentation des principaux services et un diagnostic ciblé sur le service Demand Planning, cette analyse nous permettra d'identifier les enjeux clés et d'orienter les axes d'amélioration.

1.4.1 Département Supply chain

Au sein de l'organisation, le département Supply Chain occupe une position stratégique. Il est responsable de la gestion de l'ensemble des flux physiques, informationnels et administratifs liés aux véhicules, depuis leur commande jusqu'à leur mise à disposition finale pour le client.

Ce département englobe un ensemble de services transverses qui assurent la coordination entre les prévisions de demande, les procédures d'homologation, le suivi qualité, le transport, le stockage, la traçabilité des véhicules ainsi que la transformation digitale des processus logistiques.

Son objectif principal est de garantir la fluidité, la transparence et la réactivité dans la gestion des véhicules tout au long de leur cycle de traitement, tout en maîtrisant les coûts et en assurant un haut niveau de service aux clients internes et externes.

Dans ce qui suit, nous détaillerons les différents services composant ce département, avant de focaliser notre attention sur le service Demand Planning et Carflow, qui fera l'objet d'un diagnostic approfondi.

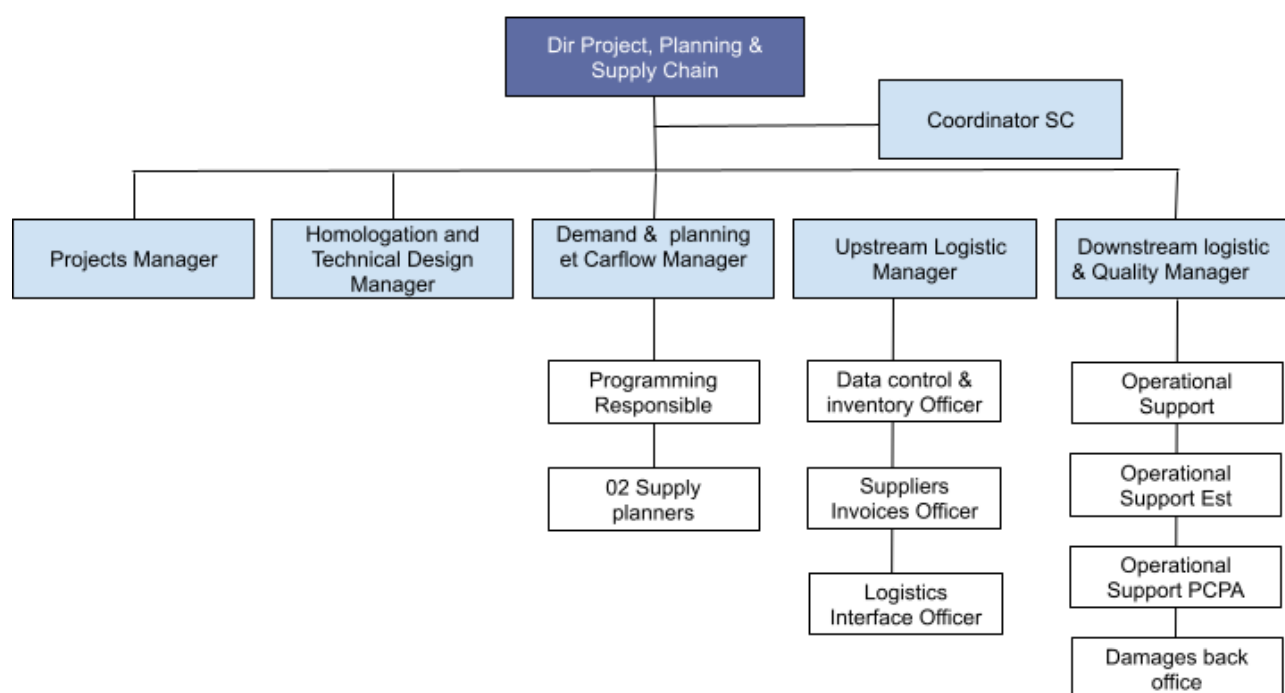


FIGURE 1.8 – Organigramme du Département Supply Chain - Stellantis Algérie

1. Service Projets :

Le rôle de ce service est de faciliter la transformation digitale et l'amélioration continue au sein du département. Il identifie les besoins des équipes, pilote les projets de digitalisation (ex : CRM, intégration SAP NSC), sélectionne les outils et prestataires, et accompagne les utilisateurs jusqu'à la mise en oeuvre. Il vise à optimiser les processus existants, réduire la charge opérationnelle et améliorer la visibilité des données. Ce service agit en tant que relais stratégique entre les métiers opérationnels et les solutions technologiques.

2. Service Homologation et Conception Technique :

Ce service assure la conformité réglementaire des véhicules commercialisés sur le marché algérien. Il traite avec les instances administratives comme les Mines (Alger et Oran) et le ministère de l'Énergie pour garantir l'homologation des modèles importés. En cas de campagnes de rappel, ce service identifie les véhicules concernés et veille à l'application des correctifs techniques avant la mise à disposition. Il agit également en tant que support technique pour la qualité, le marketing, l'après-vente et les forces de vente.

3. Service Logistique amont :

Ce service gère les flux logistiques depuis les usines jusqu'à la réception physique des véhicules. Il coordonne les approvisionnements, le transport, le dédouanement et veille à la fiabilité des stocks entre le système SAP et le terrain. Il assure également le traitement des factures prestataires, le suivi des livraisons, la gestion documentaire, ainsi que l'analyse de la performance logistique via des KPI. En lien étroit avec les services Commerce, Finance, Logistique Opérationnelle et les prestataires externes, il garantit la disponibilité des véhicules et la fluidité des opérations.

4. Service Logistique Opérationnelle et qualité :

Ce service supervise les opérations depuis le port jusqu'à la livraison client, en veillant au respect des standards Stellantis en qualité, délais et coûts. Il pilote les prestataires

logistiques, accompagne les démarches d'homologation, supervise la préparation des véhicules (PDI) et gère les avaries. Il contrôle également la qualité des parcs et suit les KPI qualité. En interaction avec les ports, les prestataires et de nombreux services internes, il contribue à la satisfaction client et au bon déroulement des livraisons.

5. Service Demand Planning & Carflow :

Le Service Demand Planning et Carflow est chargé d'assurer l'efficacité de la planification de la demande et la gestion des commandes. Il collabore étroitement avec les équipes Marketing (Prix/Produit), les Order Schedulers en centrale, la logistique amont ainsi que le commerce.

Ses missions se présentent sous trois grands volets :

- Planification de la demande (MP) :

Le service Demand Planning se charge de la mise à jour des Actuals (landing) pour le mois antérieur en production, WS, RS, et stock (abroad et local). Il procède également à la mise à jour du carflow, après réunion avec le marketing et le commerce, pour inscrire les volumes prévisionnels de vente sur le mois M en fonction des objectifs et du plan annuel. Il calcule ensuite la PDR (Production Demand Request) figée à M+2 et prévisionnelle sur le FY. Enfin, le carflow pays est remonté vers le système de programmation.

- Gestion des commandes :

Le service pilote le processus de commande depuis l'insertion jusqu'à la validation par les usines, avec un suivi rigoureux du respect des spécifications et du positionnement temporel des commandes.

- Suivi des stocks :

Le service assure l'alimentation et la mise à jour quotidienne des données de stock avec traçabilité complète des véhicules (statut de production, liens VON-VIN, dates) et assure la communication vers la Direction des Ventes.

Le service Demand Planning constitue un acteur stratégique au sein de la chaîne logistique, en raison de son positionnement en amont, de son impact direct sur la disponibilité des produits, ainsi que de ses interactions étroites avec les autres fonctions de l'entreprise. Véritable pilier du pilotage de la demande, il reflète les performances globales de l'organisation à travers ses indicateurs, sa capacité d'anticipation et son niveau de coordination transverse.

C'est à ce niveau qu'un diagnostic ciblé sera mené, qui se concentrera sur la gestion des commandes, dans l'objectif d'analyser les écarts identifiés dans le processus, d'identifier les leviers d'optimisation spécifiques et de formuler des axes d'amélioration concrets, afin d'assurer une meilleure fluidité des opérations et un renforcement de la satisfaction client.

1.4.2 Méthodologie d'analyse de l'existant

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi d'adopter la méthodologie DMAIC, issue de la démarche Lean Six Sigma, afin de structurer notre analyse de manière rigoureuse et progressive. Cette approche nous permet de poser un diagnostic clair sur la situation actuelle, d'identifier les sources de dysfonctionnement, puis de proposer et de suivre des pistes d'amélioration pertinentes.

Avant d'entamer la première phase de cette démarche, il convient de préciser le contexte industriel dans lequel s'inscrit notre étude. En effet, lors de son arrivée sur le marché algérien, le groupe Stellantis a débuté avec le type de fabrication CBU. Avec la mise en service de son usine d'assemblage "Usine Tafraoui", il a ensuite basculé vers le type SKD. Toutefois, la récente mise en œuvre de ce procédé ne permet pas encore de disposer d'un historique de données suffisant. En revanche, les données CBU couvrent une période plus longue, offrant un historique suffisant pour réaliser une analyse rigoureuse et pertinente. C'est pourquoi notre étude s'est orientée vers les données relatives aux CBU.

Dans cette partie, nous allons développer la première phase de notre démarche : le diagnostic, qui regroupe les étapes Définir, Mesurer et Analyser de l'approche DMAIC. Nous allons commencer par développer la première étape de l'approche DMAIC : *Définir*. L'objectif est de bien cadrer la problématique en identifiant clairement le périmètre de notre analyse et les enjeux associés.

Pour ce faire, nous allons réaliser une analyse QQQQCCP. Cet outil nous permettra de répondre aux questions essentielles afin de préciser le contexte, les acteurs impliqués, les activités concernées, ainsi que les objectifs visés. Nous pourrions ainsi mieux comprendre les origines des dysfonctionnements observés et délimiter avec précision le champ de notre étude.

A. Analyse QQQQCCP

Quoi ?	Un manque de visibilité sur l'exécution des ordres de fabrication insérés en M et prévus pour M+2. Le suivi est manuel, peu fiable et dispersé, ce qui rend difficile la détection des retards, des écarts de mix (version, couleur) et le respect des délais.
Qui ?	- Service Demand Planning. - Usines. - La région (Demand Planners & Order Scheduler). - Service Marketing. - Service Commerce.
Où ?	Stellantis El Djazaïr (insertion des commandes), la région (allocation des volumes), l'usine (exécution réelle de la production).
Quand ?	À chaque cycle mensuel de planification, dès l'expression de la demande M+2. Les écarts sont observables à l'allocation régionale et deviennent critiques à la production.
Combien ?	Les volumes mensuels de commandes insérées s'échelonnent entre 1 200 et plus de 36 000 unités, traduisant une dynamique opérationnelle importante. Des retards significatifs sont toutefois observés, avec des délais pouvant dépasser plusieurs mois. Certaines commandes restent non satisfaites plus de six mois après leur insertion.
Comment ?	La demande est exprimée, les commandes insérées, la région alloue et envoie les ordres de production. L'usine produit ce qu'elle peut selon la disponibilité des composants, souvent sans respecter le mix. Le pays découvre ensuite ce qui a réellement été produit à la fin de la production.

TABLE 1.3 – Annalyse QQQQCCP

Sur la base des éléments identifiés dans l'analyse QQQQCCP, il nous est apparu indispensable de mesurer de manière objective les écarts constatés dans la gestion des commandes. En effet, une compréhension fine des décalages entre la demande et la réalité opérationnelle constitue un préalable essentiel pour orienter efficacement notre analyse.

Dans ce cadre, la phase *Mesurer* de notre démarche vise à évaluer la performance actuelle à travers deux axes complémentaires. D'une part, nous analyserons les écarts globaux entre la demande exprimée, l'allocation régionale et la production effective, afin d'apprécier le niveau de synchronisation des flux. D'autre part, nous étudierons le repositionnement des commandes dans le pipeline, à travers l'évolution successive des dates de production attendue (Date of Greal). Ces repositionnements traduisent les ajustements successifs du planning et permettent de mettre en évidence les retards par rapport aux délais de production cibles initialement fixés.

B. Écarts globaux entre demande, allocation et production

Nous avons réalisé une première analyse quantitative afin d'évaluer le niveau d'alignement entre la demande exprimée par le pays, les volumes alloués par la région et la production effectivement réalisée par l'usine. L'objectif est d'identifier les déséquilibres structurels susceptibles d'impacter la fiabilité de la planification.

Notre étude porte sur les données mensuelles des années 2023 et 2024, tous modèles confondus (500, 500X, New Scudo, etc.). Pour plus de lisibilité, nous présentons uniquement les graphiques consolidés par année.

Les résultats mettent en évidence des désalignements récurrents entre les volumes demandés, alloués et produits, traduisant une difficulté à synchroniser les besoins du marché avec les capacités opérationnelles.

Les graphiques ci-dessous serviront de support pour approfondir notre diagnostic.

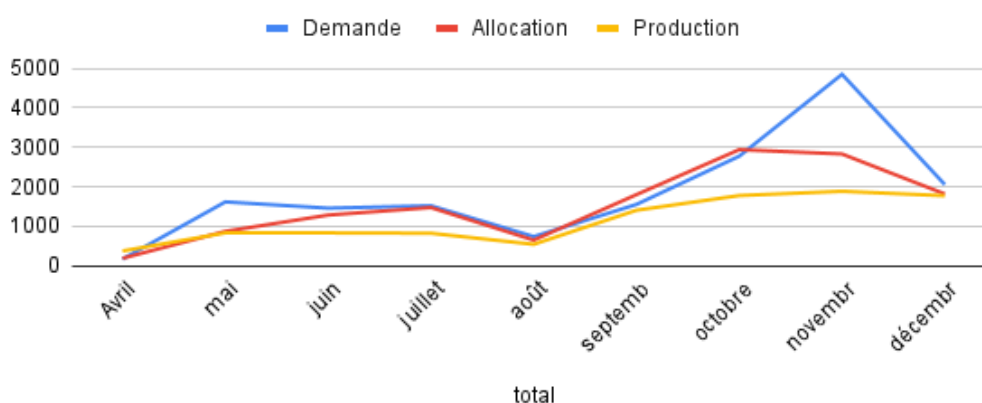


FIGURE 1.9 – Évolution mensuelle consolidée de la demande, de l'allocation et de la production – Année 2023

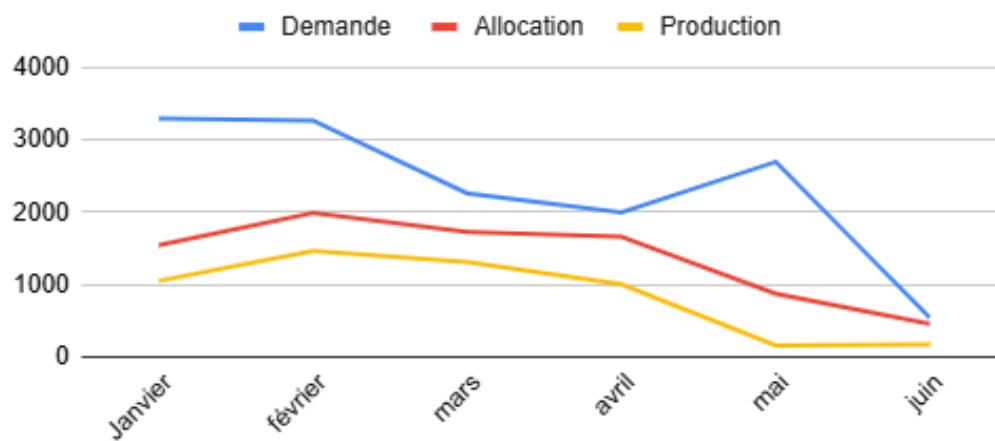


FIGURE 1.10 – Évolution mensuelle consolidée de la demande, de l'allocation et de la production – Année 2024

Nous présentons ci-après une analyse des tendances mises en évidence par les écarts représentés dans les graphiques précédents.

L'année 2023 est marquée par l'entrée sur le marché algérien des premiers modèles de la marque à partir d'avril. Cette introduction s'accompagne d'une hausse rapide de la demande sur la période avril-mai, portée par l'effet d'arrivée des nouveaux véhicules et l'engouement commercial qui en découle.

Entre mai et août, la demande se stabilise à un niveau constant. Durant cette période, l'allocation régionale reste globalement alignée sur ce niveau de demande, sans variation majeure. La production suit cette dynamique avec des volumes relativement stables. La baisse observée des volumes de production en août est directement liée à la fermeture des usines durant cette période, limitant temporairement la capacité industrielle.

À partir de septembre, nous observons une augmentation progressive de la demande, atteignant un pic en novembre. Cette hausse ne résulte pas uniquement de l'évolution naturelle du marché, mais traduit également une démarche locale visant à solliciter des volumes supplémentaires auprès de la région dans l'objectif d'accroître la production. La demande de novembre est d'ailleurs exceptionnellement élevée car elle vise à anticiper le mois de janvier, traditionnellement lancé en mode fast year, c'est-à-dire avec un niveau de stock élevé dès le début d'année pour répondre aux premières vagues commerciales.

Cet ajustement de la demande a permis d'obtenir, sur la période septembre-octobre, un alignement quasi-total entre les volumes demandés et ceux alloués par la région. Toutefois, la production effective reste inférieure aux volumes alloués. Cette situation met en lumière des contraintes opérationnelles et industrielles limitant la réactivité et la montée en cadence, malgré la forte sollicitation du marché.

Enfin, en décembre, une baisse nette de la demande et de la production est observée. Elle s'explique par la fermeture partielle des usines pendant deux semaines, en raison des congés liés aux fêtes de fin d'année.

Pour ce qui est de l'année 2024, elle débute avec une demande élevée, mais non suivie par l'allocation ni la production. Dès mars, une baisse progressive touche les trois indicateurs. En mai, la production chute brutalement à zéro en raison de l'arrêt des importations. Cet événement désorganise l'ensemble du pipeline, avec une activité quasiment figée en juin.

C. Repositionnement des dates prévisionnelles de production

Le tableau présenté ci-dessous constitue un échantillon visant à rendre visibles les repositionnements successifs des dates de production attendue (Date of Greal) par rapport à la date d'insertion des commandes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Factory Order	Date of Insert Or	Date of greal 1	Date of greal 2	Date of gre	Date of g	Date of g	Date of g	Date of gr	Date of g	Date of g	Date of greal 10	Date of greal 11	DATE OF production
2	225348330	21/03/2023	25/09/2023	17/08/2023	26/08/2023	10/10/2023	12/10/2023	11/10/2023	11/10/2023	11/10/2023				11/10/2023
3	225528714	07/06/2023	04/12/2023	04/01/2024	04/01/2024	05/02/2024	05/02/2024	05/02/2024	06/02/2024	06/02/2024	20/05/2024	20/05/2024	01/07/2024	20/06/2024
4	225669809	22/08/2023	11/11/2023	13/12/2023	07/12/2023	24/06/2024	23/02/2024	15/03/2024	08/03/2024	08/03/2024				08/03/2024
5	225669810	22/08/2023	11/11/2023	13/12/2023	08/12/2023	24/06/2024	09/02/2024	24/02/2024	28/02/2024	28/02/2024				28/02/2024
6	225348441	21/03/2023	25/09/2023	17/08/2023	26/08/2023	04/10/2023	12/10/2023	11/10/2023	07/10/2023	07/10/2023				07/10/2023
7	225669808	22/08/2023	11/11/2023	13/12/2023	11/12/2023	24/06/2024	12/02/2024	05/03/2024	06/03/2024	06/03/2024				06/03/2024
8	225763355	13/10/2023	31/03/2024	29/04/2024	15/04/2024	16/04/2024	16/04/2024	30/04/2024	24/05/2024	24/05/2024	28/05/2024	28/05/2024		28/05/2024

FIGURE 1.11 – Repositionnement des ordres de fabrication dans le pipeline (Dates of greal)

Il met en évidence plusieurs éléments significatifs. On constate notamment que certaines commandes affichent une multiplicité de dates de production planifiées, traduisant des replanifications répétées. Cette instabilité dans le calendrier de production reflète des ajustements constants, souvent liés à des contraintes de capacité, des arbitrages de priorité ou des évolutions dans la stratégie régionale. Un autre constat majeur est le non-respect fréquent du délai cible, fixé à M+2 mois entre la date d'insertion et la date de production. Par exemple, l'ordre 225669810, inséré le 22/08/2023, est finalement produit le 28/02/2024, soit plus de six mois plus tard. Ce type d'écart se retrouve sur plusieurs autres commandes du tableau. Cette dérive des délais, associée à la récurrence des repositionnements, met en évidence un désalignement structurel entre demande, capacités de production et exécution opérationnelle, révélant une fragilité majeure du dispositif de planification actuel.

Dans ce qui suit, nous allons développer la troisième phase de la démarche DMAIC : Analyser. Cette dernière vise à approfondir la compréhension des écarts constatés entre la planification et la production effective, en étudiant de manière détaillée le fonctionnement réel du processus de gestion des commandes et en mettant en évidence les décalages organisationnels et opérationnels qui expliquent les écarts observés. Pour approfondir cette analyse, nous avons mobilisé différents outils permettant d'apporter une vision globale et structurée des écarts observés :

- La modélisation BPMN pour cartographier le déroulement du processus et mieux comprendre les interactions entre les différents acteurs ;
- Une comparaison des processus PSA et FCA afin de mettre en lumière les écarts organisationnels et méthodologiques ;
- Une analyse Pareto multi-niveaux des écarts de production, visant à prioriser les principaux désalignements ;

Et enfin, une analyse SWOT pour évaluer les forces et faiblesses du service Demand Planning face à ces enjeux.

D. BPMN (Business Process Model and Notation)

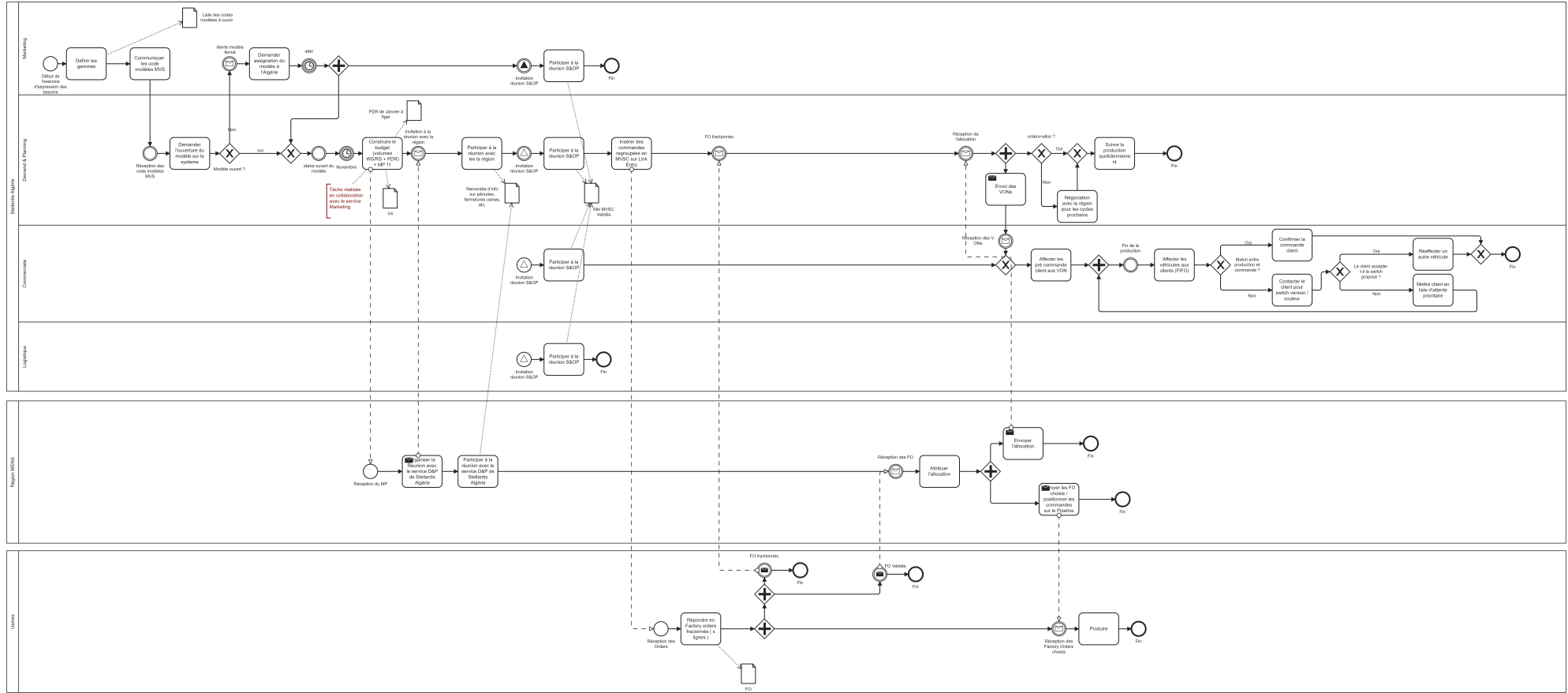


FIGURE 1.12 – Modélisation BPMN du processus de gestion des commandes

Le schéma BPMN présenté ci-dessus présente les échanges entre les acteurs clés du processus de commande et de production des véhicules destinés au marché algérien, au sein de l'écosystème Stellantis. Il met en évidence les interactions clés entre les différentes entités impliquées, à savoir Stellantis Algérie, la région MEA et les usines.

Le processus débute avec la définition des gammes et l'expression des besoins par les équipes locales (Marketing, Demand Planning), suivie de la transmission des commandes à la région. Celle-ci joue un rôle d'intermédiaire stratégique, en validant les volumes et en sélectionnant les ordres de fabrication à transmettre aux usines. Ces dernières assurent la réalisation physique des véhicules, en fonction des spécifications et de la disponibilité des composants.

Le BPMN met en lumière le déroulement séquentiel des tâches ainsi que les points d'interconnexion entre les différentes entités impliquées. Ce processus repose sur la réactivité des acteurs et la fluidité des échanges entre Stellantis Algérie, la région MEA et les usines. Il reflète également certaines situations représentatives du terrain, comme les décalages entre les volumes produits et les commandes clients, qui constituent des points d'attention dans l'analyse diagnostique.

E. Analyse comparative des processus de gestion des commandes PSA / FCA

Après avoir modélisé le processus local de gestion des commandes à travers le BPMN, il nous a paru pertinent de le comparer aux pratiques déployées au sein de PSA, dans une logique de benchmark interne. Cette démarche s'inscrit dans la volonté de Stellantis, suite à la fusion entre PSA et FCA, de capitaliser sur les meilleures pratiques des deux entités afin d'harmoniser les processus.

Cette analyse comparative permet d'identifier de manière factuelle les différences organisationnelles et de fonctionnement entre les deux systèmes.

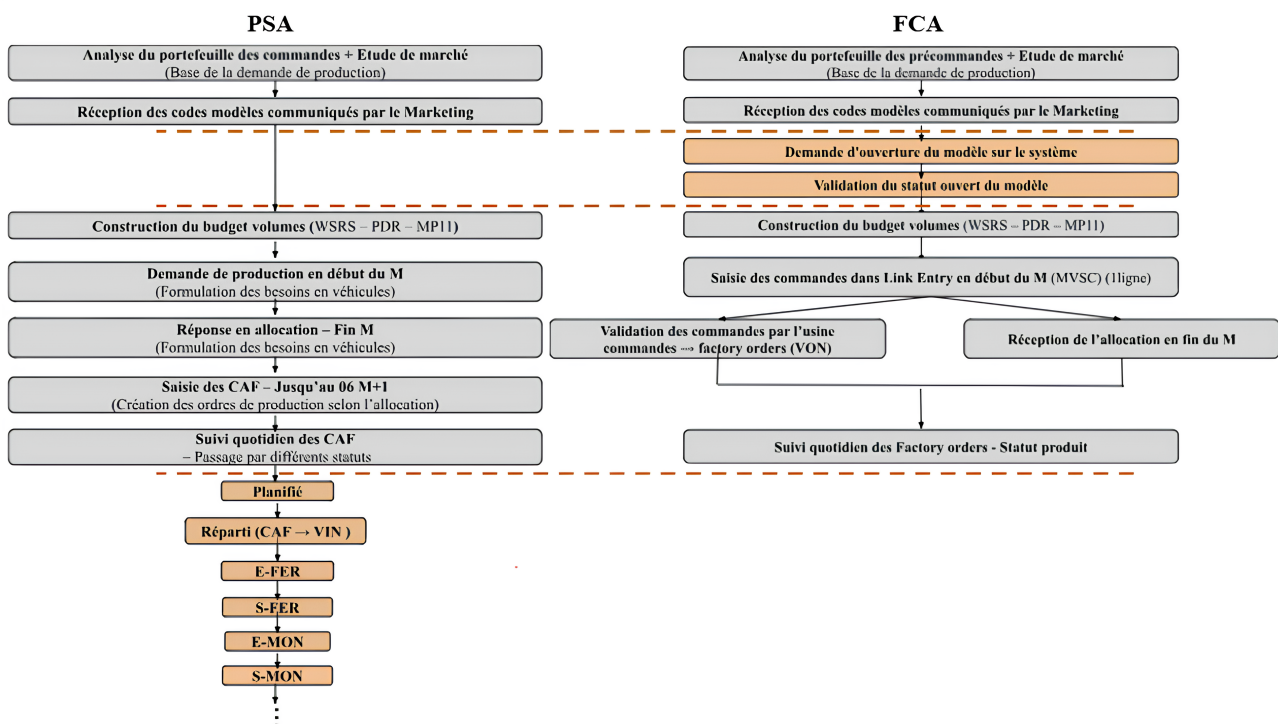


FIGURE 1.13 – Comparaison des processus de gestion des commandes des deux Entités PSA et FCA

L'analyse comparative des processus de gestion des commandes chez PSA et FCA met en lumière deux différences fondamentales qui ont un impact significatif sur la maîtrise opérationnelle et la capacité de pilotage.

1. Visibilité sur les statuts des commandes :

Chez PSA, le processus de traitement des commandes se distingue par un suivi structuré à travers différents statuts internes des Commandes Affectées Fermes (CAF). Dès que les CAF sont saisies après réception de l'allocation, elles évoluent au sein du système en passant par plusieurs étapes définies, chacune reflétant l'état d'avancement de la commande (saisie, planifiée, répartie, E-FER, S-FER, E-MON, S-MON, etc.). Cette granularité permet d'avoir une visibilité continue et actualisée sur le parcours de chaque commande. En d'autres termes, il est possible de suivre avec précision l'état d'une CAF avant même qu'elle ne soit transformée en véhicule produit ({vinVIN}), ce qui favorise la réactivité et la transparence.

En revanche, chez FCA, cette visibilité intermédiaire fait défaut. Une fois les commandes saisies dans le système et validées par l'usine, la demand planner reçoit un numéro VON (Vehicle Order Number), mais ne bénéficie pas d'un suivi détaillé par statuts équivalents à ceux des CAF chez PSA. La visibilité réelle sur l'état de la commande n'est retrouvée qu'à la fin du processus, après la production. Cela rend plus difficile l'identification des blocages ou des retards en amont, et limite les capacités d'arbitrage et d'ajustement pendant le cycle de production.

2. Moment de matérialisation des commandes

Chez PSA, la formalisation des commandes intervient après réception de l'allocation usine. Cela signifie que seules les commandes pour lesquelles une capacité de production a été confirmée sont intégrées au système. Ce séquençement permet d'éviter toute surcharge ou déséquilibre entre la demande commerciale et la réalité industrielle. La commande devient alors fiable et exécutable.

En revanche, chez FCA, les commandes sont saisies avant que la région ait communiqué l'allocation. Cela implique que ces commandes ne sont pas encore confirmées au moment de leur enregistrement. Elles restent donc vulnérables à des modifications ou suppressions une fois que l'allocation réelle est communiquée. Autrement dit, une partie de ces commandes peut être écrasée ou ajustée par l'allocation, ce qui rend le système moins stable et plus exposé à des écarts entre ce qui est saisi et ce qui pourra effectivement être produit.

F. Diagramme de Pareto

Pour prioriser les axes d'amélioration, nous avons représenté les écarts sous forme de diagramme de Pareto, afin de mettre en évidence les configurations les plus impactées.

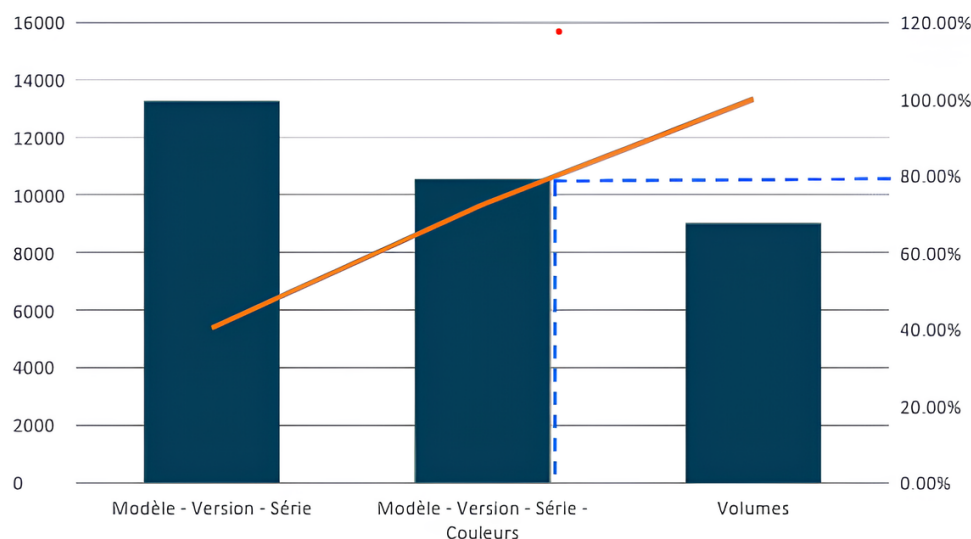


FIGURE 1.14 – Diagramme Pareto

Le diagramme présente l'analyse cumulée des écarts entre la demande exprimée par l'équipe Demand Planning et la production réellement réalisée en M+2, selon trois niveaux de granularité :

- Volume (niveau 1)
- Modèle-Version-Série (niveau 2)
- Modèle-Version-Série-Couleur (niveau 3)

Ces écarts ont été agrégés sur l'ensemble de l'année 2023 pour offrir une vision consolidée, représentée sous forme de Pareto, avec le nombre d'écarts en ordonnée et leur contribution cumulée en pourcentage.

1. Lecture et interprétation des résultats :

L'analyse met en évidence que les écarts les plus fréquents concernent les configurations détaillées :

- Le niveau 2 (Modèle-Version-Série) génère 40,39 % des écarts.
- Le niveau 3 (Modèle-Version-Série-Couleur) en représente 32,14 % supplémentaires.

Ainsi, 72,5 % des écarts totaux proviennent d'un non-respect des configurations fines, tandis que les volumes globaux par modèle (niveau 1) ne représentent que 27,5 % des écarts.

Ce constat souligne que, malgré le respect apparent des volumes globaux, la qualité de la réponse industrielle se dégrade dès que l'on considère des critères plus précis comme les versions, les séries ou les couleurs.

2. Impacts et constats opérationnels : Ces écarts ont des impacts directs sur la qualité de service et la satisfaction des marchés. En effet, le respect du volume global (niveau 1) masque souvent des déséquilibres sur les configurations spécifiques attendues.

- Au niveau 2, les écarts reflètent généralement des choix industriels de priorisation différents de ceux exprimés par le marché, entraînant des retards, substitutions ou pertes commerciales.
- Le niveau 3 (Modèle-Version-Série-Couleur), bien que considéré comme secondaire, il impacte aussi la commercialisation, car la couleur reste un critère de choix important pour les clients. Son absence ou son inadéquation peut altérer la perception du produit, notamment dans les cas de commandes personnalisées ou de campagnes commerciales spécifiques.

G. Analyse SWOT

À l'issue de nos analyses, nous avons réalisé une analyse SWOT pour synthétiser les principaux éléments internes et externes affectant la gestion des commandes par le service Demand Planning. Les résultats sont présentés dans la figure suivante :

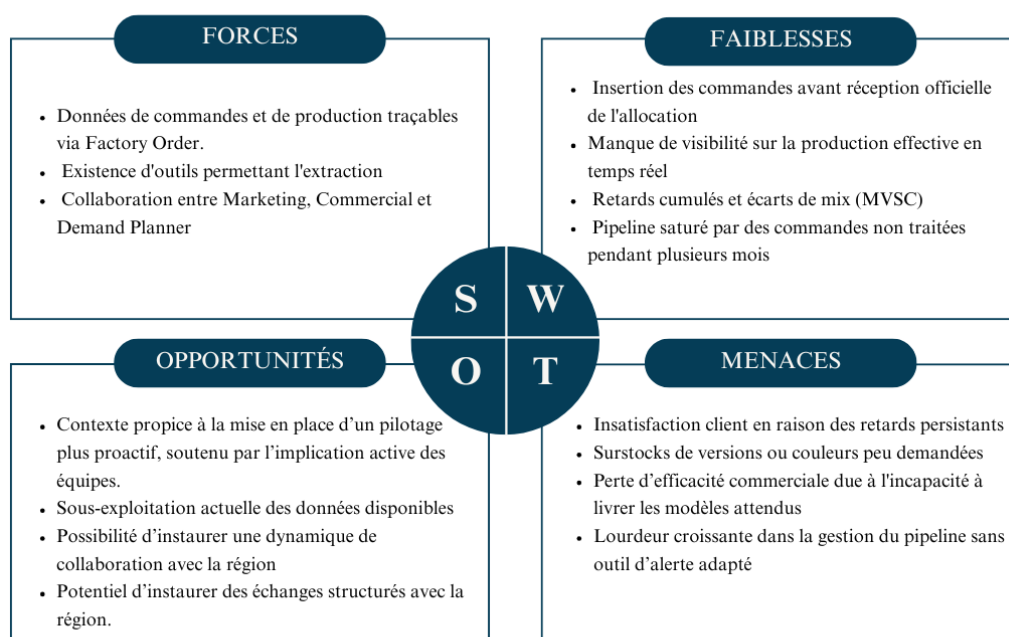


FIGURE 1.15 – Analyse SWOT de la gestion des commandes – Service Demand Planning

1.5 Problématique

Le diagnostic global que nous avons mené a permis, dans un premier temps, de cerner précisément les enjeux et le périmètre de la gestion des commandes, puis d'analyser le fonctionnement opérationnel du processus et les pratiques associées. Enfin, il a mis en évidence des écarts récurrents entre la demande exprimée, les allocations régionales, et la production effectivement réalisée. Ces écarts sont aggravés par un manque de visibilité sur l'état d'avancement des ordres de fabrication, rendant difficile toute anticipation ou correction rapide.

Face à cette situation, il devient impératif de penser à une piste d'automatisation du suivi des ordres de fabrication, afin d'améliorer la réactivité du service et de fiabiliser le pilotage quotidien.

Ce levier opérationnel, bien que pertinent, est insuffisant pour répondre aux enjeux structurels du processus global de synchronisation entre demande et production.

Au-delà des ajustements techniques, la situation exige donc une refonte du pilotage global, articulée autour d'un cadre structurant, incarné par le processus S&OP.

Ainsi, la problématique centrale de ce mémoire s'est formulée comme suit :

Comment améliorer la performance du Demand Planning via un outil d'automatisation et la restructuration du processus S&OP ?

De cette question principale découlent les sous-questions ci-dessous :

1. **Quels sont les leviers d'automatisation à mobiliser pour assurer un suivi fiable et réactif des ordres de fabrication ?**
2. **Comment peut-on améliorer la structure du processus S&OP ?**
3. **Comment peut-on garantir une visibilité en temps réel sur le processus S&OP ?**

1.6 Conclusion

Ce premier chapitre nous a permis d'introduire le contexte général de notre projet en présentant le secteur automobile mondial, puis en détaillant les spécificités du marché algérien. Nous avons ensuite exposé l'organisation du groupe Stellantis et sa filiale en Algérie, avant de nous concentrer sur le service Demand Planning, point névralgique du processus étudié.

Un diagnostic détaillé a été mené, mobilisant plusieurs outils analytiques. Ce diagnostic a révélé des points de rupture et des axes d'amélioration clairs, qui orienteront la suite de notre démarche.

Le chapitre suivant sera consacré à l'étude des concepts théoriques relatifs au demand planning, aux outils d'automatisation, ainsi qu'aux fondements du processus S&OP, afin de construire un cadre de référence pour les solutions proposées

Chapitre 2

Etat de l'art

2.1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif de poser le cadre théorique et méthodologique sur lequel s'appuie notre proposition de solution.

Dans un premier temps, nous commencerons par les fondements de la Supply Chain et ses spécificités dans l'industrie automobile, avant d'aborder la fonction de Demand Planning et son rôle central dans l'équilibre entre demande et supply.

Nous présenterons ensuite Power Query comme levier d'automatisation, avant d'introduire le processus de Sales and Operations Planning (S&OP), ses étapes structurantes et ses modèles de maturité.

Enfin, nous reviendrons sur les méthodes de prévision utilisées dans les environnements industriels et conclurons par les outils de pilotage, en présentant d'une part les indicateurs de performance, et d'autre part les tableaux de bord analytiques qui en permettent le suivi.

La figure 2.1 récapitule la démarche suivie lors de ce présent chapitre :

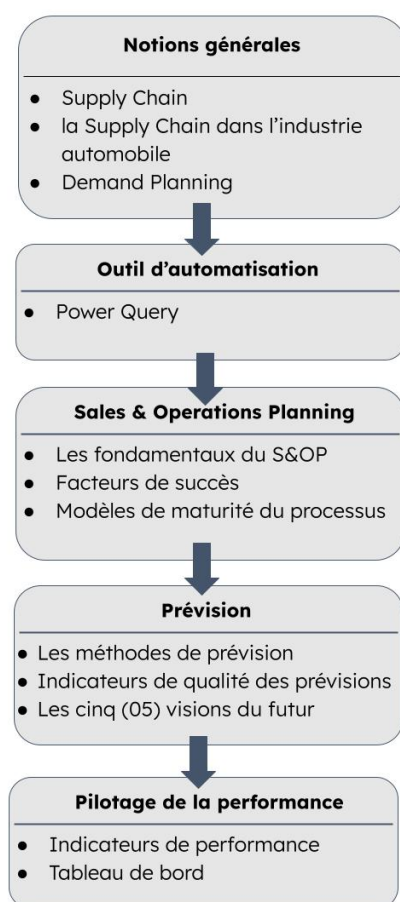


FIGURE 2.1 – Schéma Directif du Chapitre - État de l'art

2.2 Supply chain

2.2.1 Définition

Le concept de Supply Chain, ou chaîne logistique, désigne l'ensemble des étapes nécessaires pour fournir un produit ou un service au client final, en intégrant les flux physiques, informationnels et financiers. Il s'agit d'un système global et dynamique qui relie fournisseurs, producteurs, prestataires logistiques, distributeurs et clients dans un objectif de performance collective. Il s'agit d'un système global et dynamique qui relie fournisseurs, producteurs, prestataires logistiques, distributeurs et clients dans un objectif de performance collective.

Parmi les définitions les plus reconnues dans la littérature, celle de Christopher (2016) décrit la Supply Chain comme « un réseau d'organisations interconnectées et interdépendantes impliquées dans les différentes activités et processus qui créent de la valeur sous forme de produits ou services, livrés au consommateur final » [5]. Mentzer et al. (2001) la définissent, quant à eux, comme « un ensemble de trois entités ou plus, directement impliquées dans les flux ascendants ou descendants de produits, services, finances et/ou informations, depuis le fournisseur initial jusqu'au client final » [22].

La Supply Chain n'est donc pas une simple fonction logistique ; elle constitue un système global où la performance dépend autant de la coordination horizontale entre partenaires (fournisseurs, transporteurs, distributeurs...) que de l'intégration verticale entre fonctions internes (approvisionnement, production, distribution, finance, marketing...).

2.2.2 Spécificité de la Supply Chain dans l'industrie automobile

Dans le secteur automobile, la Supply Chain prend une dimension hautement stratégique et technologique. Elle repose sur une organisation complexe et globalisée, caractérisée par un grand nombre de fournisseurs de rang 1, 2, voire 3, répartis dans le monde entier, et une forte exigence en termes de qualité, coûts, délais et flexibilité. Selon A. T. Kearney (2020), l'industrie automobile fonctionne avec des logiques de lean manufacturing, de just-in-time (JIT) et just-in-sequence (JIS), qui visent à réduire les stocks tout en assurant une livraison synchronisée des composants à la chaîne d'assemblage. Cette exigence implique une coordination précise des flux amont, une gestion proactive des risques logistiques, et une intégration poussée des systèmes d'information entre les acteurs de la chaîne. La supply, ou gestion des flux amont, constitue une composante essentielle de cette chaîne. Elle englobe :

- La sélection et la gestion des fournisseurs (stratégie d'achat, évaluation de performance, contrats),
- La planification des approvisionnements,
- La gestion des stocks de sécurité et des délais de réapprovisionnement,
- Le transport et la logistique entrante.

Une rupture dans cet enchaînement peut entraîner l'arrêt immédiat d'une ligne de production, ce qui rend la fiabilité de la supply déterminante dans le secteur.

2.2.3 De la gestion de la supply à la planification de la demande

Si la supply vise à garantir la disponibilité des composants et matières premières, elle ne peut fonctionner de manière efficiente qu'en étant alignée avec la demande réelle ou prévisionnelle. C'est à ce niveau qu'intervient la fonction de Demand Planning. Dans une logique intégrée, le demand planning s'appuie sur les données de ventes, les tendances du marché, les historiques de consommation et les prévisions commerciales pour anticiper les besoins futurs. Cette anticipation permet de piloter la chaîne logistique en amont, d'éviter les surstocks ou ruptures, et de planifier les capacités de production en cohérence avec la demande attendue. La prochaine section détaillera le rôle stratégique du Demand Planning, ses outils et méthodes.

2.3 Le Demand Planning

Le Demand Planning est un processus central dans la gestion de la chaîne logistique, dont l'objectif est de prévoir la demande future des clients afin de permettre la prise de décisions stratégiques en amont, bien avant que cette demande ne se matérialise. En effet, comme le soulignent Kilger et Wagner (2015), « de nombreuses décisions dans une chaîne logistique doivent être prises avant même que la demande réelle des clients ne soit connue, comme les décisions de réapprovisionnement, les quantités à produire ou l'achat de composants à long délai d'approvisionnement » [18]. Ainsi, le Demand Planning repose essentiellement sur des prévisions appelées demand forecasts, qui doivent orienter l'ensemble des activités de production, d'approvisionnement et de distribution.

Dans ce contexte, la planification de la demande ne consiste pas uniquement à produire des chiffres, mais à structurer l'ensemble du processus de prévision selon plusieurs dimensions (produits, temps, géographie), à intégrer des données historiques et contextuelles (commandes passées, promotions, lancements de produits), et à croiser les analyses statistiques avec le jugement humain.

Le processus de Demand Planning comporte généralement plusieurs étapes : collecte des données, prévision statistique, ajustements manuels, prévisions collaboratives (consensus forecasting), planification des demandes dépendantes (par exemple pour les composants ou les packs), et enfin libération des prévisions pour les étapes opérationnelles ultérieures (plan directeur de production, achats, allocation...).

Comme l'expliquent les auteurs, ce processus est fortement impacté par l'incertitude : « la caractéristique principale des prévisions est qu'elles sont généralement erronées », ce qui rend essentiel le suivi de la qualité des prévisions à l'aide d'indicateurs comme le MAPE (Mean Absolute Percentage Error) ou l'APO (Accuracy per Order).

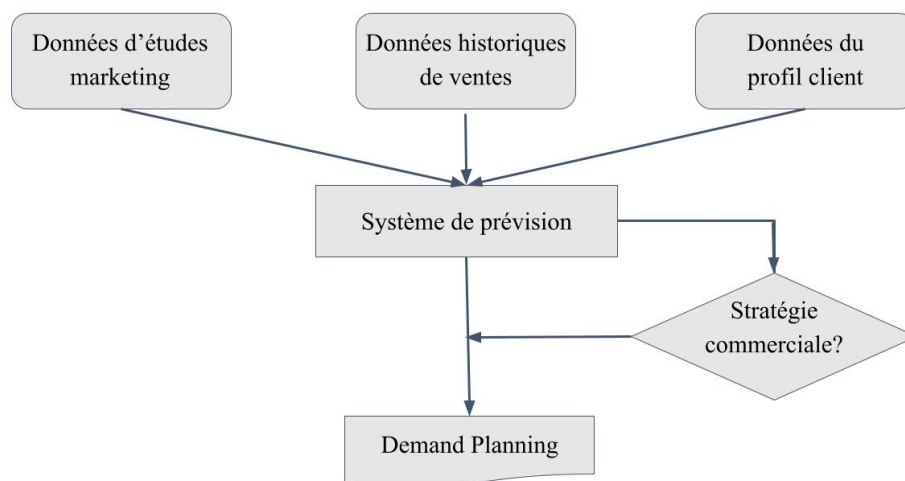


FIGURE 2.2 – Interfaces du Demand Planning

Source : *Hokey Min, 2021*.

La planification de la demande repose sur un suivi rigoureux entre les volumes prévus et les données issues de l'exécution effective.

Pour faciliter ce rapprochement, des outils tels que Power Query permettent d'automatiser le traitement des données et de sécuriser leur intégration dans les systèmes d'aide à la décision.

La section suivante présente les fonctionnalités principales de cet outil dans un contexte de pilotage des processus industriels.

2.4 Outil d'automatisation Power Query

Power Query est une technologie d'Extract-Transform-Load (ETL) intégrée à Microsoft Excel et Power BI. Elle permet d'automatiser le processus de collecte, de transformation et de nettoyage des données issues de sources multiples. Officiellement connue sous le nom de Get & Transform depuis Excel 2016, Power Query offre une interface intuitive, sans programmation, pour créer des requêtes reproductibles.

Selon Knight (2018), Power Query est « un outil puissant de préparation de données qui permet d'importer, transformer, nettoyer et consolider des données provenant de multiples sources sans recourir à des macros complexes ou à la programmation VBA » [19].

Les principales fonctionnalités de Power Query incluent :

- Connexion à des sources de données variées (Excel, CSV, bases SQL, API, etc.)
- Nettoyage et transformation de données (filtrage, tri, pivotement, regroupement)
- Détection et gestion des erreurs ou valeurs manquantes
- Fusion et croisement de jeux de données hétérogènes
- Rafraîchissement automatique des données à chaque mise à jour de la source

Les requêtes sont enregistrées en langage M (Power Query Formula Language), ce qui permet une traçabilité et une reproductibilité totale du traitement appliqué.

L'automatisation des flux de données permet d'obtenir une meilleure lisibilité des informations, condition préalable à une approche plus structurée de la planification.

Dans ce prolongement, le processus de Sales & Operations Planning (S&OP) constitue un cadre de référence central, articulant la demande, les capacités et la coordination entre fonctions.

La section suivante expose les principes fondamentaux, les étapes clés, les facteurs de performance, ainsi que les modèles de maturité permettant d'évaluer son niveau d'intégration au sein des organisations.

2.5 Sales and Operations Planning

2.5.1 Definition

S&OP est l'exécution d'un processus de planification des ventes et des opérations. Il a comme rôle d'équilibrer l'offre et la demande en alignant la planification financière et opérationnelle. Il a pour but d'assurer le lien constant entre les visions stratégiques et opérationnelles. De plus il permet de consolider les plans de vente, du marketing, du développement, de la production, de l'approvisionnement et de finance en un plan intégré [2].

Feng et al. (2008) affirment que le S&OP (Sales and Operations Planning) nécessite une connexion ou une intégration entre deux fonctions distinctes de l'entreprise : d'une part, la fonction commerciale, centrée sur la réalisation des chiffres de ventes et la satisfaction des clients, et d'autre part, la supply chain, qui influence les coûts opérationnels. Le S&OP établit un lien entre toutes les activités stratégiques et opérationnelles au sein de l'organisation. Il est orienté vers le client et permet d'équilibrer la demande et l'offre [12].

De même, Thomé et al. (2012a) décrivent le S&OP comme un processus qui offre à la direction un levier pour façonner l'entreprise de manière stratégique et systématique, favorisant l'obtention d'un avantage concurrentiel à long terme en intégrant et en coordonnant des politiques marketing centrées sur le client pour les produits nouveaux et existants, y compris la chaîne logistique [38].

Vollmann et al. (2005) ainsi que Wallace & Stahl (2013, p. 11-12) s'accordent également à considérer le S&OP comme un levier de la haute direction pour le pilotage des opérations de l'entreprise [41].

2.5.2 Les fondamentaux du S&OP

Le processus de Sales and Operations Planning (S&OP) repose sur quatre éléments clés : la demande, l'offre, le volume et le mix.

Ces éléments sont regroupés en deux couples complémentaires : « volume et mix » d'une part, et « demande et offre » d'autre part. Pour obtenir les meilleurs résultats, il est essentiel d'équilibrer la demande et l'offre avec le volume et le mix [42].

- **Volume** : Il s'agit de la planification agrégée, déterminant la quantité globale à produire pour les familles de produits. Cela inclut les prévisions de ventes, les capacités de production, les stocks de produits finis et les historiques de commandes clients. Cette pla-

nification répond à la question « combien ? » et est généralement gérée sur une période de 12 à 18 mois, en lien avec la stratégie, la politique et la gestion des risques de l'entreprise.

- **Mix** : Il concerne la planification détaillée, déterminant quels produits spécifiques fabriquer et dans quel ordre. Cela inclut la gestion des commandes clients, des séquences de production et des priorités d'expédition. Cette planification répond à la question « lesquels ? » et est généralement gérée sur une période plus courte, allant de quelques jours à quelques semaines, en lien avec les opérations quotidiennes de l'entreprise.

Wallace & Stahl (2013, pp. 7-8) soulignent que si le volume est géré efficacement dès les premières étapes, il devient plus facile de gérer le mix [43].

Dans la continuité de cette approche, ils ajoutent que la mission du S&OP est d'équilibrer la demande et l'offre au niveau du volume.

2.5.3 Facteurs de succès du S&OP

Muzumdar et Fontanella (2006) affirment que le S&OP facilite la prise de décision à tous les niveaux hiérarchiques de l'entreprise, grâce à une architecture d'information commerciale intégrée. Dans leur article "The Secrets to S&OP Success", ils identifient cinq facteurs clés qui conditionnent le succès du S&OP : le personnel, le processus, la technologie, la stratégie et la mesure de la performance [27].

Ces éléments sont interconnectés et forment un système cohérent, comme le montre la **figure 2.3**.

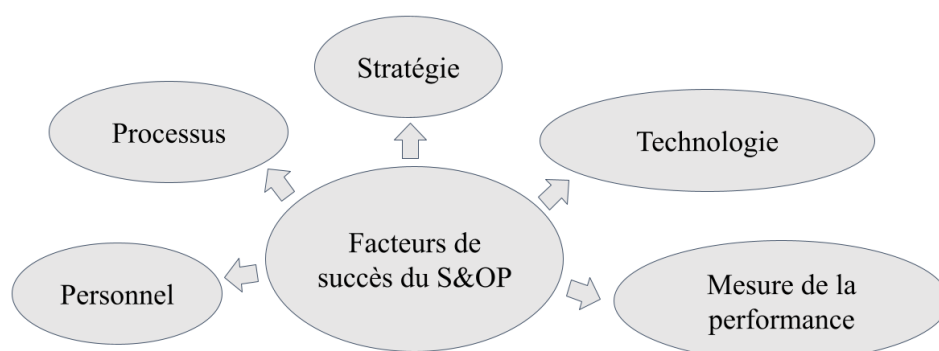


FIGURE 2.3 – Facteurs de succès du S&OP

Source : *Lamichhane Narendra, 2021.*

a. Le personnel

Le facteur « personnel » est le premier et le plus important facteur de succès du S&OP. Il englobe la culture organisationnelle, les compétences, la collaboration interfonctionnelle et l'engagement des équipes. Wallace & Stahl (2013, p. 75) soulignent que « Il constitue le facteur le plus dynamique, car il influence tous les autres éléments du processus. »

b. Processus

Le processus de S&OP est structuré en cinq étapes :

1. Collecte des données :

Cette première étape consiste à rassembler et analyser les données relatives aux ventes, à la production, aux niveaux de stocks, aux commandes en attente, ainsi qu'aux coûts opérationnels du mois précédent. L'objectif est d'établir une base factuelle solide pour les étapes suivantes du processus S&OP. Elle permet d'identifier les tendances, les anomalies et les opportunités d'amélioration, tout en assurant la cohérence des informations à travers les différents départements de l'entreprise.

2. Revue de la demande :

Cette étape consiste à définir le plan de ventes pour les prochains mois, en s'appuyant sur les données statistiques issues de la première étape et sur les informations qualitatives provenant du terrain, telles que les retours des commerciaux, des responsables des ventes et de l'équipe marketing. Il est essentiel, à ce stade, d'assurer une cohérence avec le plan marketing, notamment en ce qui concerne les promotions et les lancements de produits prévus. La prévision de la demande concerne à la fois les produits existants et les nouveaux produits. Elle varie en fonction des familles de produits et des modes de production. Ainsi, le plan de ventes représente une estimation commune des besoins futurs des clients, en construisant les hypothèses et en examinant les informations issues du processus de planification des ventes. Cette étape vise à établir un consensus sur les prévisions de la demande, en intégrant les perspectives des différentes fonctions de l'entreprise, afin de garantir une planification cohérente et alignée avec les objectifs stratégiques de l'organisation.

3. Revue de la Supply :

Cette étape consiste à adapter les plans d'approvisionnement en fonction du plan de demande validé. L'équipe opérationnelle ajuste les prévisions par famille de produits et évalue leur faisabilité en tenant compte des capacités internes et externes (production, stocks, logistique). Des échanges avec les équipes commerciales permettent d'aligner les stratégies de gestion des stocks et d'anticiper les contraintes. La revue de la supply porte principalement sur la capacité de production, la gestion des stocks, l'inventaire et la planification logistique. Elle inclut aussi l'identification des risques potentiels, comme les pénuries de matériaux.

4. Réunion pré-S&OP :

La réunion pré-S&OP permet de consolider les propositions issues des différentes fonctions (approvisionnement, production, logistique, commercial, marketing) afin d'identifier les écarts entre la demande et l'offre, et d'élaborer des scénarios d'ajustement alignés sur les objectifs de l'entreprise. L'objectif est de parvenir à un consensus autour d'un plan unique ou, à défaut, de préparer des alternatives pour arbitrage lors de la réunion exécutive. Cette étape joue un rôle central dans la coordination interfonctionnelle et favorise une vision partagée des enjeux opérationnels. Elle permet également de clarifier les points de désaccord ou les incertitudes, et de structurer les discussions futures. Une checklist est généralement établie afin de garantir que tous les sujets critiques seront traités efficacement en réunion exécutive. La participation active des responsables clés est essentielle pour assurer la cohérence des scénarios proposés avec les priorités stratégiques de l'orga-

nisation

5. Réunion exécutive S&OP :

Cette dernière étape réunit la direction générale afin d'évaluer les propositions issues de la phase préliminaire. Elle s'appuie sur un bilan du mois écoulé, une analyse des risques et opportunités à venir, ainsi que sur les scénarios envisagés, en mettant en lumière leurs impacts financiers. L'objectif est de valider, ajuster ou rejeter les plans présentés pour chaque famille de produits. Les points de désaccord ou non résolus font l'objet de décisions tranchées à ce stade. Enfin, cette réunion permet d'assurer l'alignement entre les plans opérationnels et la stratégie globale de l'entreprise, en tenant compte des coûts, bénéfices et contraintes des différentes fonctions (ventes, production, approvisionnement, développement produit).

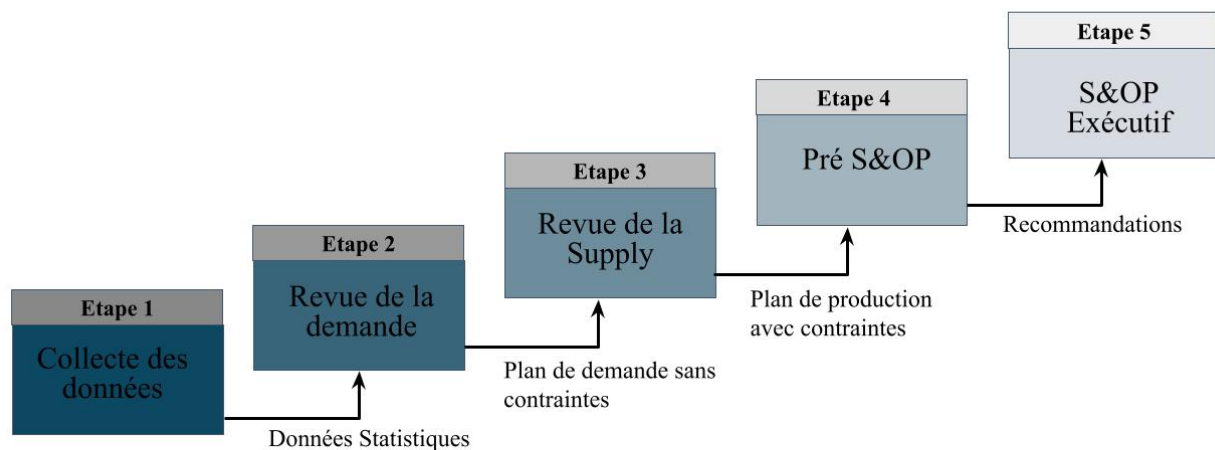


FIGURE 2.4 – Processus S&OP

c. Stratégie

Dans le cadre du S&OP, la stratégie vise à aligner les objectifs financiers et opérationnels de l'entreprise pour garantir une prise de décision cohérente à moyen terme. Elle repose sur une vision claire de l'avenir, soutenue par des investissements ciblés et des politiques adaptées.

- Trois piliers stratégiques peuvent être identifiés :
- l'alignement de l'offre et des stocks avec la demande,
- la recherche de l'optimisation des profits,
- et l'intégration des acteurs clés de la chaîne de valeur, tels que les clients et les fournisseurs.

Enfin, le processus stratégique doit s'inscrire dans une logique d'amélioration continue, avec une planification suffisamment flexible pour s'adapter rapidement aux évolutions du marché.

d. Mesure de la performance

L'évaluation de la performance permet de mesurer l'efficacité du processus S&OP et d'ajuster les décisions en conséquence. Elle repose généralement sur des indicateurs clés de performance (KPI) qui suivent, entre autres, la rentabilité des produits, la satisfaction client, le taux de service, la croissance des volumes ou encore la marge brute. Ces indicateurs doivent être suivis de manière régulière pour garantir la cohérence entre les plans opérationnels et les objectifs stratégiques. Même en l'absence d'un processus S&OP formel, il est essentiel de mettre en place une mesure de la performance pour assurer un pilotage efficace.

e. Technologie

La technologie constitue un levier essentiel pour la réussite du S&OP. Elle permet de centraliser les données, de faciliter leur accès en temps réel, et d'automatiser les analyses. Un système intégré et collaboratif (type ERP ou APS) favorise la transparence entre les fonctions, réduit les délais de traitement et améliore la qualité des décisions. Les outils technologiques doivent être à la fois évolutifs et interconnectés, capables de s'adapter aux besoins internes comme aux exigences externes de l'entreprise. Ils doivent également permettre l'intégration de données transactionnelles, de capacités analytiques avancées (type Business Intelligence) et de scénarios de simulation pour soutenir un pilotage agile et précis. Par ailleurs, le recours à des solutions reconnues du marché (SAP, Oracle, JDA, etc.) renforce la robustesse du processus et contribue à l'alignement entre les différents pôles (ventes, production, finance, etc.) en évitant les incohérences et les pertes d'information souvent observées dans les systèmes non intégrés.

2.5.4 Maturité du processus S&OP

La notion de maturité dans le contexte du Sales & Operations Planning (S&OP) fait référence au degré d'intégration et d'efficacité avec lequel une organisation met en œuvre et gère ses processus de planification intégrée. Selon Grimson & Pyke (2007), cette maturité reflète la capacité organisationnelle à coordonner efficacement les fonctions commerciales et opérationnelles à travers des processus structurés et une culture collaborative [12].

L'évaluation de la maturité S&OP constitue un enjeu stratégique majeur pour les entreprises cherchant à optimiser leur performance opérationnelle et leur capacité de réponse aux fluctuations du marché, tout en permettant d'identifier les axes d'amélioration prioritaires pour le développement organisationnel.

L'évolution des modèles de maturité S&OP témoigne d'un enrichissement progressif de la compréhension théorique et pratique de ce processus. Les premiers travaux de Wing & Perry (2001) ont posé les fondements conceptuels en proposant une approche unidimensionnelle d'évaluation [46]. Cette base a été enrichie par Lapide (2005b) qui a introduit une perspective évolutionnaire structurée autour de quatre phases de développement organisationnel [21]. Ventana Research (2006) a élargi le spectre d'analyse en intégrant les dimensions de gestion de la performance et de collaboration humaine [40]. L'apport majeur de Grimson & Pyke (2007) réside dans le développement d'un cadre multidimensionnel sophistiqué, incorporant cinq dimensions critiques incluant la collaboration inter-fonctionnelle, la gouvernance organisationnelle, et le niveau d'intégration des plans [13]. Cette évolution s'est poursuivie avec les travaux de Gartner (2010) qui ont proposé une approche holistique intégrant six dimensions interdépendantes [9].

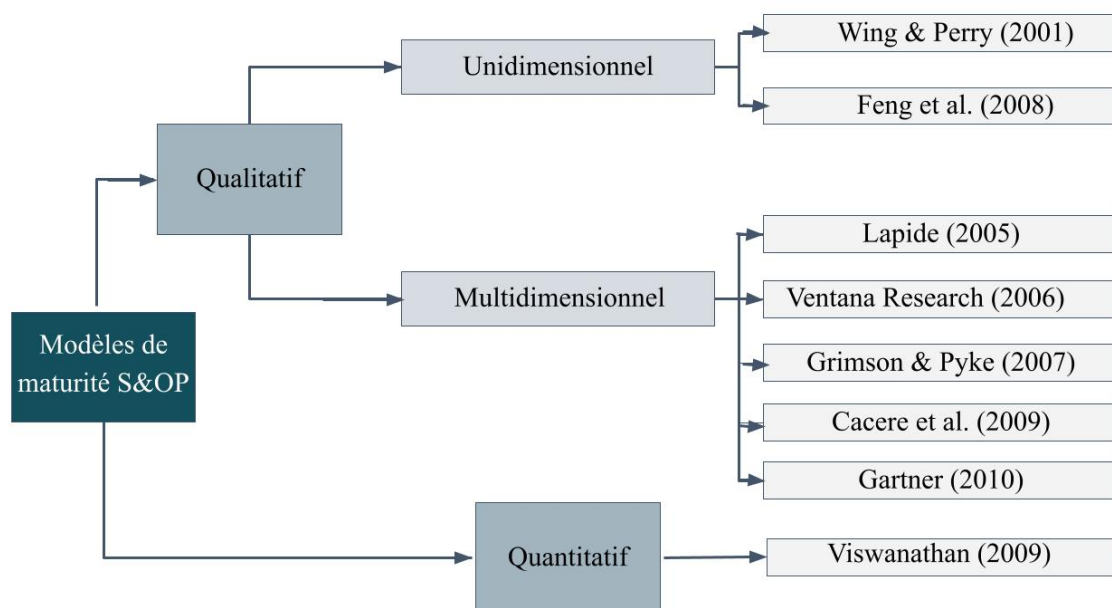


FIGURE 2.5 – Synthèse des principaux modèles de maturité S&OP

Source : Adaptée de Bagni, G., & Marçola, J. A. (2019).

a. Le modèle de Lapide (2005b)

Le modèle de maturité S&OP de Lapide (2005b) propose une approche évolutionnaire structurée autour de quatre étapes progressives qui reflètent le développement organisationnel du processus Sales & Operations Planning. Ce cadre conceptuel comprend quatre phases distinctes : réactive (reacting), anticipatrice (anticipating), collaborative (collaborating), et orchestratrice (orchestrating). Chaque étape est évaluée selon des critères spécifiques incluant l'équilibre entre l'offre et la demande, les objectifs du processus S&OP, la propriété du processus, et les métriques utilisées pour mesurer sa performance [21].

b. Le modèle de Grimson & Pyke (2007)

Le modèle de Grimson & Pyke (2007) constitue un cadre diagnostique sophistiqué pour évaluer la maturité des processus de Sales & Operations Planning (S&OP) au sein des organisations. Ce modèle, qui s'appuie sur les travaux antérieurs de l'Aberdeen Group (2006) et de Lapide (2005b), propose une progression structurée en cinq étapes distinctes, allant d'une absence totale de processus S&OP dans une culture de silos organisationnels jusqu'à un stade proactif d'optimisation des profits. La particularité de ce modèle réside dans son approche multidimensionnelle, évaluant la maturité S&OP à travers cinq dimensions critiques : les réunions et la collaboration (effectiveness du capital humain), l'organisation (formalisation des processus), les mesures de performance (KPIs et efficacité), les technologies de l'information (intégration des systèmes), et l'intégration des plans S&OP (consolidation stratégique). Chaque dimension évolue progressivement des étapes réactives et standardisées vers des phases avancées et proactives, permettant aux organisations de diagnostiquer précisément leur niveau de maturité S&OP et d'identifier les axes d'amélioration prioritaires pour optimiser leur collaboration inter-fonctionnelle et leur performance globale [12].

Le modèle présente cinq stades de maturité définis comme suit :

- **Stade 1 : « No S&OP Processes »**
- **Stade 2 : « Reactive »**
- **Stade 3 : « Standard »**
- **Stade 4 : « Advanced »**
- **Stade 5 : « Proactive »**

- **Stade 1 : « No S&OP Processes »** Ce stade se caractérise par :
 - o L'absence de la collaboration entre les ventes et les opérations,
 - o L'absence de rencontres S&OP,
 - o L'absence de mesures liées aux processus,
 - o La fixation des objectifs par silo pour chacune des fonctions indépendantes,
 - o La manipulation manuelle des données due à l'absence d'un système IT,
 - o L'absence d'un canal central d'information,
 - o Tentative de la fonction gestion des opérations de satisfaire les commandes en se référant au plan de vente, et non de répondre aux besoins existants.
- **Stade 2 : « Reactive »** Ce stade se caractérise par :
 - o Planification des rencontres exécutives entre les principaux responsables des services sans l'émergence d'un leader S&OP,
 - o Fixation d'objectifs par la direction qui vise à consolider les plans de ventes et de la production avec les objectifs financiers,
 - o Introduction manuelle de l'information dans les bases de données,
 - o Communication des plans de ventes aux employés des services opérationnels,
 - o Évaluation de l'écart entre les plans élaborés et les objectifs fixés,
 - o Négligence des contraintes terrains et de la capacité de production dans l'élaboration des plans de ventes.
- **Stade 3 : « Standard »**

Ce stade est plus mature, un processus S&OP formel est mis en place, il est caractérisé par :

- o La centralisation de l'information par un système de planification robuste,
- o Une collaboration inter-fonctionnelle assurée,
- o La mise en place des mesures de performance au sein des différentes fonctions qui deviennent imputables,
- o La planification des rencontres, et le partage des informations lors des réunions,
- o L'anticipation par des réunions exécutives préparatoires organisées au préalable afin d'atteindre des consensus et limiter les discussions exécutives aux arbitrages à prendre,
- o Le déploiement des mesures de performance en fonction des ventes,
- o L'augmentation de la précision des prévisions de ventes,
- o La gestion du produit et la chaîne d'approvisionnement par le S&OP Manager.

- Stade 4 : « Advanced »

À ce stade, le S&OP est jugé avancé, la gouvernance du S&OP est bien formelle avec des responsabilités bien définies, parmi ces caractéristiques nous citons :

- L'implication de tous les niveaux de décision — du consensus entre les dirigeants, les fournisseurs et les opérationnels à la base des niveaux exécutifs en tant que partie prenante stratégique,
- Le déploiement des nouvelles technologies,
- La mise en place des indicateurs de performance alignés avec l'informatique et le service des opérations.

- Stade 5 : « Proactive »

Ce dernier stade de la maturité permet à l'entreprise de tirer avantages en termes d'efficacité et de rentabilité. Ses caractéristiques sont :

- Le remplacement des réunions classiques par des réunions liées à des événements imprévus avec la présence des fournisseurs et des clients,
- La facilité d'accès aux données des clients, des fournisseurs et de l'entreprise en temps réel, afin de réduire la rupture des stocks,
- Le remplacement des silos par une évaluation basée sur les résultats de la fonction vente par l'équipe S&OP,
- L'équipe S&OP est responsable des plans de ventes et de production dans le but d'améliorer la rentabilité,
- L'intégration de l'information sur l'offre et la demande temporaire dans les systèmes ERP,
- La possibilité de résolution temporaire des problèmes liés à la comptabilité et la prévision des ventes.

Ce dernier stade doit permettre aux dirigeants de l'entreprise de fixer des objectifs stratégiques ambitieux mais difficilement atteignables et ce afin d'améliorer leurs processus actuels.

c. Le modèle de Gartner (2010)

Le modèle de Gartner, développé par Barrett & Uskert (2010), représente une évolution conceptuelle significative du modèle de Grimson & Pyke (2007) en proposant un cadre d'évaluation de la maturité S&OP structuré autour de cinq stades progressifs (reacting, anticipating, interacting, collaborating, orchestrating) et de six dimensions interdépendantes d'analyse. Cette approche multidimensionnelle se distingue par sa capacité à évaluer simultanément les résultats obtenus (outputs et valeur ajoutée du processus), la focalisation des processus (intégrant la planification de la demande, de l'offre et l'intégration fonctionnelle), l'organisation (structure, compétences et flux décisionnels), les mesures de performance (KPIs et justification des écarts inter-fonctionnels), l'horizon prévisionnel (visibilité temporelle pour l'anticipation tactique), et enfin la technologie (systèmes d'information et outils de support). La richesse de ce modèle réside dans sa vision holistique qui permet d'appréhender la maturité S&OP non seulement comme un processus opérationnel, mais comme un système organisationnel complexe où chaque dimension interagit avec les autres pour créer une synergie globale, offrant ainsi aux praticiens un outil diagnostique complet pour évaluer et améliorer leur performance S&OP de manière structurée et progressive [9].

Modèle S&OP	Nombre de Niveaux	Dimensions
Lapide (2005b)	4	• Réunions (personnel) • Processus • Intégration IT (technologie)
Grimson & Pyke (2007)	5	• Réunions et collaboration (personnel) • Organisation (processus) • Mesure de performance (performance) • Technologie de l'information (technologie) • Intégration des processus (stratégie)
Gartner (2010)	4	• Objectif organisationnel (personnel, stratégie) • Alignement inter-fonctionnel (stratégie) • Processus • Technologie, • KPIs (Performance)

FIGURE 2.6 – Analyse croisée des modèles de maturité

Source : *Lamichhane Narendra, 2021.*

Le processus S&OP repose en grande partie sur la fiabilité des données utilisées en entrée.

La section suivante est ainsi consacrée aux prévisions, en commençant par une définition générale et les enjeux associés, avant de présenter les principales méthodes mobilisées dans les environnements industriels, ainsi que les critères permettant d'orienter leur choix.

2.6 Prévision

La prévision représente l'art et la science d'estimer les événements futurs soit en utilisant des données historiques (prévisions quantitatives) ou des décisions qualitatives (prévisions qualitatives). Elle constitue un élément fondamental de la prise de décision stratégique et opérationnelle, particulièrement dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement où elle assure l'équilibre entre l'offre et la demande. Les prévisions impactent directement la rentabilité des entreprises en améliorant la planification des ventes, la communication inter-services, la visibilité sur les problèmes potentiels, le service clientèle, tout en réduisant les niveaux de stocks et les délais de livraison. Comme le soulignent les recherches récentes, "les prévisions fiables sont essentielles aux décisions dans des domaines allant de la gestion de la chaîne d'approvisionnement à la planification des capacités" [33].

2.6.1 Méthodes de prévision

Il existe deux grandes approches prévisionnelles, résumées dans le schéma suivant.

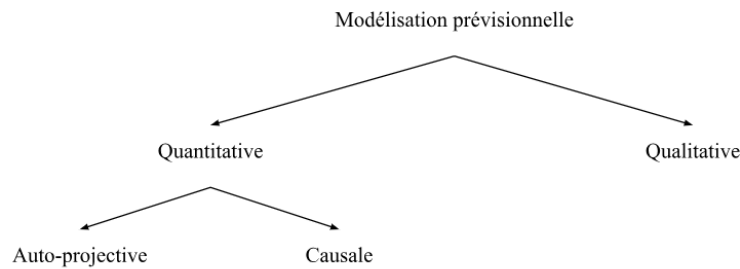


FIGURE 2.7 – Approches de la modélisation prévisionnelle

A. Méthodes Qualitatives

Les méthodes qualitatives se basent sur l'expertise, le jugement et l'intuition des experts. Elles sont particulièrement utiles lorsque les données historiques sont insuffisantes ou inexistantes, notamment pour : Les nouveaux produits, les situations de changement structurel majeur.

Principales techniques qualitatives :

- **Études de marché** : analyse des comportements et préférences des consommateurs,
- **Méthodes de sondage** : collecte d'opinions auprès d'échantillons représentatifs,
- **Analogie historique** : comparaison avec des situations passées similaires,
- **Méthode Delphi** : consultation structurée d'experts pour obtenir un consensus,
- **Panels d'experts** : synthèse des avis de spécialistes du domaine.

B. Méthodes Quantitatives

Contrairement aux méthodes qualitatives fondées sur l'opinion d'experts, les méthodes quantitatives s'appuient sur des analyses statistiques et des modèles mathématiques. Elle se divise en deux classes :

Méthodes causales ou explicatives :

Ces méthodes établissent des relations de cause à effet entre variables pour expliquer le phénomène étudié, soit établir une relation entre une variable endogène Y_t à prévoir et des variables exogènes X_{it} . Le modèle s'exprime sous la forme :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \varepsilon \quad (2.1)$$

où :

- a : constante (ordonnée à l'origine),
- $X_1, X_2, \dots, X_n$: variables explicatives,
- $b_1, b_2, \dots, b_n$: coefficients de régression,
- ε : terme d'erreur aléatoire.

Dans cette classe on peut avoir d'autres linéarités indirectes, nous citons les plus significatives Polynomiale :

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 + \varepsilon \quad (2.2)$$

Exponentielle :

$$Y = ae^{bX} + \varepsilon \quad (2.3)$$

Logarithmique :

$$Y = a + b \ln(X) + \varepsilon \quad (2.4)$$

Puissance :

$$Y = aX^b + \varepsilon \quad (2.5)$$

La modélisation causale nécessite en amont la connaissance des théories économiques et technologiques pour cerner les variable explicatives dominantes, chose qui n'est pas toujours existante

Le schéma ci-dessous résume les étapes de la modélisation quantitative causale .

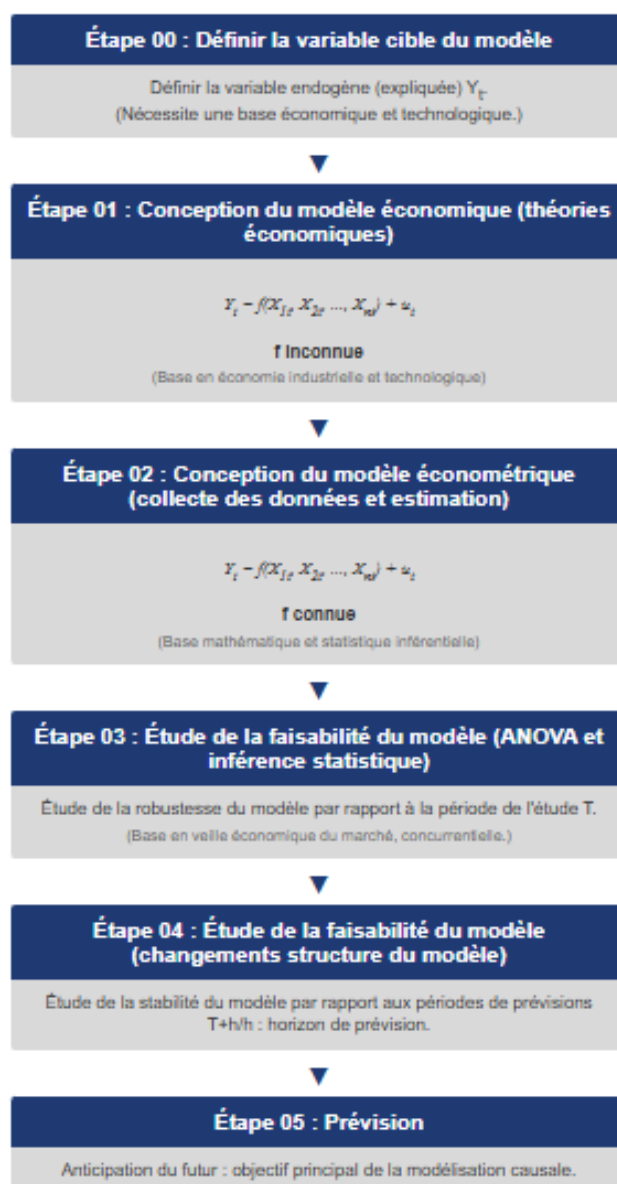


FIGURE 2.8 – Schéma des étapes de la méthode Causale

Méthodes Auto-projectives (Séries Chronologiques) :

Ces méthodes prévoient la variable endogène Y_t en fonction du temps et des historiques, sans faire intervenir de variables explicatives externes. La figure ci-dessous représente les étapes principales de cette méthode.

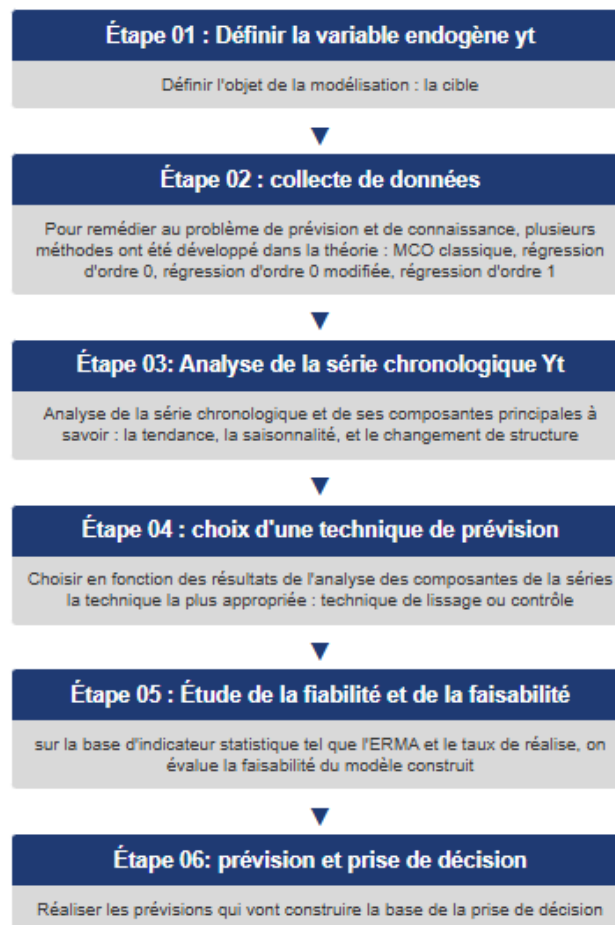


FIGURE 2.9 – Schéma des étapes de la méthode Auto-projective

Les méthodes auto-projectives s'articulent autour de deux approches distinctes : les techniques de lissage et les techniques de contrôle.

a. Techniques de Lissage :

Moyenne Mobile Simple :

Cette méthode calcule la moyenne arithmétique des n dernières observations pour prévoir la période suivante. Elle convient aux séries sans tendance ni saisonnalité marquées.

$$P_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n}}{n} \quad (2.6)$$

où :

- P_t : prévision pour la période t
- D_{t-i} : demande réelle de la période $t - i$
- n : nombre de périodes considérées

Moyenne Mobile Double :

Utilisée pour les séries présentant une tendance linéaire, cette méthode applique le principe de la moyenne mobile à une série déjà lissée par moyenne mobile simple. Elle permet de corriger le retard inhérent à la moyenne mobile simple face aux tendances.

$$P_{t+h} = S'_t + h \times (S'_t - S''_t) \times \frac{2}{n-1} \quad (2.7)$$

où :

- S'_t : moyenne mobile simple de niveau 1
- S''_t : moyenne mobile simple de niveau 2 (moyenne des S'_t)
- h : horizon de prévision
- n : nombre de périodes considérées

Lissage Exponentiel Simple :

Cette méthode accorde une pondération décroissante aux observations passées, privilégiant les données récentes pour la prévision. Elle est adaptée aux séries chronologiques stationnaires, c'est-à-dire sans évolution tendancielle ou saisonnière significative.

$$P_t = P_{t-1} + \alpha(D_t - P_{t-1}) \quad (2.8)$$

où α est le coefficient de lissage ($0 < \alpha < 1$).

Lissage Exponentiel Double ;

Cette technique, étend le lissage simple en intégrant un second paramètre de lissage pour capturer et extrapoler la tendance linéaire d'une série chronologique.

$$P_{t+h} = a_{0t} + a_{1t} \times h \quad (2.9)$$

avec :

$$a_{0t} = \alpha \times D_t + (1 - \alpha)(a_{0,t-1} + a_{1,t-1}) \quad (2.10)$$

$$a_{1t} = \beta(a_{0,t-1} + a_{1,t-1}) + (1 + \beta)a_{1,t-1} \quad (2.11)$$

Lissage Exponentiel Triple (Holt-Winters) :

La méthode de Holt-Winters est une technique de lissage exponentiel triple utilisée pour les séries chronologiques présentant à la fois une tendance et une saisonnalité. Elle repose sur trois composantes : le niveau, la tendance et la saisonnalité. Il existe deux variantes de la méthode, selon la nature de la saisonnalité : *additive* ou *multiplicative*.

1. Variante additive

La méthode additive est appropriée lorsque l'amplitude de la saisonnalité est constante au fil du temps, c'est-à-dire lorsque les effets saisonniers ne dépendent pas du niveau de la série. Les équations sont les suivantes :

$$\begin{aligned}l_t &= \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \\b_t &= \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\s_t &= \gamma(y_t - l_t) + (1 - \gamma)s_{t-m} \\\hat{y}_{t+h} &= l_t + hb_t + s_{t+h-m(k+1)}\end{aligned}$$

où :

- l_t : niveau de la série au temps t ,
- b_t : tendance (ou pente) au temps t ,
- s_t : composante saisonnière au temps t ,
- α, β, γ : coefficients de lissage ($0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$),
- m : période de saisonnalité (par exemple, 12 pour une série mensuelle),
- $k = \lfloor (h - 1)/m \rfloor$.

2. Variante multiplicative

La méthode multiplicative est utilisée lorsque la saisonnalité varie proportionnellement au niveau de la série, c'est-à-dire lorsque les effets saisonniers augmentent ou diminuent en fonction de la tendance. Les équations correspondantes sont :

$$\begin{aligned}l_t &= \alpha \left(\frac{y_t}{s_{t-m}} \right) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \\b_t &= \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\s_t &= \gamma \left(\frac{y_t}{l_t} \right) + (1 - \gamma)s_{t-m} \\\hat{y}_{t+h} &= (l_t + hb_t) \cdot s_{t+h-m(k+1)}\end{aligned}$$

Les notations sont identiques à la version additive, à la différence que les composantes saisonnières sont ici multiplicatives.

b. Techniques de Contrôle

Méthodologie de Box-Jenkins :

Approche statistique sophistiquée qui construit des modèles ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) pour analyser et prévoir des séries temporelles complexes. Cette méthodologie systématique suit quatre étapes principales :

1. Identification du modèle
2. Estimation des paramètres du modèle
3. Validation et choix du modèle.
4. Prévision

Pour une meilleure compréhension de la méthode, il est nécessaire de clarifier en amont quelques concepts fondamentaux

Principes fondamentaux

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

- $E(y_t) = \mu \quad \forall t$
- $\text{Var}(y_t) = \sigma^2 < \infty$
- $\text{Cov}(y_t, y_{t-k}) = E[(y_t - \mu)(y_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$

Cela implique qu'une série stationnaire ne présente ni tendance ni saisonnalité. Sinon, elle est non stationnaire, de type DS ou TS.

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

2. **Test de Dickey-Fuller simple** :

Le test de Dickey-Fuller (DF) est un outil statistique utilisé pour déterminer si une série temporelle est stationnaire ou non. Une série temporelle stationnaire est une série dont les propriétés statistiques, telles que la moyenne et la variance, ne changent pas au fil du temps. Si une série temporelle n'est pas stationnaire, elle peut être rendue stationnaire en la différenciant une ou plusieurs fois. deux types de processus sont distingués :

- **Processus TS (Trend Stationary)** : Est un type de série temporelle qui présente une tendance déterministe, c'est-à-dire que sa moyenne évolue de manière prévisible au fil du temps. Cette tendance peut être linéaire, non linéaire ou même exponentielle. il s'écrit de la façon suivante :

$$y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

- **Processus DS (Differency Stationary)** : Aussi connu sous le nom de marche aléatoire, ce processus présente une non-stationnarité de type stochastique et peut être exprimé comme suit :

$$y_t = y_{t-1} + \beta + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i \quad (2.13)$$

avec $\varepsilon_t \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$ et β est une constante. Deux cas sont alors à considérer :

- o $\beta \neq 0$: Le processus DS est dit avec dérive, ici la non stationnarité est alors causée par $y_t = y_{t-1} + \beta$ implique que $E(y_t)$ dépend du temps.
- o $\beta = 0$: Le processus DS est dit sans dérive. Dans ce cas, la non stationnarité vient de la variance de y_t , $V(y_t) = \sum_{i=1}^t V(\varepsilon_i) = t\sigma^2$, ce qui implique que si $t \rightarrow \infty$, alors $V(y_t) \rightarrow \infty$.

Pour stationnariser un DS avec ou sans dérive, on doit le passer en différence première :

$$\begin{cases} y_t - y_{t-1} = \beta + \varepsilon_t & (\text{cas avec dérive}) \\ y_t - y_{t-1} = \varepsilon_t & (\text{cas sans dérive}) \end{cases} \quad (2.14)$$

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. **Test de Dickey-Fuller simple** Dans ce cas de figure,

l'erreur de la série ε_t suit une loi normale. Les modèles servant de base à la construction de ces tests sont au nombre de trois :

$$y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{Modèle autorégressif d'ordre 1} \quad (2.15)$$

$$y_t = \phi y_{t-1} + c + \varepsilon_t \quad \text{Modèle autorégressif d'ordre 1 avec constante} \quad (2.16)$$

$$y_t = \phi y_{t-1} + c + bt + \varepsilon_t \quad \text{Modèle autorégressif d'ordre 1 avec constante et tendance} \quad (2.17)$$

Avec ε_t est à bruit blanc.

Les hypothèses du test sont les suivantes :

$$\begin{cases} H_0 : \phi_1 = 1 & \text{la série est non stationnaire} \Leftrightarrow \text{existence d'une racine unitaire} \\ H_1 : \phi_1 < 1 & \text{la série est stationnaire} \Leftrightarrow \text{absence de la racine unitaire} \end{cases} \quad (2.18)$$

Sous H_0 vraie, la statistique de test pour l'estimateur $\hat{\phi}_1$ est donnée par :

$$t_{\hat{\phi}_1} = \frac{\hat{\phi}_1 - 1}{\hat{\sigma}_1} \quad (2.19)$$

Après estimation de $t_{\hat{\phi}_1}$, le choix du modèle se fait selon les règles de décision qui suivent :

◦ $t_{\hat{\phi}_1} > t_{DF}$ où t_{DF} désigne la valeur critique donnée par la table de DF $\Leftrightarrow$ 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).

3. **Test de Dickey Fuller augmenté** : Ce test est similaire au précédent sauf qu'il ne suppose pas que l'erreur est à Bruit Blanc, et ses hypothèses s'écrivent comme suit :

H_0 : processus non stationnaire, comprend l'une de ces formes de non stationnarité :

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \phi_k \Delta y_{t-k+1} + \mu_t \quad (2.20)$$

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \phi_k \Delta y_{t-k+1} + C + \mu_t \quad (2.21)$$

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \phi_k \Delta y_{t-k+1} + b_t + C + \mu_t \quad (2.22)$$

Avec p le nombre de retard, et $\mu_t \sim \text{iid}(0, \sigma^2)$.

Ce schéma est un récapitulatif de l'ensemble des étapes à suivre lors du test de racine unitaire de Dickey Fuller.

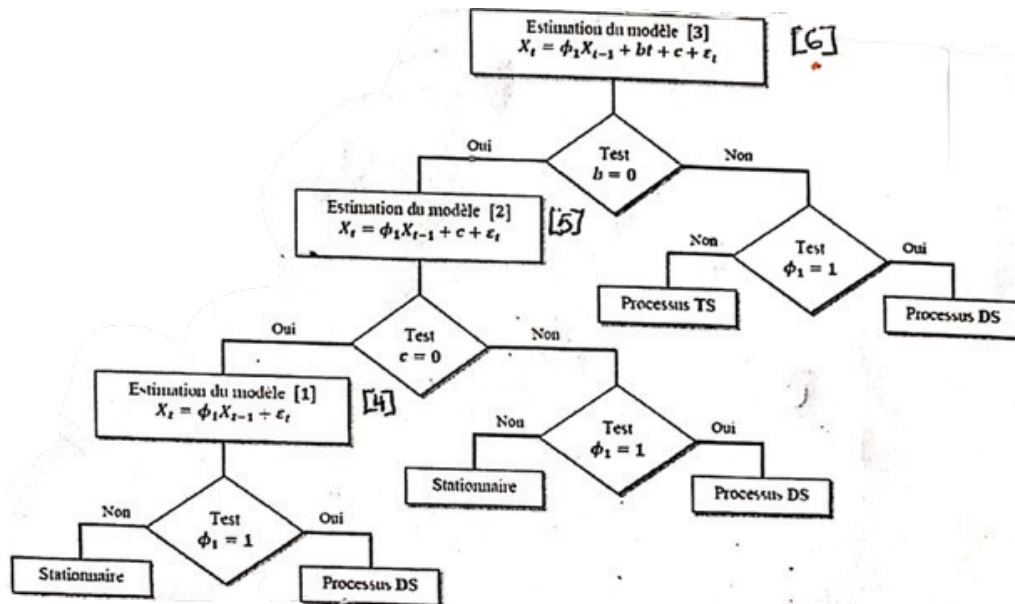


FIGURE 2.10 – Schéma des étapes du test de Dickey Fuller

4. Typologie des modèles AR, MA et ARMA

Les modèles AR (AutoRegressive), MA (Moving Average) et ARMA (AutoRegressive Moving Average) sont plus adaptés aux séries temporelles qui sont stationnaires en tendance et corrigées des variations saisonnières.

- Modèle AR (Autoregressive : 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. Il s'écrit sous la formule suivante :

$$AR(p) : x_t = \theta_1 x_{t-1} + \theta_2 x_{t-2} + \dots + \theta_p x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.23)$$

où $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ sont des paramètres à estimer qui peuvent être positifs ou négatifs, et ε_t est un terme d'erreur Gaussien.

- Modèle MA (Moving Average : Moyenne Mobile)

Dans le processus de moyenne mobile d'ordre q , chaque observation x_t est générée par une moyenne pondérée d'aléas jusqu'à la q -ième période. Il s'écrit sous la formule suivante :

$$MA(q) : x_t = \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \alpha_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.24)$$

où $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_q$ sont des paramètres à estimer qui peuvent être positifs ou négatifs, et ε_t est un terme d'erreur Gaussien.

Dans ces processus, tout comme pour le modèle autorégressif AR, les aléas sont supposés indépendants entre eux et issus d'un processus de type bruit blanc.

- 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 :

$$ARMA(p, q) : (1 - \theta_1 D - \theta_2 D^2 - \dots - \theta_p D^p) x_t = (1 - \alpha_1 D - \alpha_2 D^2 - \dots - \alpha_q D^q) \varepsilon_t \quad (2.25)$$

La méthodologie de Box et Jenkins

La méthodologie de Box-Jenkins est une approche systématique pour étudier et modéliser les séries chronologiques, dans le but de déterminer le modèle ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) le plus approprié pour représenter le phénomène étudié. Voici les étapes typiques de la procédure de prévision par Box-Jenkins :

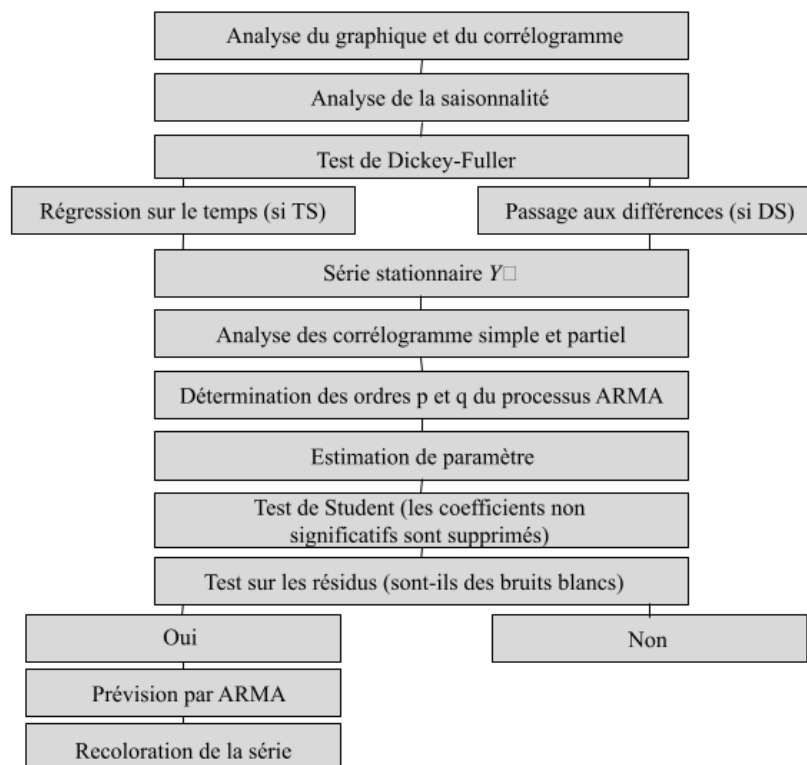


FIGURE 2.11 – Schéma des étapes de la méthodologie de control de Box et Jenkins

Critères de Choix des Méthodes Auto-projectives

Le choix d'une méthode de prévision dépend de plusieurs facteurs :

Méthode	Tendance	Saisonnalité	Changement de Structure
Moyenne Mobile Simple	Non	Non	Non
Moyenne Mobile Double	Oui (Linéaire)	Non	Non
Lissage Exponentiel Simple	Non	Non	Oui
Lissage Exponentiel Double	Oui (Linéaire)	Non	Oui
Holt-Winters	Oui (Linéaire)	oui	Oui
Box-Jenkins	Oui quelconque	Oui	Oui

TABLE 2.1 – Critères de Choix des Méthodes Auto-projectives

2.6.2 Indicateurs de qualité des prévisions :

Effectuer des prévisions comporte toujours un risque d'erreur. Par conséquent, il est essentiel de remettre en question en permanence la fiabilité des modèles utilisés et des prévisions qui en découlent. Pour évaluer cette fiabilité, il existe plusieurs méthodes de mesure du niveau d'erreur. En voici quelques-unes :

- **Erreur brute de prévision (Et) :**

$$E_t = F_t - D_t \quad (2.26)$$

où :

F_t est la prévision pour la période t .

D_t est la réalisation pour la période t .

- **La somme des carrés des résidus (MSE, pour Mean Squared Error) :**

représente la moyenne arithmétique des carrés des écarts entre les valeurs prévues par un modèle et les observations réelles. Elle quantifie la dispersion des résidus autour de la ligne de régression ou des valeurs prédites. Voici la formule du MSE :

$$MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2 \quad (2.27)$$

- **L'erreur absolue moyenne (MAD, pour Mean Absolute Deviation) :** est une mesure de dispersion qui quantifie la moyenne arithmétique des valeurs absolues des écarts entre les valeurs prévues par un modèle et les observations réelles. Contrairement à la somme des carrés des résidus (MSE), qui pénalise davantage les grosses erreurs en élevant les écarts au carré, le MAD considère uniquement la magnitude des écarts sans prendre en compte leur direction. Voici la formule du MAD :

$$MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |E_t| \quad (2.28)$$

- **L'erreur absolue moyenne en pourcentage (MAPE, Mean Absolute Percentage Error) :** quantifie la moyenne des écarts en pourcentage entre les valeurs prédites et les valeurs observées. Elle est particulièrement pertinente dans les cas où il existe une forte saisonnalité avec de grandes variations de la demande, car elle permet d'évaluer la précision des prévisions en tenant compte de l'ampleur des variations.

$$MAPE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| \times 100 \quad (2.29)$$

2.6.3 Limites des méthodes quantitatives : Les cinq (05) visions du futur :

Les méthodes de prévision précédemment abordées reposent sur l'existence de bases de données contenant des séries chronologiques. Cependant, ces données ne sont pas toujours disponibles au niveau des entités économiques, C'est pourquoi d'autres types de modèles, appelés modèles conceptuels purs ou hybrides, ont été développés pour répondre à ce défi. Dans ces approches, la démarche de prévision est structurée différemment, comme illustré dans la figure ci-dessous :

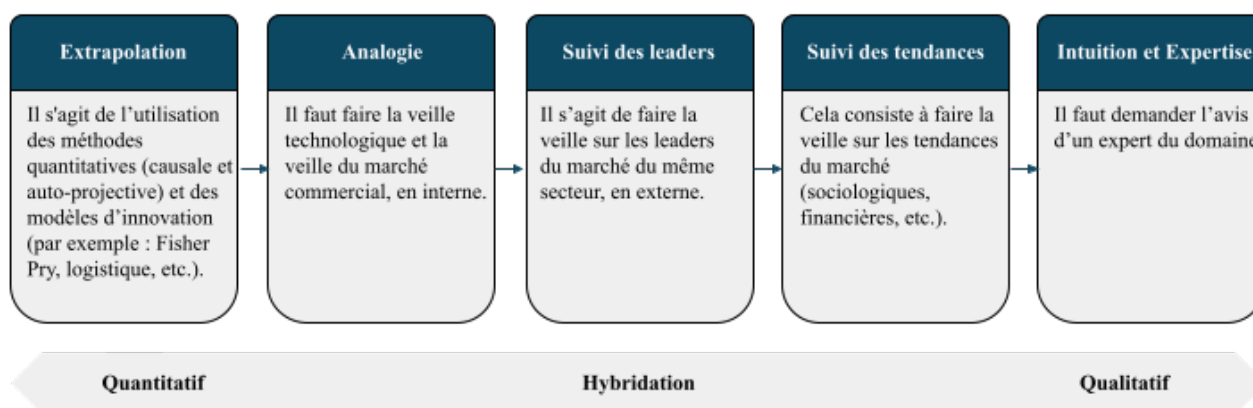


FIGURE 2.12 – Les cinq visions du futur

Conclusion

Le choix d'une méthode de prévision qualitatives ou quantitatives : Causale ou Auto-projective, dépend de plusieurs facteurs :

- Disponibilité des séries chronologiques.
- Taille des séries chronologiques.
- Présence de théories économique et technologiques.

Les prévisions constituent un apport indispensable à la prise de décision dans le processus S&OP.

Pour piloter efficacement ce processus, il est toutefois nécessaire de disposer d'indicateurs permettant de mesurer la performance et de suivre l'évolution des résultats dans le temps.

La section suivante s'intéresse ainsi aux notions de performance organisationnelle, aux indicateurs permettant de l'évaluer, et aux tableaux de bord mobilisés pour en assurer le suivi opérationnel et stratégique.

2.7 Pilotage de la performance

2.7.1 La performance organisationnelle

La performance organisationnelle peut être définie comme la capacité d'une organisation à atteindre ses objectifs fixés tout en optimisant l'utilisation de ses ressources disponibles [4]. Cette approche multidimensionnelle englobe les aspects économiques, opérationnels, qualitatifs

et humains de l'organisation. Selon Drucker (1963) [7], deux concepts fondamentaux permettent d'appréhender la performance :

L'efficacité : mesure le degré d'atteinte des objectifs fixés "faire les bonnes choses"

L'efficience : exprime la capacité à atteindre ces objectifs avec une consommation optimisée des ressources "faire les choses correctement"

Cette dualité rend nécessaire le recours à des instruments de mesure standardisés pour évaluer et piloter la performance organisationnelle.



FIGURE 2.13 – Définition de la performance

2.7.2 Indicateurs de performance

A. Définition et rôle

Un indicateur de performance constitue une variable mesurable, quantitative ou qualitative, utilisée pour évaluer l'état, l'évolution ou les résultats d'une activité dans une perspective de pilotage (Voyer, 1999). Selon l'AFGI, il s'agit d'une "donnée quantifiée qui mesure l'efficacité et l'efficience d'un processus par rapport à une norme ou un objectif". Typologie des indicateurs La littérature distingue quatre catégories principales d'indicateurs :

- Indicateurs stratégiques (KPI) : centrés sur les axes critiques de performance avec suivi régulier
- Indicateurs de résultats clés (KRI) : expriment les résultats finaux sur base trimestrielle ou annuelle
- Indicateurs de performance intermédiaires (PI) : renseignent sur l'évolution des processus en cours
- Indicateurs de résultat (RI) : reflètent les réalisations sur une période donnée

B. Critères de qualité

Un indicateur pertinent doit répondre aux critères SMART (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Relevant, Temporellement défini) et présenter les qualités suivantes : alignement stratégique, lisibilité, orientation vers l'action, responsabilité claire, actualisation régulière et fiabilité des données (Mendoza et al., 2002).

2.7.3 Tableau de bord : outil de synthèse et d'aide à la décision

A. Définition et utilité

Le tableau de bord constitue un dispositif visuel de pilotage regroupant un ensemble structuré d'indicateurs pertinents, destiné à suivre les performances et faciliter la prise de décision (Ka-

plan & Norton, 1992). Il transforme des données dispersées en vision consolidée au service du management.

B. Typologie selon le niveau organisationnel

Les tableaux de bord se déclinent en trois niveaux :

- Stratégique : direction générale, suivi des objectifs long terme et indicateurs globaux
- Tactique : management intermédiaire, ajustement des plans d'actions à moyen terme
- Opérationnel : équipes terrain, suivi quotidien ou hebdomadaire de l'activité

C. Outils de visualisation

La transformation numérique a révolutionné les outils de tableau de bord avec des plateformes comme Power BI, Tableau Software ou Qlik Sense. Ces solutions offrent une connectivité multi-sources, des rapports interactifs, une mise à jour automatique et une collaboration fluide entre équipes. Ces outils transforment le tableau de bord en levier d'intelligence décisionnelle, essentiel pour l'agilité organisationnelle dans un marché en constante évolution.

2.8 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de poser les fondements théoriques nécessaires à la compréhension de notre problématique et de définir le cadre général de notre étude.

En nous appuyant sur la littérature existante, nous avons cerné les concepts, outils et méthodes relatifs au demand planning, au processus S&OP et aux leviers d'automatisation, qui guideront la construction des solutions proposées dans le chapitre suivant.

Chapitre 3

Solutions Proposées

3.1 Introduction

À la suite du diagnostic réalisé, plusieurs limites majeures ont été relevées dans le processus de Demand Planning de Stellantis : une faible visibilité sur les écarts entre la demande insérée et la production réalisée, et un manque d'outils pour anticiper et piloter les déséquilibres. Ces constats ont révélé la nécessité de renforcer à la fois le pilotage opérationnel et la structure globale du processus S&OP.

Pour y répondre, une solution en deux volets a été construite.

Le premier axe repose sur la création d'un dispositif automatisé de suivi, basé sur Power Query, permettant de fiabiliser l'analyse des retards de production, de détecter rapidement les incohérences et de réduire la dépendance aux manipulations manuelles. Ce premier pas a permis de rétablir une lecture claire des écarts, essentielle pour toute démarche de planification.

Le second axe consiste en une refonte complète du processus S&OP, articulée autour de cinq phases clés, soutenue par une gouvernance formalisée via une matrice RACI, et consolidée par un tableau de bord Power BI. Cette architecture vise à structurer les échanges entre les différentes fonctions, à faciliter l'alignement entre les volumes demandés et les capacités industrielles, et à permettre un pilotage continu et agile de la performance.

La figure 3.1 récapitule la démarche suivie lors de ce présent chapitre :

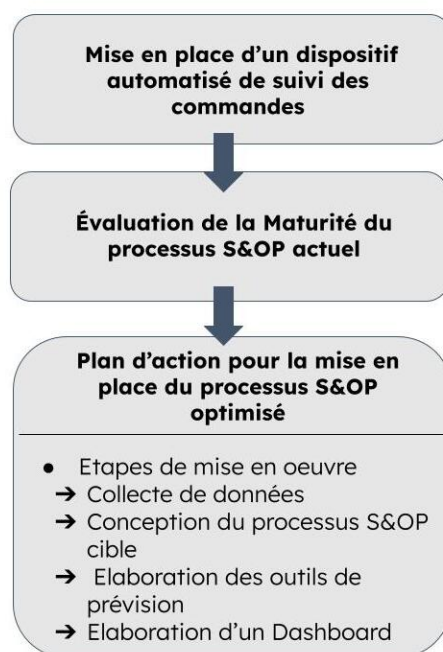


FIGURE 3.1 – Schéma Directif du Chapitre - Solutions Proposées

3.2 Mise en place d'un dispositif automatisé de suivi des commandes

Dans le cadre de notre démarche d'amélioration continue, nous avons constaté l'absence d'un mécanisme simple, rapide et fiable permettant de détecter automatiquement les commandes non satisfaites dans les délais définis par la politique de production (soit un délai cible de M+2 mois après la date d'insertion de la commande). Jusqu'à présent, cette vérification s'effectuait manuellement à partir d'extractions brutes, ce qui représentait une tâche chronophage, répétitive et peu fiable.

Pour répondre à cette problématique, Nous avons identifié deux solutions techniques principales, à savoir les macros VBA et Power Query dans Excel, comme candidates pour répondre à notre problématique. Afin de sélectionner la méthode la plus adaptée aux exigences métier et aux contraintes opérationnelles, nous avons conduit une analyse comparative fondée sur une pondération rigoureuse des critères essentiels

3.2.1 Méthode de pondération par importance avec jugement expert

Conscientes de l'importance d'une prise de décision objective, nous avons choisi une méthode de pondération basée sur le jugement expert. Cette méthode nous a permis de prioriser les critères essentiels selon leur impact réel sur le succès du projet, garantissant ainsi une adéquation fine entre la solution technique sélectionnée et les besoins métiers identifiés.

Pour mener à bien cette démarche, nous avons structuré la méthode en plusieurs étapes clés, détaillées ci-dessous.

Étape 1 : Identifier les critères à pondérer

Dans le cadre du choix technique pour automatiser le suivi des commandes, nous avons retenu les critères suivants, essentiels à la prise de décision :

- Cr1 :Facilité d'utilisation : accessibilité pour l'utilisateur métier.
- Cr2 :Maintenabilité : capacité à faire évoluer et corriger la solution.
- Cr3 :Robustesse et traçabilité : fiabilité et suivi des erreurs.
- Cr4 :Performance : rapidité et gestion des volumes de données.
- Cr5 :Intégration et automatisation : facilité d'intégration avec Excel et automatisation des mises à jour.

Étape 2 : Sélection des experts ou décideurs

La Demand Planner, utilisatrice principale des outils de suivi, a été consultée pour évaluer l'importance des critères grâce à sa connaissance approfondie des besoins métiers et des contraintes opérationnelles. Son expertise a permis d'orienter la pondération en privilégiant la simplicité d'utilisation, la fiabilité des résultats et l'autonomie dans l'actualisation des données. Cette démarche a assuré une pondération réaliste et adaptée aux objectifs opérationnels du projet

Étape 3 : Recueil des jugements sur l'importance relative

Nous avons adopté une méthode de distribution d'un total fixe afin d'évaluer l'importance relative des critères. La Demand Planner a attribué une répartition de 100 points entre ces critères,

selon leur influence perçue sur le succès du projet. Cette démarche offre une quantification claire des priorités métier et permet d'établir une pondération précise et adaptée.

Critère	Poids (sur 100)
Cr1	30
Cr2	25
Cr3	20
Cr4	15
Cr5	10

TABLE 3.1 – Répartition des poids attribués aux différents critères d'évaluation

Étape 4 : Application des poids dans l'évaluation comparative

Une fois les pondérations définies, nous les avons appliquées pour évaluer chacune des solutions techniques envisagées ; macros VBA et Power Query. Chaque solution a été notée sur une échelle de 1 à 5 pour chaque critère, en fonction de ses performances réelles ou anticipées. [23] [24]

Le score global de chaque solution est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Score global} = \sum_{i=1}^n (\omega_i \times \text{note}_i) \quad (3.1)$$

- w_i : le poids du critère i
- note_i : la note attribuée à la solution sur ce critère

Le tableau ci-dessous présente l'évaluation chiffrée des solutions VBA et Power Query selon cette méthode :

Critère	Poids (%)	Poids (décimal)	Note VBA (1-5)	Score pondéré VBA	Note Power Query (1-5)	Score pondéré Power Query
Cr1	30	0,30	2	0,60	4	1,20
Cr2	25	0,25	2	0,50	4	1,00
Cr3	20	0,20	3	0,60	4	0,80
Cr4	15	0,15	4	0,60	3	0,45
Cr5	10	0,10	5	0,50	5	0,50
Total	100	1		2,80		3,95

Étape 5 :Analyse des résultats

Les scores pondérés révèlent que Power Query domine l'évaluation avec un total de 3,95, tandis que VBA obtient un score inférieur de 2,80. Cette différence traduit une facilité d'utilisation et une intégration plus efficaces de Power Query, malgré des avantages ponctuels de VBA en matière de performance. Ces résultats justifient la sélection de Power Query comme solution privilégiée pour répondre efficacement aux exigences opérationnelles.

3.2.2 Mise en place de la solution Power Query

À l'issue de l'analyse précédente , nous avons retenu Power Query comme solution optimale. Nous avons donc développé une solution d'automatisation basée sur Power Query dans Excel, qui, à chaque extraction de données, permet d'identifier automatiquement l'état de chaque

commande, sans intervention manuelle. Cette approche offre un gain en efficacité, en rigueur et en réactivité pour la Demand Planner.

Les fonctionnalités développées incluent :

- La structuration et le nettoyage des données issues des feuilles commandes et production
- La fusion des deux jeux de données à l'aide du champ commun Factory Order Code,
- L'intégration d'un indicateur automatique de statut de production (colonne STATUT),
- Le calcul du nombre de semaines de retard en cas de dépassement du seuil M+2 (colonne weeksLate),
- L'ajout d'une mise en forme conditionnelle pour visualiser instantanément les cas critiques.

Afin de mettre en œuvre cette solution, nous avons suivi une démarche structurée reposant sur cinq étapes principales, allant de la préparation des données sources à la génération automatisée des indicateurs de suivi. Cette démarche a été conçue pour s'intégrer facilement au processus actuel, tout en garantissant la simplicité d'exécution à chaque nouvelle extraction par la Demand Planner.

La section suivante détaille l'ensemble des étapes réalisées pour concevoir, structurer et fiabiliser ce dispositif automatisé dans Power Query.

Démarche suivie

1. Préparation des données sources

Nous avons commencé par importer dans Excel deux jeux de données distincts :

- Les commandes, incluant l'historique d'insertion des commandes et leurs caractéristiques.
- Les données de stock (production), les dates de production des commandes et leurs caractéristiques

Pour faciliter le traitement, nous avons conservé uniquement les colonnes essentielles dans chaque feuille Excel.

- Colonnes conservées dans la feuille Orders (Commandes) :

Sincom Model Code, Version Code Des, Commercial Optional Codes List,
Series Code, Factory Order Code, Date of Insert, External Color Code,
Internal Color Code.

- Colonnes conservées dans la feuille Stock (Production) :

VIN Code, Date of Production, Chassis, Engine Serial Number,
Factory Order Code.

Dans le processus actuel, la Demand Planner extrait régulièrement depuis le système les deux jeux de données distincts (commandes et stock), chacun contenant un grand nombre de colonnes. Dans le cadre de la solution mise en place, elle est désormais tenue de ne conserver, lors de chaque extraction, que les colonnes préalablement identifiées

comme essentielles. Ces données doivent ensuite être copiées telles quelles dans les feuilles Excel correspondantes. Ce format standardisé permet d'assurer l'alimentation correcte, cohérente et automatique du modèle Power Query.

2. Création des requêtes dans Power Query

Deux requêtes ont été créées dans Power Query :

- Une requête **Orders** à partir de la feuille Orders.
- Une requête **Stock** à partir de la feuille Stock.

Dans chacune des deux requêtes, nous avons procédé à un nettoyage des identifiants Factory Order, afin de garantir une correspondance correcte lors de la jointure :

- Conversion du champ en type texte.
- Suppression des espaces superflus ou caractères parasites.

3. Jointure des deux requêtes

Nous avons réalisé une fusion entre les deux requêtes sur la base de la clé commune "Factory Order Code" et nous avons choisi de conserver toutes les lignes de la requête **Orders**, y compris celles qui ne trouvent pas de correspondance dans le stock.

Ce choix garantit que les commandes non encore produites ne soient pas exclues de l'analyse ; ce qui serait le cas avec une jointure stricte.

4. Ajout du STATUT automatique

Nous avons intégré une colonne personnalisée dans Power Query, intitulée **STATUT**, qui applique la logique suivante :

- Si aucune date de production n'est renseignée et que l'échéance M+2 est dépassée → "Non produit - En retard"
- Si une production a eu lieu après M+2 → "Produit - En retard"
- Si la production est intervenue dans les temps ($\leq M + 2$) → "Produit à temps"
- Si l'échéance M+2 n'est pas encore atteinte → "Non produit - Encore dans les temps"

Le calcul repose uniquement sur le mois et l'année et non la date précise , conformément à la politique métier.

Ajouter une colonne personnalisée

Nouveau nom de colonne

STATUT

Formule de colonne personnalisée :

```
=let
    dateInsert = [Date of Insert],
    prodDate = [Date of Production],
    insertYear = Date.Year(dateInsert),
    insertMonth = Date.Month(dateInsert),
    prodYear = if prodDate <> null then Date.Year(prodDate) else null,
    prodMonth = if prodDate <> null then Date.Month(prodDate) else null,
    monthDiff = if prodDate <> null
        then (prodYear * 12 + prodMonth) - (insertYear * 12 + insertMonth)
```

[En savoir plus sur les formules Power Query](#)

✓ Aucune erreur de syntaxe n'a été détectée.

FIGURE 3.2 – Fenêtre d'ajout de la colonne personnalisée STATUT

Code M correspondant

```
let
    dateInsert = [Date of Insert],
    prodDate = [Date of Production],
    insertYear = Date.Year(dateInsert),
    insertMonth = Date.Month(dateInsert),
    prodYear = if prodDate <> null then Date.Year(prodDate) else null,
    prodMonth = if prodDate <> null then Date.Month(prodDate) else null,
    monthDiff = if prodDate <> null
        then (prodYear * 12 + prodMonth) - (insertYear * 12 + insertMonth)
        else null,
    today = DateTime.Date(DateTime.LocalNow()),
    todayYear = Date.Year(today),
    todayMonth = Date.Month(today),
    currentMonthDiff = (todayYear * 12 + todayMonth) - (insertYear * 12 +
insertMonth)
in
    if dateInsert = null then "Date insert manquante"
    else if prodDate = null and currentMonthDiff > 2 then "Non produit - En retard"
    else if prodDate = null and currentMonthDiff <= 2 then "Non produit - Encore
dans les temps"
    else if prodDate <> null and monthDiff > 2 then "Produit - En retard"
    else if prodDate <> null and monthDiff <= 2 then "Produit à temps"
    else "Autre"
```

FIGURE 3.3 – Code M de la colonne personnalisée STATUT

5. Calcul du retard en semaines

Nous avons également intégré un indicateur temporel intitulée **Weeks Late** qui mesure le nombre de semaines de dépassement du délai M+2 pour tous les cas identifiés comme en retard. Ce traitement permet ainsi de quantifier le niveau de criticité des écarts. Il fournit un repère chiffré directement exploitable pour le pilotage opérationnel et la priorisation des actions correctives par le service planification.

Ajouter une colonne personnalisée

Nouveau nom de colonne

Formule de colonne personnalisée :

```
=let
    dateInsert = [Date of Insert],
    prodDate = [Date of Production],
    statut = [STATUT],
    referenceDate = if statut = "Produit - En retard" then prodDate
                    else if statut = "Non produit - En retard" then DateTime.Date
                    (DateTime.LocalNow())
                    else null,
    dueDate = Date.AddMonths(dateInsert, 2),
```

[En savoir plus sur les formules Power Query](#)

✓ Aucune erreur de syntaxe n'a été détectée.

FIGURE 3.4 – Fenêtre d'ajout de la colonne personnalisée WeeksLate

Code M correspondant :

```
let
    dateInsert = [Date of Insert],
    prodDate = [Date of Production],
    statut = [STATUT],
    referenceDate = if statut = "Produit - En retard" then prodDate
                    else if statut = "Non produit - En retard" then
                        DateTime.Date(DateTime.LocalNow())
                    else null,
    dueDate = Date.AddMonths(dateInsert, 2),
    daysLate = if referenceDate <> null then Duration.Days(referenceDate - dueDate)
    else null,
    weeksLate = if daysLate <> null and daysLate > 0 then Number.RoundDown(daysLate
    / 7) else null
in
    weeksLate
```

FIGURE 3.5 – Code M de la colonne personnalisée WeeksLate

Le tableau ci-dessous illustre la transformation des données sources en un outil de suivi automatisé. Chaque commande y est classée selon son statut de production et, en cas de retard, enrichie de l'indicateur exprimant le nombre de semaines de dépassement.

Afin de rendre la lecture encore plus intuitive, nous avons appliqué une mise en forme conditionnelle sur la colonne **STATUT** dans Excel. Chaque statut est visuellement identifié par un code couleur, ce qui permet une interprétation immédiate des résultats :

- Rouge : « Non produit – En retard »
- Jaune : « Produit – En retard »
- Vert : « Produit à temps »
- Gris clair : « Non produit – Encore dans les temps »

Sincom Model C	Version Code Des	Commercial Optional Cod	Series C	Factory OI	Date of Ins	External Color	Internal Color	YIN Code	Date of Prod	Chassis	Engine Serial N	NewColon	STATUT	weeksLate
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	022,1YH,44Y,5DT,803,AS5,AS7	1	225278480	28/02/2023	687	192	ZFACFIBJ2P.JI	26/04/2023	P.JH65250	826395	225278480	Produit à temps	
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225348872	21/03/2023	687	192	ZFACFIBJ1P.JI	17/05/2023	P.JH71332	831896	225348872	Produit à temps	
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225348838	21/03/2023	687	192	ZFACFIBJ5P.JI	12/05/2023	P.JH69518	847884	225348838	Produit à temps	
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225348781	21/03/2023	687	192	ZFACFIBJ9P.JI	17/05/2023	P.JH71272	839569	225348781	Produit à temps	
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225348774	21/03/2023	687	192	ZFACFIBJ5P.JI	19/05/2023	P.JH72077	853760	225348774	Produit à temps	
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225277961	28/02/2023	687	192	ZFACFIBJ4P.JI	05/05/2023	P.JH67033	841020	225277961	Produit - En retard	
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225277856	28/02/2023	111	192	ZFACFIBJ9P.JI	07/09/2023	P.JJH4193	3260292	225277856	Produit - En retard	18
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225277841	28/02/2023	111	192	ZFACFIBJ9P.JI	16/09/2023	P.JJH602	3268075	225277841	Produit - En retard	20
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225277834	28/02/2023	111	192	ZFACFIBJ2P.JI	21/08/2023	P.JJ05075	909489	225277834	Produit - En retard	16
00-312 - 500	312-0QH - 500 Bsg	018,022,070,097,140,195,1YH,44Y,4GI	1	225277816	28/02/2023	111	192						Non produit - En retard	105

FIGURE 3.6 – Aperçu de la feuille Excel automatisée

Ce codage visuel facilite la priorisation et permet à la Demand Planner de repérer en un coup d'œil les commandes critiques nécessitant une action immédiate.

La mise en place de notre outil Power Query a renforcé la visibilité sur les écarts entre planification et exécution, révélant ainsi les limites du pilotage actuel. Cette observation nous a conduites à élargir notre démarche à une réflexion plus stratégique : l'optimisation du processus Sales & Operations Planning (S&OP), en tant que levier structurant pour aligner la demande, la capacité de production et les objectifs opérationnels.

3.3 Optimisation du processus Sales & Operations Planning (S&OP)

3.3.1 Introduction

Dans le contexte de cette entreprise, où la production est centralisée au niveau régional, la filiale locale n'intervient pas directement dans les décisions industrielles. Elle joue un rôle d'interface, formulant ses besoins en fonction du marché local tout en dépendant des allocations décidées par la région, qui agit comme intermédiaire entre les demandes locales et les usines de production.

Cette configuration, en raison de sa complexité, exige une coordination efficace entre l'ensemble des parties prenantes pour assurer l'alignement à tous les niveaux. Sur le terrain, cela se traduit régulièrement par des écarts entre la demande exprimée et les volumes alloués, ainsi que par des retards de production ou des incompatibilités entre la demande et les versions effectivement produites, qui ont un impact direct sur la performance commerciale locale.

Dès lors, l'enjeu ne réside pas dans un pilotage direct de la production, mais dans la capacité à structurer une lecture critique des écarts observés, afin de renforcer le positionnement de la filiale. Dans cette optique, notre contribution s'articule autour de l'identification des leviers d'amélioration permettant au service Demand Planning d'avoir un cadre analytique robuste, permettant d'objectiver les écarts observés et ainsi de soutenir, de manière structurée, leurs argumentaires lors des instances de coordination face à la région. Pour répondre efficacement à ces besoins, nous avons estimé que le processus S&OP actuel devait être repensé pour couvrir de manière plus globale les problématiques d'alignement. Cela nous a conduites à formuler les objectifs suivants pour sa mise en place :

- **Suivre finement l'adéquation entre la demande exprimée et les productions effectives** : Le processus S&OP permet de mesurer, à une fréquence rapprochée, les écarts qualitatifs et quantitatifs entre ce qui a été planifié (modèles, versions, séries, couleurs) et ce qui a effectivement été mis à disposition par la région, dans le but de fiabiliser la couverture de la demande locale.
- **Renforcer la réactivité face aux aléas d'allocation** : Grâce à une meilleure visibilité sur les flux de produits, la demand planner est en mesure d'ajuster rapidement les prévisions, de réorienter certaines demandes et de piloter les priorités de manière plus dynamique.
- **Anticiper les décisions à court et moyen termes** : En consolidant les données de demande et de production dans un tableau de bord lisible, la demand planner dispose des éléments nécessaires pour orienter ses choix et identifier les risques en amont.
- **Disposer d'un outil structuré pour objectiver les échanges avec la région** : Le S&OP devient un levier argumentaire pour défendre les ajustements nécessaires lors des réunions de coordination.
- **Anticiper les risques de ruptures ou de surstocks liés aux écarts qualitatifs et quantitatifs** : L'analyse fine des écarts permet à la demand planner d'identifier les situations où les produits livrés (versions, séries, couleurs) ne correspondent pas à la demande, générant des surstocks de produits difficiles à commercialiser ou des ruptures sur des références prioritaires. Cette visibilité améliore la réactivité dans les échanges correctifs avec la région, limitant ainsi l'impact commercial.
- **Appuyer la formulation de scénarios alternatifs** : En cas de non-conformité des productions reçues avec la demande initiale, le S&OP aide à simuler les impacts et à proposer des alternatives réalistes.

Nous allons donc procéder à l'implémentation d'un processus S&OP. Avant cela, il est essentiel d'évaluer la maturité du processus actuel.

3.3.2 Évaluation de la Maturité du processus S&OP actuel

Dans le cadre de notre étude, l'évaluation de la maturité du processus S&OP repose sur une consolidation de modèles, inspirée du travail de Lamichhane (2021) [20]. Ce dernier propose un modèle diagnostique fondé sur les cinq dimensions de Grimson & Pyke (2007), réorganisées selon les facteurs de succès de Muzumdar & Fontanella (2006), et complétées par les apports de Lapidé (2005b) et Gartner (Barrett & Uskert, 2010).

A. Justification du Choix du modèle de maturité

Ce choix s'explique par le fait que les modèles de Grimson & Pyke et de Gartner sont les seuls à couvrir, de manière globale, les cinq facteurs critiques de succès du S&OP. Lamichhane a ainsi pris le modèle de Grimson & Pyke comme base, en raison de sa couverture large, de sa simplicité (cinq dimensions, cinq niveaux) et de sa proximité avec d'autres référentiels comme ceux de Lapidé et Gartner. Elle l'a ensuite restructuré autour des cinq success factors de Muzumdar & Fontanella. Elle y a intégré des éléments spécifiques issus des autres modèles afin de construire un référentiel plus complet, cohérent et opérationnel pour le diagnostic du S&OP.

B. Identification et définition des dimensions

La détermination de la maturité du S&OP, repose sur les cinq dimensions proposées par le modèle. Ces dimensions se présentent comme suit :

- **Personnel** : Analyse les rôles, compétences et responsabilités des acteurs impliqués dans le S&OP, ainsi que le niveau de collaboration entre fonctions et l'implication de la direction.
- **Processus** : Évalue la structure du processus S&OP, la clarté de ses étapes, la fréquence des cycles et l'intégration des différentes activités de planification (demande, offre, finances).
- **Stratégie** : Mesure le degré d'alignement du S&OP avec la stratégie de l'entreprise et sa contribution à la prise de décision tactique et stratégique.
- **Mesure de la performance** : Examine les indicateurs (KPI) utilisés pour suivre le S&OP, leur pertinence, leur utilisation et la capacité à mesurer les écarts entre prévision et réalisation.
- **Technologie** : S'intéresse aux outils technologiques utilisés pour appuyer le S&OP : automatisation, centralisation des données, visualisation des plans et scénarios de simulation.

C. Choix de la population

L'évaluation de la maturité du processus S&OP s'appuie sur une série d'entretiens structurés réalisés auprès de six collaborateurs occupant des postes clés, tant sur le plan stratégique qu'opérationnel. Ces interlocuteurs ont été sélectionnés en raison de leur implication directe dans le processus S&OP.

Ont ainsi été sollicités :

- la Directrice Supply Chain et Projets,
- le Responsable Demand Planning & Carflow,
- le Responsable Logistique,
- le Responsable Marketing,

- le Responsable Commercial,
- et le Responsable des Ventes.

D. La grille d'évaluation

Préalablement aux entretiens, des échanges ont été réalisés avec la plupart des interlocuteurs. Ces échanges avaient pour objectif de mieux cerner leur rôle et leur périmètre d'action, ce qui nous a ensuite permis d'ajuster le contenu et l'orientation du guide d'entretien afin de garantir sa pertinence et sa cohérence avec les réalités opérationnelles de l'entreprise.

Le tableau ci-dessous fournit un résumé des entretiens menés, précisant le statut des interviewés. Sont également indiqués le nombre d'entretiens réalisés et le temps total consacré à chaque participant. Des échanges additionnels ont été réalisés chaque fois que des informations complémentaires étaient requises.

Personnel Interviewé	Nombre d'entretien(s) (Durée Totale)
Responsable Marketing	2 (60 + 45 = 1h 45min)
Demand Planner	5 (40 + 30 + 60 + 90 + 45 = 4h 25min)
Directrice Supply Chain et Projets	1 (20 min)
Responsable des Ventes	1 (30 min)
Responsable Commercial	1 (20 min)
Responsable Logistique	1 (15 min)

TABLE 3.2 – Nombre d'entretiens réalisés par personnel interviewé avec la durée totale.

Les entretiens ainsi structurés ont permis, pour chaque dimension du modèle, d'évaluer le niveau de maturité perçu (sur une échelle de 1 à 5) par chacun des participants. Pour chaque axe d'analyse, des niveaux de maturité prédéfinis décrivent les pratiques types observées à chaque stade. Ces descriptions nous ont servi de base pour positionner l'entreprise selon les réponses recueillies. La figure 3.7 illustre, à titre d'exemple, les cinq niveaux de maturité pour la dimension **Technologie**, accompagnés des caractéristiques types qui leur sont associées.

Dimension	Niveau 1 Aucun S&OP	Niveau 2 Réactif	Niveau 3 Standard	Niveau 4 Avancé	Niveau 5 Proactif
Technologie	• Chaque manager utilise ses propres fichiers Excel de manière autonome. • Aucune consolidation des données n'est réalisée	• De nombreuses feuilles de calcul • Quelques consolidations, mais réalisées manuellement	• Informations centralisées. • Utilisation de logiciels de planification des revenus ou des opérations. • Système autonome multi-sites avec APS (Advanced Planning System).	• Traitement en lots • Logiciel d'optimisation des revenus et des opérations, connecté à l'ERP mais non optimisé conjointement • Plateforme de pilotage du S&OP	• Logiciel d'optimisation S&OP intégré • Interface complète avec l'ERP, la comptabilité et la prévision • Solveur en temps réel

FIGURE 3.7 – Niveaux de maturité – Dimension Technologie

L'ensemble des caractéristiques des niveaux de maturité pour toutes les dimensions est présenté en annexe **n°1**

Pour chaque dimension, nous avons conçu une grille d'évaluation détaillée, présentée en annexe **n°2**. Chaque question proposait plusieurs choix de réponses et offrait également un espace libre pour que l'interlocuteur puisse formuler un commentaire s'il le désirait.

Après avoir rapporté l'ensemble des résultats émanant des personnes interviewées, nous allons déterminer la maturité globale du S&OP de l'entreprise

E. Détermination de la maturité

À partir des réponses recueillies, nous avons procédé comme suit :

- Nous avons calculé la moyenne des scores attribués par les différents interlocuteurs afin d'obtenir le niveau de maturité de chaque dimension.
- La moyenne des scores obtenus nous donne le niveau de maturité globale du S&OP.

Le tableau **3.3** présente les résultats obtenus.

Dimensions S&OP	Moyenne
Personnel	2,08
Processus	2,88
Stratégie	2,75
Mesure de la performance	2
Technologie	1,75
Moyenne Globale	2,29

TABLE 3.3 – Les moyennes de maturité des dimensions S&OP

Les résultats sont représentés sur la figure **3.8**

Score des métriques

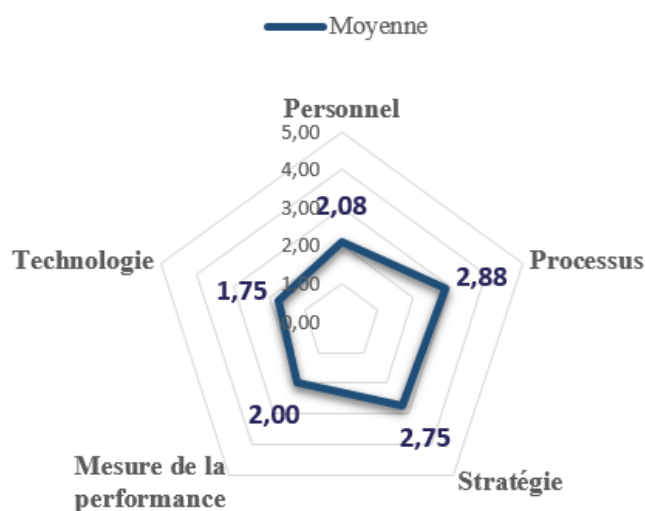


FIGURE 3.8 – Représentation des résultats des dimensions S&OP

F. Interprétation des résultats

Le score global de **2,29** place l'entreprise au **Stage 2 "Réactif"**, révélant un processus S&OP en cours de structuration mais encore largement perfectible. Cette position indique que l'entreprise a dépassé l'absence totale de S&OP mais fonctionne de manière réactive plutôt qu'anticipative.

La dimension **Technologie**, qui obtient le score le plus faible (1,75/5), révèle un déficit important en matière d'outils de centralisation, de visualisation, et d'automatisation des scénarios. L'entreprise reste dépendante d'outils individuels sans consolidation organisationnelle, maintenant une logique de silos qui empêche une collaboration efficace.

Situation actuelle	Écarts identifiés	Axes d'amélioration
- Utilisation manuelle (Excel) préférée malgré l'existence d'un ERP - Données non centralisées - Aucun outil de simulation ou de suivi	Non-intégration du processus S&OP dans l'ERP	- Connexion S&OP au système ERP - Développement de dashboards

TABLE 3.4 – Diagnostic de la dimension technologie

La **Mesure de la performance** (2/5) constitue également un point de fragilité. Les indicateurs en place sont jugés partiels ou inadéquats pour évaluer le processus de manière continue, le pilotage se limitant aux mesures de ventes avec quelques comparaisons ponctuelles. L'absence de KPIs partagés entre fonctions limite la capacité à objectiver les arbitrages et à instaurer une culture d'amélioration continue.

Situation actuelle	Écarts identifiés	Axes d'amélioration
- Pilotage basé sur les résultats passés, sans logique prévisionnelle - Absence de vision commune sur la performance S&OP	- Manque de KPIs transverses - Difficulté à mesurer les écarts prévisions/réalisations - Absence de reporting structuré	- Définition et mise en place de KPIs S&OP - Tableaux de bord automatisés - Suivi des écarts prévision/réel

TABLE 3.5 – Diagnostic de la dimension Mesure de la performance

La dimension **Personnel** (2,08/5) reflète un manque de formalisation des rôles et responsabilités au sein du processus. L'implication de certaines fonctions clés reste ponctuelle et les interactions interservices manquent de structuration, en particulier dans les phases de validation et d'arbitrage. Cette culture silo persiste avec des discussions limitées au top management sur des aspects principalement financiers.

Situation actuelle	Écarts identifiés	Axes d'amélioration
• Rôles S&OP non formalisés • Pas de responsable S&OP	• Absence de référentiel commun • Faible ancrage du processus dans la culture managériale	• Désignation (ou recrutement) d'un responsable S&OP • Formalisation des rôles via une matrice RACI • Formation des équipes au processus

TABLE 3.6 – Diagnostic de la dimension Personnel

À l'inverse, les dimensions **Processus** (2,88/5) et **Stratégie** (2,75/5) présentent des scores légèrement plus élevés, indiquant l'existence de pratiques de planification partiellement en place. Cependant, ces pratiques restent fragmentées et manquent encore de coordination pour produire un véritable effet structurant.

La dimension **Processus**, seule proche du Stage 3, démontre que l'entreprise peut structurer ses activités S&OP même si une coordination centralisée reste à construire. Notre analyse révèle que l'entreprise dispose des bases pour évoluer vers le Stage 3 "Standard" mais doit lever trois verrous simultanément : technologique (passage des outils individuels à une solution intégrée), organisationnel (formalisation des rôles et collaboration inter-fonctionnelle), et de pilotage (développement d'un système de mesure proactif).

Futures perspectives : approfondissement de l'analyse qualitative

Bien que notre étude se soit appuyée sur une analyse thématique reposant directement sur un référentiel théorique, sans recours à un codage logiciel, cette démarche présente une piste intéressante pour des recherches ultérieures. L'utilisation d'un logiciel de codage qualitatif (NVivo, ATLAS.ti ou encore MaxQDA...) pourrait permettre de :

- Gagner en efficacité dans la gestion et l'organisation des données issues des entretiens ;
- Faciliter l'analyse croisée et la visualisation des réseaux thématiques (via matrices croisées, arbres de codage, modèles conceptuels) propres à NVivo.

Cette évolution méthodologique ouvrirait la voie à une analyse plus robuste et fine de la maturité S&OP, notamment dans un contexte industriel complexe comme celui de Stellantis.

3.3.3 Plan d'action pour la mise en place du processus S&OP optimisé

A. Approche méthodologique

Suite à l'évaluation de maturité révélant un niveau global de 2,29/5, notre approche d'implémentation s'appuie sur les faiblesses identifiées, notamment :

- **Technologie (1,75/5)** : Utilisation d'outils non intégrés, rendant difficile la consolidation des informations et la coordination entre les parties prenantes du processus.
- **Personnel (2,08/5)** : Rôles non formalisés dans le processus

- **Mesure de performance (2/5)** : Indicateurs inadéquats pour un pilotage proactif du processus

Notre approche tient compte d'une contrainte majeure citée précédemment : en tant que filiale, les décisions industrielles sont prises au niveau régional, pas localement. Cette situation impose une stratégie particulière.

Face à cette contrainte, le processus S&OP ne peut pas se concentrer sur la planification de production (comme dans une entreprise autonome), mais doit plutôt se focaliser sur :

- **L'optimisation des demandes formulées** - Mieux exprimer les besoins locaux pour optimiser l'adéquation entre demandes exprimées et allocations obtenues
- **La structuration des arguments** - Développer une capacité d'argumentation solide face aux allocations reçues de la région

Cette approche reconnaît que le pouvoir de la filiale réside dans sa capacité à bien formuler ses demandes et à négocier efficacement avec la région, plutôt que dans le contrôle direct de la production.

B. Étapes de mise en œuvre

ETAPE 1 : collecte des données

La mise en place d'un processus S&OP efficace nécessite en premier lieu une phase de collecte et d'analyse des données disponibles. Cette étape fondamentale implique l'identification des sources de données pertinentes, l'évaluation de leur qualité et la détermination de l'historique requis pour construire des modèles prévisionnels robustes.

L'élaboration de prévisions fiables pour notre processus S&OP s'appuie sur deux catégories de données principales :

- **Données de demande** : Correspondent aux demandes mensuelles que la demand planner formule et transmet à la région. Ces données représentent les besoins estimés de la filiale, structurées par modèle, et constituent la base des négociations avec le niveau régional pour l'obtention des allocations. Elles reflètent l'évaluation locale des besoins du marché algérien et servent de référence pour mesurer l'adéquation entre les demandes exprimées et les allocations obtenues.
- **Données de ventes réalisées** : Incluent les ventes effectivement réalisées par la filiale, détaillées par modèle. Ces données sont fournies par le département commercial et constituent l'historique des performances commerciales réelles. Elles permettent d'analyser les écarts entre les prévisions initiales et les résultats obtenus et d'identifier les tendances de consommation du marché local.

Le processus S&OP repose sur une approche orientée client, visant à recueillir et analyser les besoins réels des clients afin d'établir des prévisions précises. Dans notre étude, nous nous appuyons sur les données de ventes pour l'élaboration des prévisions S&OP pour les raisons suivantes :

- L'absence d'un système structuré permettant de collecter les demandes réelles des clients limite l'accès à des informations fiables concernant la demande.
- La méthode de prévision de la demande actuelle ne repose pas sur des approches quantitatives rigoureuses mais sur l'expérience empirique.

- À cela s'ajoute la spécificité du marché algérien, atypique par son offre restreinte (pénurie de véhicules, sécheresse), ainsi que l'arrêt, depuis janvier 2016, de la publication officielle des statistiques mensuelles de ventes par modèle [10], rendant toute analyse de marché purement empirique et éloignée de données consolidées.

ETAPE 2 : Conception du processus S&OP cible

1. Définition des rôles et responsabilités

Afin de garantir une coordination claire entre les différents acteurs impliqués dans le processus S&OP, nous avons défini une matrice RACI détaillée. Celle-ci formalise les rôles et responsabilités de chaque partie prenante à chaque étape du cycle S&OP.

Cette démarche vise à lever l'un des freins majeurs identifiés lors du diagnostic de maturité – à savoir le flou organisationnel autour du pilotage du processus – en assurant une meilleure visibilité sur qui fait quoi (R), qui valide (A), qui est consulté (C) et qui est informé (I).

Il s'agit d'un tableau à double entrée avec en ligne les actions à entreprendre et en colonne, les intervenants. Les rôles et responsabilités sont donc renseignés dans le croisement des lignes et des colonnes. Pour déterminer le rôle de chacun dans le processus, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- **R** : Qui est chargé de mener à bien le projet ?
 - o Ce sont les personnes responsables de l'exécution de l'action.
- **A** : Qui valide ?
 - o Ce sont les personnes chargées d'approuver chaque action réalisée.
- **C** : Qui peut aider, apporter son expertise ou son avis ?
 - o Ce sont les personnes consultées, qui donnent un avis sur une action.
- **I** : Qui doit être tenu informé de l'avancée du projet ?
 - o Ce sont les personnes qui n'interviendront pas mais doivent être simplement tenues au courant des avancées du projet.

Pour la construction de cette matrice, nous nous sommes appuyées sur la matrice de référence fournie par l'Institute of Business Forecasting (IBF) [14] , qui constitue un standard reconnu en matière des bonnes pratiques S&OP .

Cependant, tout en respectant la structure proposée par l'IBF, la matrice a été personnalisée pour tenir compte du contexte particulier de la filiale.

La matrice ci-après constitue donc un socle structurant pour l'ancrage du processus S&OP au sein de la filiale :

Phase	Tâche	DG	Resp. SC	Resp. Marketing	Resp. Commercial	Resp. Financier	Demand Planner	Équipe Commerciale	Équipe Marketing
1. COLLECTE DE DONNEES									
	Collecter les données historiques de vente				A			R	
	Rassembler les informations marché (tendances, saisonnalités, concurrence)			A					R
	Collecter les retours terrain des concessionnaires (feedbacks clients ...)				A			R	
	Élaborer les campagnes marketing et promotions prévues	A		R					C
	Élaborer les plans de lancement des nouveaux produits	A		R					C
2. REVUE DE LA DEMANDE									
	Analyser les performances ventes vs prévisions précédentes de la demande (Demand Sensing)		A	C	C		R		
	Construire les prévisions de demande par modèle/version/couleur		A	C	C		R		
	Intégrer les insights métier (marketing, commercial, terrain) dans la prévision		A	C	C		R		
	Proposer des actions de Demand Shaping pour stimuler la demande si nécessaire		R	R/A		C			
	Valider le plan de demande consensuel	A	A	C	C		R		
3. REVUE DE LA SUPPLY									
	Analyser les contraintes supply (ruptures, délais...) transmises par les Order Schedulers		R/A	C			R		
	Identifier les risques critiques de non-réception pour M+2		A	I	I		R		
5. PRÉ-S&OP (RÉCONCILIATION)									
	Consolider les plans de demande et de supply et détecter les désalignements		R/A	C	C		R		
	Construire des scénarios alternatifs (base, contrainte, optimiste)	A	R		C	C	R		
	Évaluer les impacts financiers des différents scénarios		C	C		R/A	C		
	Étudier les arbitrages possibles		C	R	C	R			
	Préparer la synthèse consolidée pour le comité exécutif S&OP		R/A	C	C	C	C		
	Définir l'ordre du jour de la réunion exécutive	A					R		
6. S&OP EXÉCUTIF									
	Présenter la synthèse consolidée des plans et scénarios		A				R		
	Analyser l'exécution du plan du mois M	A	R	C	C	C	R		
	Évaluer les actions correctives nécessaires pour le mois suivant	A	R	C	C		R	I	I
	Arbitrer les priorités et choisir un scénario cible	R/A	R	C	C	I	C		
	Valider le plan S&OP final pour M+2	R/A	R	C	C	I	C		
	Valider les indicateurs de performance (KPIs) pour suivre l'exécution du plan	R/A	R	C	C	I	C		
	Préparer la communication vers la région	I	I	I	I	I	R		

FIGURE 3.9 – Matrice RACI : Activités du processus S&OP

2. Tenue des réunions S&OP

La mise en œuvre effective du processus S&OP s'appuie sur l'organisation d'un cycle mensuel de réunions structurées, conçu pour favoriser l'émergence d'un consensus autour des prévisions et assurer la fluidité des échanges entre les différents acteurs. Ce dispositif de pilotage permet de construire progressivement un plan S&OP robuste, aligné sur les objectifs de la filiale et adapté aux enjeux de coordination avec la région.

L'architecture du processus repose sur cinq étapes complémentaires, articulées selon une logique séquentielle et impliquant l'ensemble des parties prenantes concernées :

Phase 1 : COLLECTE DE DONNÉES

Cette première phase constitue le socle informationnel du processus S&OP. Contrairement aux phases suivantes qui s'organisent autour de réunions formelles, cette étape correspond à un travail de fond mené principalement par le Demand Planner en collaboration avec les équipes terrain. L'objectif est de constituer une base de données exhaustive et fiable, intégrant à la fois les données quantitatives historiques et les informations qualitatives du marché.

Cette phase revêt une importance particulière dans le contexte de la filiale, car la qualité des prévisions dépend directement de la richesse et de la pertinence des données collectées.

Phase	Objectif	Leader	Parties prenantes	Inputs	Outputs
COLLECTE DE DONNÉES	Rassembler toutes les données nécessaires pour établir des prévisions de demande fiables.	Demand Planner	- Demand Planner - Équipe Commerciale - Équipe Marketing - Responsable Commercial - Responsable Marketing	- Historique des ventes - Retours terrain des équipes commerciales - Tendances marché, campagnes marketing et promotions - Calendrier produits (lancements, arrêts)	- Base de données structurée prête pour les prévisions - Synthèse des informations qualitatives (terrain, marché)

TABLE 3.7 – Tableau récapitulatif de la phase de collecte de données

Phase 2 : REVUE DE LA DEMANDE

Cette phase marque la première réunion formelle du cycle, où le Demand Planner transforme les données collectées en prévisions préliminaires. L'objectif consiste à établir un plan de demande consensuel en croisant les analyses quantitatives avec l'expertise terrain du Responsable Commercial et la vision stratégique du Responsable Marketing.

Phase	Objectif	Leader	Parties prenantes	Inputs	Outputs
REVUE DE LA DEMANDE	Établir des prévisions de demande précises et consensuelles.	Demand Planner	• Demand Planner • Responsable Commercial • Responsable Marketing	• Base de données structurée (Phase 1) • Prévisions précédentes pour comparaison	• Plan de demande consensuel validé

TABLE 3.8 – Tableau récapitulatif de la phase Revue de la demande

Phase 3 : REVUE DE LA SUPPLY

Cette phase évalue la faisabilité du plan de demande établi précédemment. Plus concrètement, elle nécessite d'évaluer si les capacités de production et les ressources disponibles au niveau régional peuvent satisfaire la demande prévue par la filiale.

Phase	Objectif	Leader	Parties prenantes	Inputs	Outputs
REVUE DE LA SUPPLY	Évaluer la capacité à satisfaire la demande	Responsable SC	• Responsable SC • Demand Planner	• Contraintes supply (ruptures, délais, limitations régionales, périodes de fermeture d'usines)	• Plan de supply avec contraintes identifiées

TABLE 3.9 – Tableau récapitulatif de la phase Revue de la supply

Phase 4 : PRÉ-S&OP EXECUTIF

Cette phase constitue l'étape de consolidation et d'élaboration de recommandations d'arbitrage. Elle vise à réconcilier les plans demande et supply en identifiant les écarts et en élaborant les ajustements nécessaires. Le service financier joue un rôle central en garantissant que les plans opérationnels restent conformes aux objectifs financiers de l'organisation et en évaluant les implications des potentiels écarts sur les revenus, les coûts et la rentabilité.

L'objectif consiste à préparer des scénarios argumentés et des recommandations d'arbitrage pour faciliter la prise de décision lors de la réunion exécutive finale.

Phase	Objectif	Leader	Parties prenantes	Inputs	Outputs
PRÉ-S&OP EXÉCUTIF	Réconcilier les plans demande/supply et élaborer les options d'arbitrage	Responsable SC	• Responsable SC • Responsable Financier • Demand Planner • Responsable Commercial	• Plan de demande (Phase 2) • Plan de supply avec contraintes (Phase 3) • Plan financier (prix, coûts, marges)	• Scénarios de pilotage (base, contrainte, optimiste) • Synthèse consolidée pour le comité exécutif • Recommandations d'arbitrages

TABLE 3.10 – Tableau récapitulatif de la phase Pré-S&OP Exécutif

Phase 5 : S&OP EXÉCUTIF

Cette phase finale représente le moment décisionnel du cycle S&OP. Elle rassemble l'ensemble de la direction opérationnelle autour du Directeur Général pour valider les orientations stratégiques et arbitrer les questions critiques identifiées lors de la phase de consolidation. La réunion suit un ordre du jour structuré qui couvre l'ensemble des dimensions du pilotage : bilan du mois écoulé (performance, écarts), identification des nouveaux risques, et validation des orientations futures (plan S&OP M+2, décisions à court et moyen terme, ajustements stratégiques nécessaires).

L'enjeu consiste à transformer les recommandations techniques en décisions exécutoires, tout en s'assurant de leur cohérence avec la stratégie globale de la filiale. Cette réunion détermine le plan d'action officiel qui sera communiqué à la région et servira de référence pour le pilotage opérationnel du mois suivant.

Phase	Objectif	Leader	Parties prenantes	Inputs	Outputs
S&OP EXÉCUTIF	Valider les plans consolidés et garantir leur concordance avec les objectifs globaux de l'entreprise.	Directeur Général	- Responsable SC - Responsable Financier - Demand Planner - Responsable Commercial	- Synthèse consolidée (Phase 4) - Écarts critiques identifiés - Scénarios proposés avec recommandations	- Plan S&OP final validé pour M+2 - Scénario cible choisi - Actions correctives pour le mois suivant - KPIs de suivi validés

TABLE 3.11 – Tableau récapitulatif de la phase S&OP Exécutif

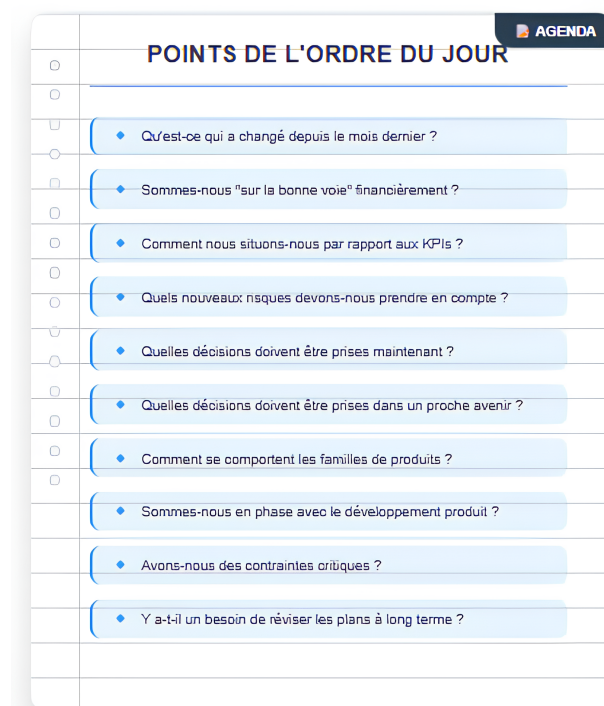


FIGURE 3.10 – Points de l'ordre du jour de la réunion S&OP

Source : *Successful Sales and Operations Planning in 5 Steps*, Logility.

3. Architecture temporelle du cycle

Nous avons structuré le processus S&OP sur un cycle mensuel d'une durée moyenne de quatre semaines, en cohérence avec les pratiques observées dans la littérature et les contraintes spécifiques de l'environnement de la filiale.

Cette architecture temporelle vise à organiser de manière fluide l'enchaînement des étapes, tout en garantissant la qualité des arbitrages et le respect des échéances imposées par le niveau régional

Calendrier détaillé des phases

Pour mieux visualiser l'organisation temporelle que nous proposons, le calendrier ci-dessous présente la répartition des différentes phases du cycle S&OP sur deux mois consécutifs.

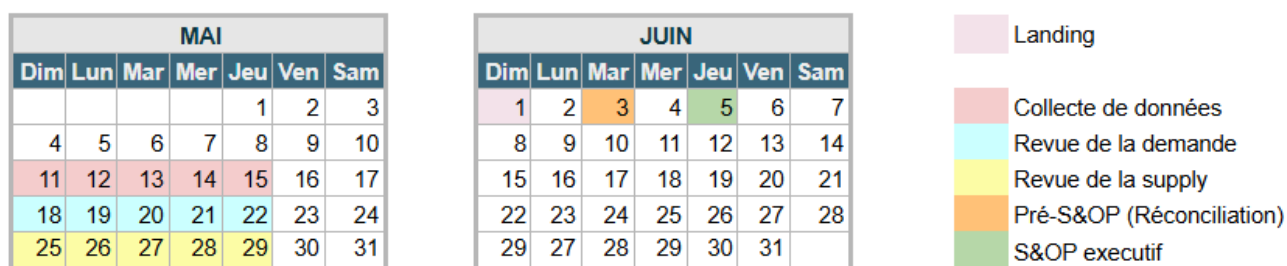


FIGURE 3.11 – Calendrier mensuel du cycle S&OP proposé

La construction du calendrier S&OP repose sur plusieurs contraintes spécifiques que nous avons dû intégrer afin de garantir un fonctionnement à la fois réaliste, structuré et adapté au contexte de la filiale étudiée. Notre approche s'est basée sur une contrainte majeure : une réunion mensuelle avec la direction générale est déjà organisée chaque 5 du mois, nous en avons fait notre point d'ancrage. À partir de cette date fixe, nous avons remonté le temps pour organiser toutes les phases préparatoires.

Nous détaillons ci-après les raisons qui ont guidé le positionnement de chaque phase dans ce calendrier.

- La réunion S&OP exécutif (5 du mois M) :

Une réunion mensuelle avec la direction générale est déjà organisée chaque 5 du mois. Bien qu'elle ne soit initialement pas intégrée à un cadre S&OP formalisé, ses caractéristiques en font un moment clé de pilotage : validation des priorités opérationnelles, participation des fonctions transverses, et transmission des décisions au niveau régional. Nous avons donc choisi de l'intégrer au processus comme phase "*S&OP exécutif*", en l'utilisant comme point de validation finale du cycle. Cette approche respecte aussi l'échéance critique de saisie des besoins M+2 dans le système régional, qui doit impérativement être effectuée aux alentours du 5 ou 6 de chaque mois.

- La réunion pré-S&OP (3-4 du mois M)

Une réunion interne était déjà organisée le 3 ou 4 du mois pour consolider les analyses avant la réunion du 5 avec la direction générale. Nous avons intégré cette pratique existante en la positionnant comme réunion "pré-S&OP", avec pour objectif de consolider les analyses issues des différentes fonctions, d'identifier les écarts entre demande et supply, et de formuler des recommandations d'arbitrage structurées à soumettre à la direction. Nous avons également intégré une autre pratique existante dans la filiale : la disponibilité des données de ventes du mois précédent (landing) le 1er de chaque mois. Ces données, bien qu'arrivant en toute fin de cycle, peuvent parfois nécessiter des ajustements de dernière minute. Elles sont donc prises en compte, si besoin, dans la réunion pré-S&OP, afin de garantir que les décisions soient fondées sur les informations les plus à jour.

- Les phases préparatoires (mois M-1, rythme hebdomadaire)

Les trois premières étapes - *collecte des données*, *revue demande*, *revue supply* - sont décalées sur le mois précédent avec un rythme hebdomadaire. Cette structure permet à chaque acteur de contribuer efficacement, tout en laissant le temps nécessaire à l'analyse, la validation et la coordination interservices. Ces étapes constituent une phase préparatoire essentielle, posant

les fondations analytiques sur lesquelles reposent les deux étapes finales du cycle : la réunion pré-S&OP et la réunion exécutive.

En définitive, ce séquençage s'appuie à la fois sur les jalons existants et sur les exigences du processus S&OP, permettant une meilleure adoption opérationnelle, tout en assurant le respect des échéances de remontée régionale, notamment la saisie des besoins M+2 dans le système régional, qui doit impérativement être effectuée aux alentours du 5 ou 6 de chaque mois.

ETAPE 3 : Elaboration des outils de prévision

Nous passons à l'élaboration des plans prévisionnels, constitués notamment du plan de demande, indispensable pour soutenir les prises de décision au sein de la filiale.

Dans un contexte où la filiale ne maîtrise pas directement la production, l'efficacité de la prévision devient un levier stratégique essentiel. Elle permet notamment de :

- Structurer les demandes de la filiale de manière cohérente et argumentée, en apportant des éléments tangibles pour appuyer les négociations avec le siège régional et justifier les volumes demandés ;
- Planifier les actions commerciales avec plus de visibilité, en alignant les campagnes marketing et les priorités commerciales sur les prévisions établies, afin de maximiser l'impact sur le marché local.

Méthodologie de Sélection des Modèles de véhicules pour l'Exercice de Prévision

Afin de cadrer le travail de prévision, il convient de souligner que la gamme de véhicules commercialisée par la filiale comprenait sept modèles en 2023 et 2024. Face à cette diversité de références, une approche méthodique s'avère nécessaire pour identifier les modèles les plus pertinents pour l'exercice prévisionnel. Cette démarche de sélection s'articule autour de trois étapes complémentaires : l'élimination des modèles présentant des données insuffisantes, la classification ABC des modèles restants selon leur contribution aux volumes de ventes, et enfin la sélection définitive basée sur la continuité stratégique jusqu'en 2025. Cette approche progressive permet d'optimiser la qualité des prévisions tout en concentrant les efforts d'analyse sur les références les plus stratégiques.

- Première Étape : Élimination des Modèles à Données Insuffisantes

L'analyse préliminaire révèle que le modèle 580 présente une chronique de ventes particulièrement courte, limitée à quelques mois sur la période d'étude. Cette insuffisance de données historiques compromet fondamentalement la qualité des prévisions potentielles. En effet, les méthodes de prévision requièrent des chroniques suffisamment longues pour identifier les tendances, détecter la saisonnalité et calibrer correctement les paramètres des modèles statistiques. Ce modèle est donc éliminé de l'analyse, laissant six modèles à évaluer.

- Deuxième Étape : Classification ABC des Six Modèles Restants

Rappel Méthodologique

La classification ABC constitue une méthode d'analyse hiérarchique qui permet de classer les éléments d'un ensemble selon leur contribution relative à un critère de valeur donné. Cette approche méthodologique repose sur le principe de Pareto, également connu sous l'appellation de règle 80/20, selon lequel une minorité d'éléments génère généralement la majorité des effets observés. La segmentation s'articule autour de trois classes distinctes :

- o **Classe A** : Éléments critiques représentant 10–20% des éléments et concentrant 60–80% de la valeur totale ($\leq 80\%$ de la valeur cumulée)

- **Classe B** : Éléments intermédiaires représentant 20–30% des éléments et concentrant 15–20% de la valeur totale (80%–95% de la valeur cumulée)
- **Classe C** : Éléments secondaires représentant 50–70% des éléments et concentrant 5–15% de la valeur totale (> 95% de la valeur cumulée)

L'implémentation de cette méthode suit une démarche structurée :

1. Collecte et validation des données, .
2. Classement décroissant par valeur.
3. Calcul des pourcentages cumulés.
4. Attribution des classes selon les seuils prédéfinis
5. Représentation graphique via la courbe ABC.

Application

La classification ABC, appliquée aux six modèles restants, permet d'identifier leur contribution respective aux volumes de ventes totaux et de prioriser les efforts d'analyse.

La figure ci-dessous illustre la répartition des ventes selon la classification ABC :

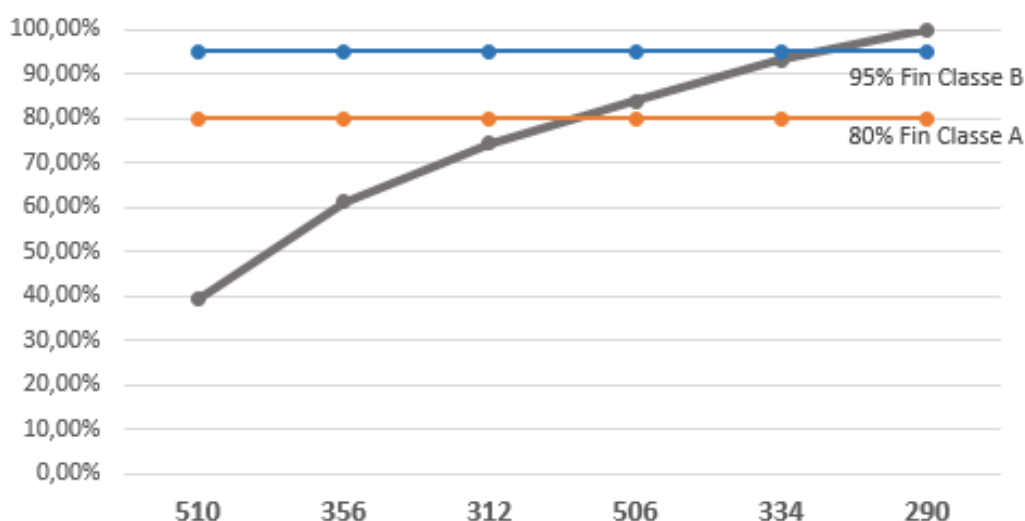


FIGURE 3.12 – Points de l'ordre du jour de la réunion S&OP

- Classe A : Les modèles 510, 356 et 312 constituent le groupe prioritaire avec 74,43% des volumes totaux.
- Classe B : Les modèles 506 et 334 forment un groupe intermédiaire représentant 18,74% des ventes cumulées.
- Classe C : Le modèle 290 constitue le groupe à faible contribution avec 6,82% des volumes.

Cette répartition confirme la pertinence de concentrer l'analyse prévisionnelle sur les modèles de classe A qui représentent près des trois quarts de l'activité commerciale.

- Troisième Étape : Sélection Finale Basée sur la Continuité Stratégique

La sélection finale parmi les trois modèles de classe A vise principalement à maximiser la profondeur historique des données disponibles pour l'exercice prévisionnel. Dans cette optique, il convient d'analyser la continuité de commercialisation de chaque modèle sur la période d'étude. L'analyse de continuité révèle que seuls les modèles 510 et 312 bénéficient d'une commercialisation ininterrompue de 2023 à 2025. Le modèle 356, malgré sa

performance commerciale historique, présente une interruption dans sa commercialisation en 2025. Cette situation conduit à privilégier les modèles 510 et 312 pour l'exercice de prévision. Ce choix permet de constituer une chronique continue s'étendant d'avril 2023 à avril 2025, soit 24 mois de données. Cette profondeur temporelle offre une base statistique plus robuste pour l'application des méthodes de prévision.

Prévisions des ventes

Le choix d'un modèle prévisionnel dépend avant tout des caractéristiques des données disponibles. Dans notre cas, il s'agit de séries chronologiques mensuelles de ventes, sans variables explicatives, avec un volume de données relativement restreint. Ces particularités nous conduisent à écarter plusieurs familles de méthodes :

- les méthodes qualitatives, adaptées en l'absence de données historiques .
- les modèles quantitatifs causaux, qui nécessitent l'intégration de variables explicatives externes .
- les techniques issues du machine learning, qui exigent de grands volumes de données ainsi que des ressources techniques avancées, non compatibles avec notre contexte d'étude.

C'est sur cette base que nous avons initié une analyse informelle des séries temporelles, afin d'observer leurs structures et orienter le choix du modèle le plus adapté. La présente section concerne le modèle 510. Celle du modèle 312 est en annexe.

1. Analyse informelle

Dans un premier temps, l'étude commence par la visualisation de la série mensuelles de ventes pour le modèle retenu. L'objectif est d'identifier visuellement la structure temporelle de la série, à savoir la présence d'une tendance, d'une saisonnalité, ou d'une éventuelle instationnarité, afin d'orienter par la suite le choix du modèle prévisionnel le plus adapté. Le graphiques de ventes et le corrélogramme associés permettent ainsi d'analyser les composantes principales de la série avant d'engager une modélisation statistique.

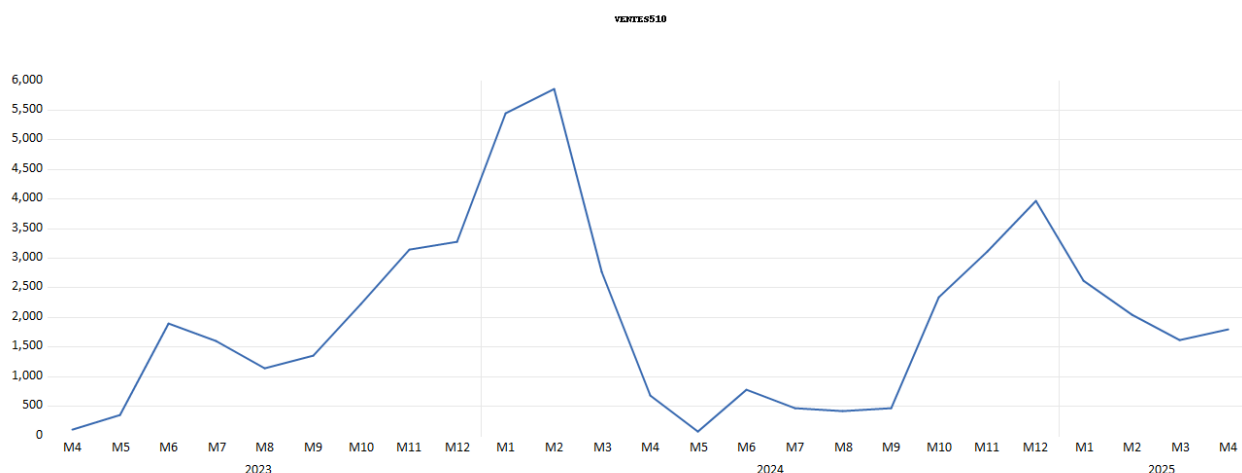


FIGURE 3.13 – Évolution des ventes510 au Fil des années 2023, 2024 et 2025

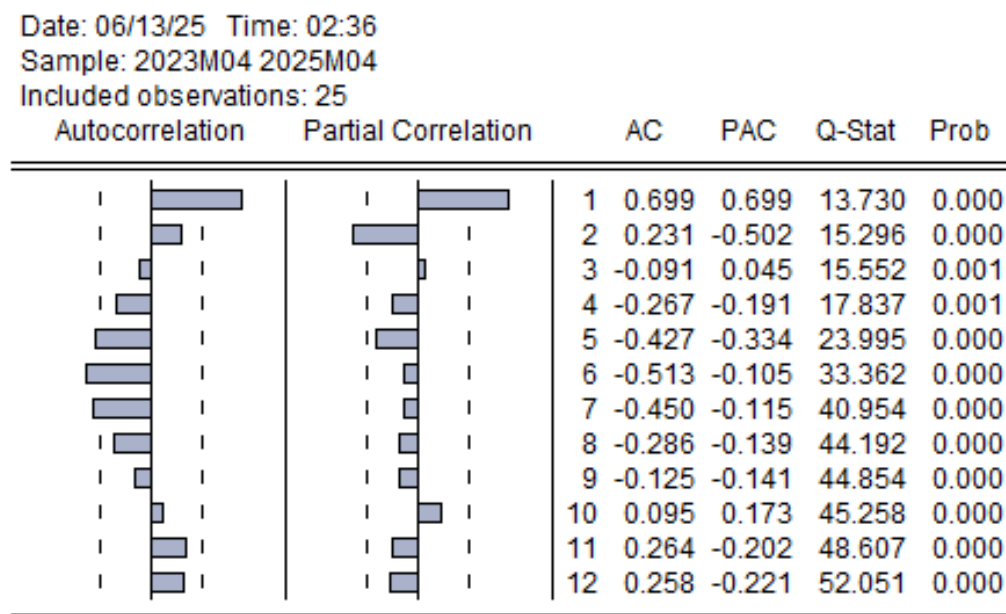


FIGURE 3.14 – Corrélogramme des ventes510

Saisonnalité et tendance :

- Le corrélogramme montre des pics significatifs jusqu'à un nombre élevé de lags, ce qui suggère la présence d'une saisonnalité marquée dans la série des ventes. Cela reflète une variation périodique des ventes, potentiellement influencée par des facteurs saisonniers ou des événements récurrents.
- Les autocorrélations simples ne décroissent pas de manière régulière vers zéro, mais présentent plutôt des oscillations marquées, traduisant une structure complexe. Cela ne permet pas d'identifier clairement une tendance linéaire sous-jacente à ce stade de l'analyse.
- La série des ventes du modèle 510 présente une saisonnalité apparente et une dynamique instable. Cependant, une analyse plus approfondie sera nécessaire pour confirmer ces éléments et déterminer la meilleure approche de modélisation.

la stationnarité de la série est visuellement incertaine mais sera confirmée ou infirmée par des tests statistiques spécifiques. Cette analyse constitue une étape préliminaire essentielle à la modélisation prévisionnelle. Elle permet de justifier l'application de méthodes adaptées à la structure des séries.

Le traitement de cette série s'organise en deux niveaux d'analyse complémentaires :

- Premier niveau : Techniques de lissage adaptées, avec l'application successive de
 - o Holt-Winters saisonnier additif
 - o Holt-Winters saisonnier multiplicatif
- Deuxième niveau : Technique de contrôle par la méthodologie Box-Jenkins (BJ)

2. Choix du modèle de prévision

- Premier niveau : Holt Winter saisonnier

o HW additif :

L'application initiale du modèle de Holt-Winters à composante additive s'est révélée inadéquate pour notre contexte d'analyse. Ce modèle, fondé sur la décomposition de la série en trois composantes distinctes (tendance, saisonnalité et niveau) sous l'hypothèse d'effets saisonniers constants, présente une limitation structurelle majeure dans le cadre de notre étude.

L'estimation réalisée sous EViews a généré une série prévisionnelle comportant des valeurs négatives incompatibles avec la nature de notre variable étudiée. Cette contradiction entre les résultats obtenus et la réalité économique nous a conduits à écarter définitivement ce modèle de notre analyse, malgré sa stabilité mathématique apparente

o HW multiplicatif :

Dans un second temps, nous avons appliqué le modèle de Holt-Winters à composante multiplicative. L'estimation a été conduite à l'aide du module « Exponential Smoothing » du logiciel EViews, et les résultats sont présentés dans le graphique ci-dessous.



FIGURE 3.15 – Graphique des ventes réelles par rapport aux Prévisionnelles avec un horizon de prévision de 12 mois avec HW multiplicatif

Date: 06/12/25 Time: 19:56		
Sample: 2023M04 2025M04		
Included observations: 25		
Method: Holt-Winters Multiplicative Seasonal		
Original Series: VENTES510		
Forecast Series: VENTESSM		
Parameters:	Alpha	0.0200
	Beta	0.1800
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		11255622
Root Mean Squared Error		670.9880
End of Period Levels:	Mean	1487.570
	Trend	-34.50332
	Seasonals:	2024M05 0.079471
		2024M06 0.518403
		2024M07 0.403493
		2024M08 0.319961
		2024M09 0.384158
		2024M10 1.134648
		2024M11 1.608042
		2024M12 1.993973
		2025M01 2.071369
		2025M02 2.044001
		2025M03 1.268529
		2025M04 0.173952

FIGURE 3.16 – Estimation des paramètres du modèle de HW multiplicatif

Métrique	ERMA	TR
Holt Winter multiplicative	41,38%	58.62%

TABLE 3.12 – Table des performances du modèles Holt-Winters multiplicatif

Le taux de réalité de la méthodes de lissage est faible. Nous passons donc à la méthodologie de contrôle BoxJenkins dans le but d'améliorer le taux de réalité.

- **Deuxième niveau :**

Dans le cadre de l'application de la méthodologie **Box-Jenkins**, la première étape consiste à tester la stationnarité de la série temporelle à l'aide du test de Dickey-Fuller augmenté (ADF). Pour effectuer des prévisions fiables, il est essentiel de s'assurer au préalable que la série est stationnaire. Si ce n'est pas le cas, il conviendra alors d'appliquer la méthode la plus appropriée pour la stationnariser.

À cette fin, nous utilisons le test ADF, en commençant par l'estimation du modèle 6, qui inclut une constante et une tendance, permettant de tester la significativité des paramètres b et c .

- **Hypothèse nulle** (H_0) : $b = 0$ — b n'est pas significativement différent de 0 (la série est non stationnaire).
- **Hypothèse alternative** (H_1) : $b \neq 0$ — b est significativement différent de 0 (la série est stationnaire).

Si la *P-value* associée à b est inférieure à 0,05, nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 et acceptons l'hypothèse alternative H_1 .

Les résultats du test sur EViews sont donnés comme suit :

Null Hypothesis: VENTES510 has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.125881	0.1240
Test critical values:	1% level		-4.416345	
	5% level		-3.622033	
	10% level		-3.248592	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(VENTES510)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/25 Time: 21:29				
Sample (adjusted): 2023M06 2025M04				
Included observations: 23 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VENTES510(-1)	-0.444576	0.142224	-3.125881	0.0056
D(VENTES510(-1))	0.511864	0.189531	2.700690	0.0142
C	1031.940	522.5345	1.974875	0.0630
@TREND("2023M04")	-6.252573	31.36916	-0.199322	0.8441
R-squared	0.412272	Mean dependent var		62.60870
Adjusted R-squared	0.319472	S.D. dependent var		1190.665
S.E. of regression	982.2284	Akaike info criterion		16.77430
Sum squared resid	18330681	Schwarz criterion		16.97177
Log likelihood	-188.9044	Hannan-Quinn criter.		16.82396
F-statistic	4.442621	Durbin-Watson stat		1.923053
Prob(F-statistic)	0.015838			

FIGURE 3.17 – Test de la racine unitaire par le modèle 6

Nous remarquons que la probabilité associée à b est de 0.8441, ce qui est supérieur à 0.05. Par conséquent, nous acceptons l'hypothèse H_0 , ce qui implique que la tendance n'est pas.

Nous passons alors au modèle 5 et relançons le test de Dickey-Fuller Augmenté (ADF) sur la constante c.

Null Hypothesis: VENTES510 has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 1 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.235079	0.0307
Test critical values:	1% level		-3.752946	
	5% level		-2.998064	
	10% level		-2.638752	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(VENTES510)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/25 Time: 21:31				
Sample (adjusted): 2023M06 2025M04				
Included observations: 23 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VENTES510(-1)	-0.447117	0.138209	-3.235079	0.0041
D(VENTES510(-1))	0.518427	0.182112	2.846749	0.0100
C	955.4932	346.2591	2.759474	0.0121
R-squared	0.411043	Mean dependent var		62.60870
Adjusted R-squared	0.352147	S.D. dependent var		1190.665
S.E. of regression	958.3583	Akaike info criterion		16.68943
Sum squared resid	18369011	Schwarz criterion		16.83754
Log likelihood	-188.9284	Hannan-Quinn criter.		16.72668
F-statistic	6.979161	Durbin-Watson stat		1.927165
Prob(F-statistic)	0.005022			

FIGURE 3.18 – Test de la racine unitaire par le modèle 5

La probabilité associée à la constante est de 0,0121, ce qui est inférieur à 0.05. Cela indique l'existence de la constante. Par conséquent, nous concluons que la série est stationnaire.

Choix du modèle ARMA

Nous devons identifier le meilleur modèle $ARMA(p, q)$ qui s'ajuste le mieux à la série initiale Ventes510. EViews fournit les 20 meilleurs modèles selon le critère de sélection d'Akaike (AIC), en minimisant ce critère.

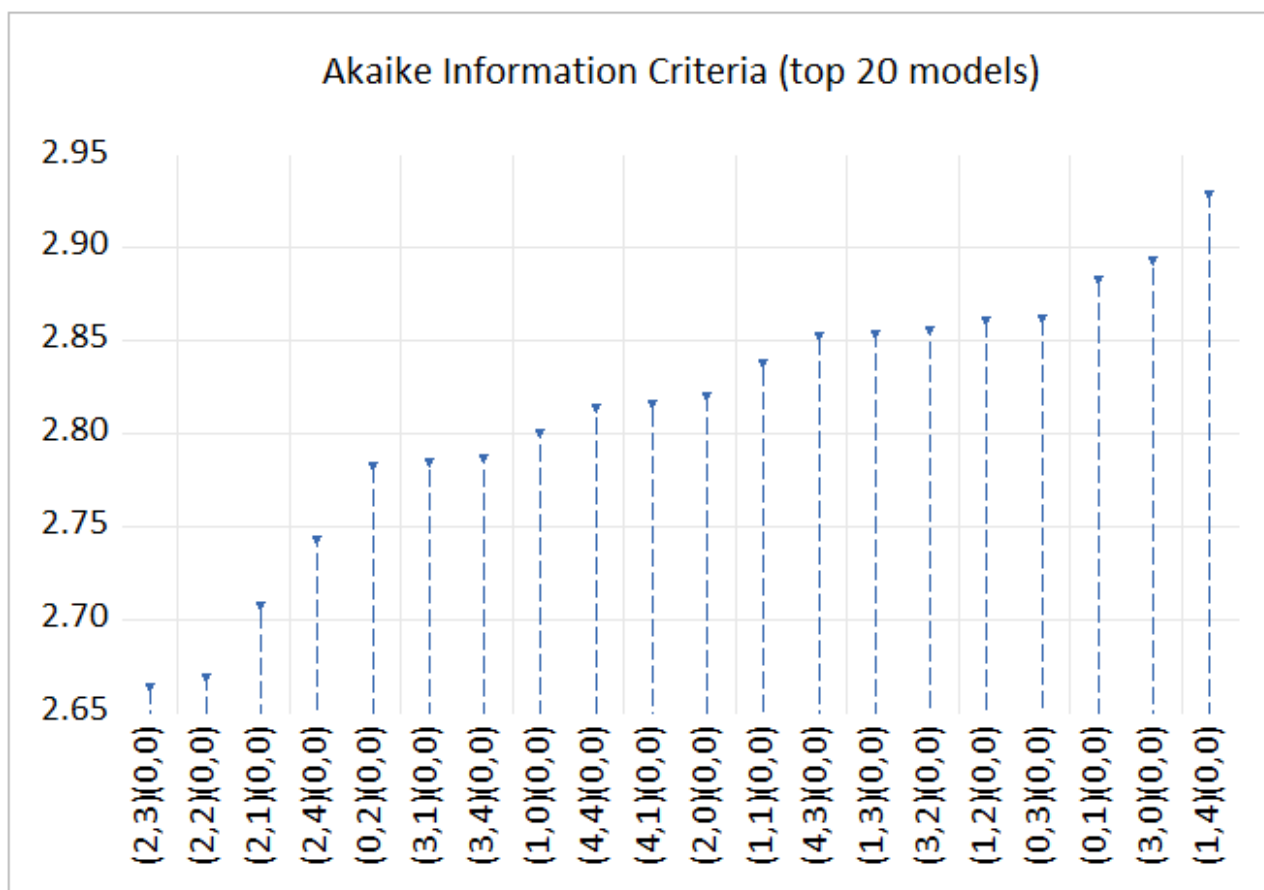


FIGURE 3.19 – Critères d'Akaike pour les 20 top modèles

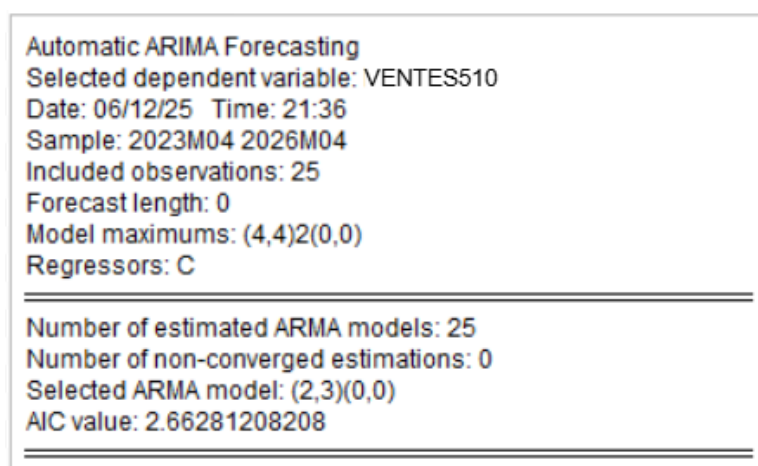


FIGURE 3.20 – Le modèle ARMA expert

Estimation des paramètres du modèle expert : Les estimations des paramètres du modèle ARMA (2,3) identifié sont présentées dans la figure suivante :

Dependent Variable: VENTES510				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 06/12/25 Time: 21:36				
Sample: 2023M04 2025M04				
Included observations: 25				
Convergence achieved after 123 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.157991	0.074525	96.04868	0.0000
AR(2)	-0.936291	0.130286	-7.186454	0.0000
MA(3)	0.341538	1574.717	0.000217	0.9998
SIGMASQ	0.352148	499.0696	0.000706	0.9994
R-squared	0.708484	Mean dependent var	7.164170	
Adjusted R-squared	0.611311	S.D. dependent var	1.121749	
S.E. of regression	0.699353	Akaike info criterion	2.662812	
Sum squared resid	8.803703	Schwarz criterion	3.004097	
Log likelihood	-26.28515	Hannan-Quinn criter.	2.757470	
F-statistic	7.291015	Durbin-Watson stat	2.026739	
Prob(F-statistic)	0.000456			
Inverted AR Roots	.87+.41i	.87-.41i		
Inverted MA Roots	.99-.15i	.99+.15i	-.34	

FIGURE 3.21 – Caractéristiques du modèle ARMA (2,3)

Validation du modèle : Cette étape passe par deux types de tests : le test sur les paramètres estimés et les tests de portemanteau (pour la normalité et le bruit blanc).

1. **Test sur les paramètres :**

- $P\text{-value}(\phi) = 0.00 < 0.05 \Rightarrow H_1$ accepté
- $P\text{-value}(\theta) = 0.9998 > 0.05 \Rightarrow H'_0$ accepté

Cela signifie que ϕ est significativement différent de zéro, confirmant son effet dans le modèle. En revanche, θ n'est pas significativement différent de zéro, ce qui indique qu'il n'a pas d'effet significatif dans le modèle.

2. **Test de normalité (Jarque Bera) :**

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

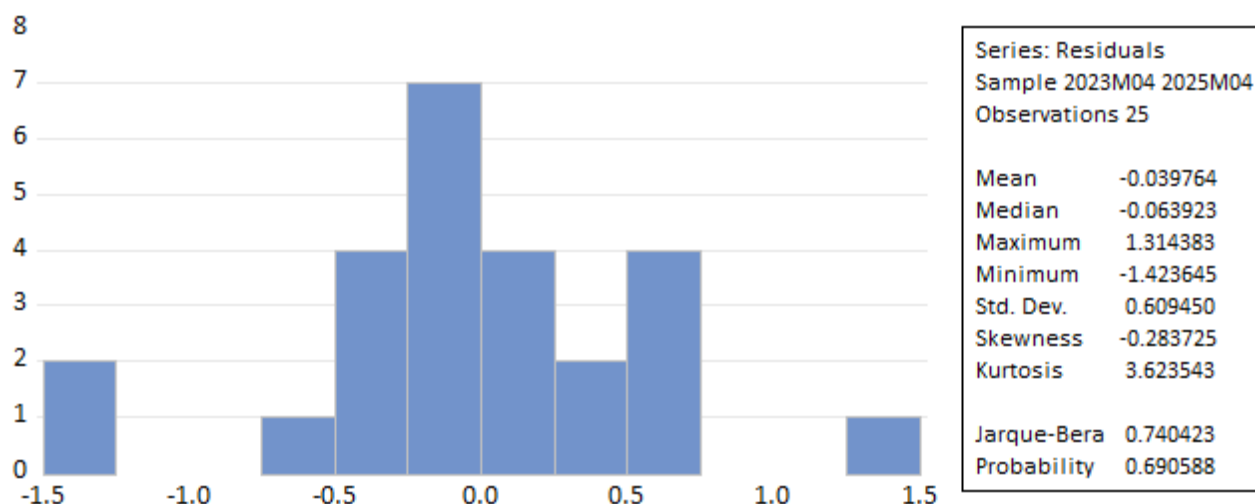


FIGURE 3.22 – Test de normalité de Jarque Bera

(Probability = 0.6906) < 0.05 : H_0 acceptée — attestant de la normalité des résidus.

3. Test sur les résidus : test de Bruit Blanc :

Hypothèses :

- H_0 : les résidus sont à bruit blanc (BB)
- H_1 : les résidus ne sont pas à bruit blanc (BB)

Date: 06/12/25 Time: 22:27

Sample (adjusted): 2023M04 2025M04

Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.127	-0.127	0.4513	
		2 -0.159	-0.178	1.1953	
		3 -0.158	-0.215	1.9634	
		4 0.200	0.121	3.2539	
		5 -0.042	-0.061	3.3145	
		6 -0.073	-0.070	3.5043	0.061
		7 -0.070	-0.057	3.6859	0.158
		8 0.152	0.076	4.5986	0.204
		9 0.064	0.079	4.7732	0.311
		10 -0.054	0.003	4.9035	0.428
		11 -0.226	-0.184	7.3665	0.288
		12 0.060	-0.033	7.5554	0.373

FIGURE 3.23 – Corrélogramme des résidus

Toutes les P-values ne sont pas > 0,05, donc H_1 est accepté et les résidus ne sont pas à BB, ce qui affectera la précision des prévisions par BJ. **Prévision :**

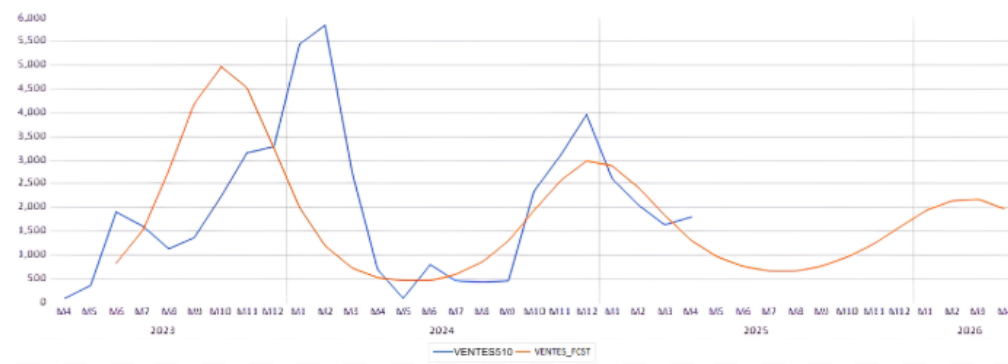


FIGURE 3.24 – Graphique des ventes réelles par rapport au Prévisionnelles avec un horizon de prévision de 12 mois avec ARMA(2,3)

Métrique	ERMA	TR
Holt Winter multiplicative	41,38%	58.62%
Modèle de Box Jenkins	59.83%	40.17%

TABLE 3.13 – Comparaison entre Holt Winter multiplicative et Modèle de Box Jenkins

Conclusion :

Bien que le modèle de Holt-Winters à composante multiplicative affiche des performances relativement meilleures que celles du modèle Box-Jenkins, aucun des deux ne répond pleinement aux exigences de précision attendues pour des prévisions fiables. Deux facteurs majeurs expliquent cette situation :

- Une base de données encore insuffisante : l'entreprise ne s'est lancée dans la commercialisation de ses véhicules qu'en 2023. De ce fait, la série VENTES510 ne couvre que deux années, ce qui limite la profondeur historique nécessaire à une modélisation robuste.
- Une forte instabilité de la série : au-delà de la période réduite, la série temporelle se caractérise par des variations très marquées d'un mois à l'autre, sans réelle régularité apparente. Cette instabilité rend difficile la capture de tendances ou de schémas saisonniers fiables. En comparaison, une série courte mais relativement stable aurait pu permettre une modélisation plus efficace, même sur un horizon limité.

Bien que le modèle Holt-Winters affiche des résultats relatifs plus favorables, il n'a pas été retenu, compte tenu de la fragilité des conditions statistiques d'application. Cette posture traduit une volonté de rigueur dans le choix des outils prévisionnels.

L'enrichissement de la série temporelle dans les cycles à venir offrira un cadre plus favorable à la mobilisation de modèles de prévision.

ETAPE 4 : Le suivi de la performance S&OP et la Prise de décision

La performance d'un processus S&OP ne peut être maîtrisée que si elle est mesurée de façon fiable. En l'absence d'outils de suivi adaptés, le pilotage devient approximatif et l'amélioration continue, difficilement atteignable. L'intégration d'un dashboard répond ainsi à un besoin de structuration, de visibilité et d'aide à la décision.

1. Proposition d'une liste de KPIs

Les indicateurs clés de performance (KPIs) constituent un levier essentiel pour évaluer l'efficacité du processus S&OP et orienter les décisions. Leur utilité dépasse la simple mesure : ils permettent d'objectiver les résultats, de détecter précocement les écarts et de nourrir une dynamique d'apprentissage organisationnel.

Les KPIs S&OP en pratique

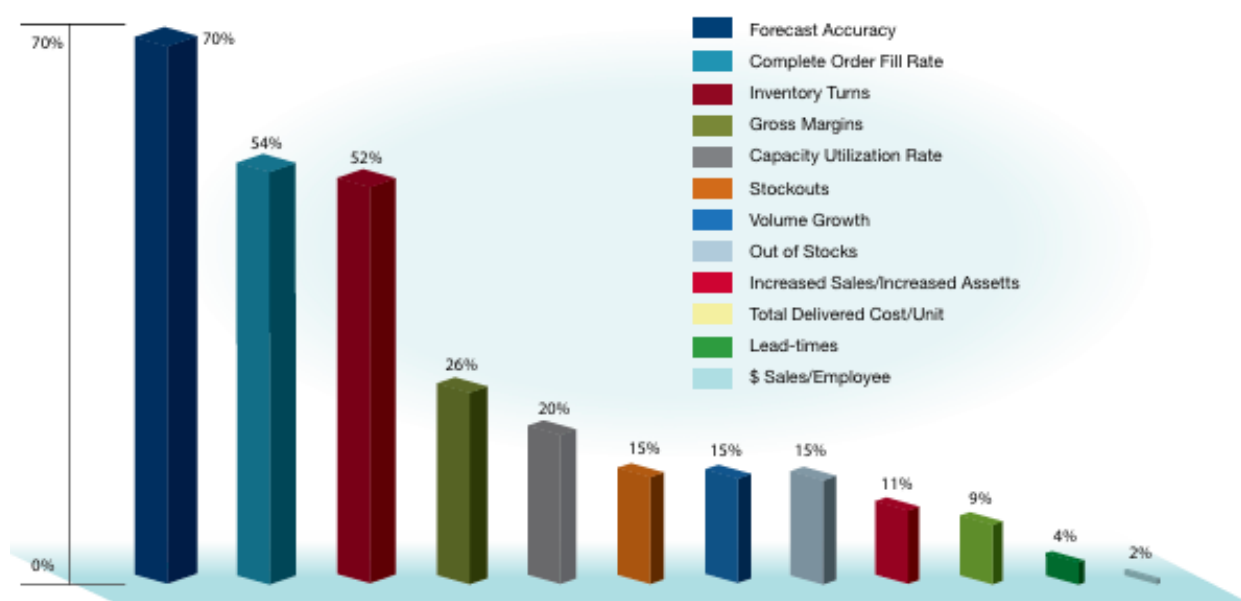


FIGURE 3.25 – Principaux indicateurs utilisés pour mesurer le succès du processus S&OP

Source : *Logility, Inc., 2009.*

La figure révèle que la précision des prévisions (Forecast Accuracy) est l'indicateur le plus répandu, utilisé par 70% des entreprises. Le taux de service client (Taux de satisfaction des commandes) et la rotation des stocks (Inventory Turns) constituent également des métriques fréquemment adoptées, avec respectivement 54% et 52% d'utilisation.

D'autres KPIs sont également présents dans les pratiques : les marges brutes (26%), le taux d'utilisation des capacités (20%), les ruptures de stock (15%), la croissance du volume (15%), ainsi que diverses autres métriques opérationnelles et financières avec des taux d'adoption plus faibles.

Cette diversité révèle l'absence de consensus sur un référentiel unique, chaque organisation adaptant ses KPIs à ses priorités stratégiques.

2. Sélection des KPIs

Nous avons choisi de retenir en priorité les deux premiers KPIs issus du graphe présenté précédemment, car ils répondent directement aux exigences de l'entreprise dans le contexte de notre problématique :

- le Complete Order Fill Rate sous le nom Taux Respect Global
- le Forecast Accuracy.

D'autres indicateurs complémentaires, détaillés dans le tableau ci-après, viennent enrichir cette approche afin de proposer un suivi plus complet de la performance du processus.

KPI	Objectif	Seuil	Responsable de la donnée	Formule de calcul
Écart Global	Mesurer l'écart entre les commandes et la production réalisée	Écart tendant vers zéro	Demand Planner	$Ecart\ Global = \sum_i^n C_i - \sum_i^n P_i$ où : - C_i est le volume commandé pour le modèle i - P_i est le volume produit pour le modèle i - n est le nombre de modèles
Taux de Respect Global (TR Global)	Évaluer la performance de production par rapport à la demande	$\geq 90\%$	Demand Planner	$TR\ Global\ (\%) = \left(\frac{\sum_i^n P_i}{\sum_i^n C_i} \right) \times 100$
Taux de Respect à Temps (TR à Temps)	Évaluer le respect des délais de production	$\geq 90\%$	Demand Planner	$TR\ à\ Temps\ (\%) = \frac{\sum_i^n P_i\ (dans\ les\ délais\ M+2)}{\sum_i^n C_i}$
Modification Rate (MR)	Évaluer le respect des prévisions et la fiabilité du processus de passation de commandes au régional.	$\leq 10\%$	Demand Planner	$MR\ (\%) = \left(\frac{\sum_i^n Demande_{insérée_i} - Prévision_{initiale_i} }{\sum_i^n Prévision_{initiale_i}} \right) \times 100$ $MR_{modèle}\ (\%) = \left(\frac{\sum_i^n Demande_{insérée_{t_{mod}}} - Prévision_{initiale_{t_{mod}}} }{\sum_i^n Prévision_{initiale_{t_{mod}}}} \right) \times 100$
Précision des prévisions de ventes (FA)	Analyser la déviation des prévisions et définir la performance du processus de gestion de la demande	$> 85\%$	Responsable Commercial	$FA(\%) = \sum_i \left \frac{V_{pi} - V_{ri}}{V_{ri}} \right \times 100$ où : - V_{pi} est la prévision pour le produit i - V_{ri} la vente réelle
Due Delivery Time (Rate)	Mesurer la fiabilité du transport en évaluant la capacité des flux physiques à respecter les délais attendus	95 %	Responsable logistique	$Due\ Delivery\ Time\ Rate\ (\%) = \left(\frac{Nombre\ de\ shipments\ on\ time}{Nombre\ total\ de\ shipments\ YTD} \right) \times 100$
Taux d'Atteinte YTD vs Budget	Suivre l'alignement entre la performance réelle et les prévisions de référence	$>100\%$ = surperformance $95-100\%$ = aligné $<95\%$ = retard potentiel à ajuster	Finance / commerce	$Taux\ d'Atteinte\ YTD\ (\%) = \left(\frac{Réalisé\ YTD}{Budget\ cumulatif\ version\ active} \right) \times 100$

FIGURE 3.26 – KPIs

3. Elaboration d'un dashboard :

Dans le contexte de la mise en place du processus S&OP, le développement d'un système de pilotage performant constitue un enjeu stratégique majeur. Le dashboard de suivi des performances répond à cette problématique en offrant à la demand planning une vision consolidée et structurée des écarts entre les demandes exprimées et les réalisations effectives au niveau régional.

Il vise à :

- Assurer le pilotage opérationnel des écarts entre la demande et les productions réalisées
- Faciliter l'analyse stratégique des performances par dimension (modèles, versions..)
- Optimiser la prise de décision par la mise à disposition d'indicateurs clés de performance en temps réel et renforcer la réactivité face aux déviations.

Présentation du Dashboard

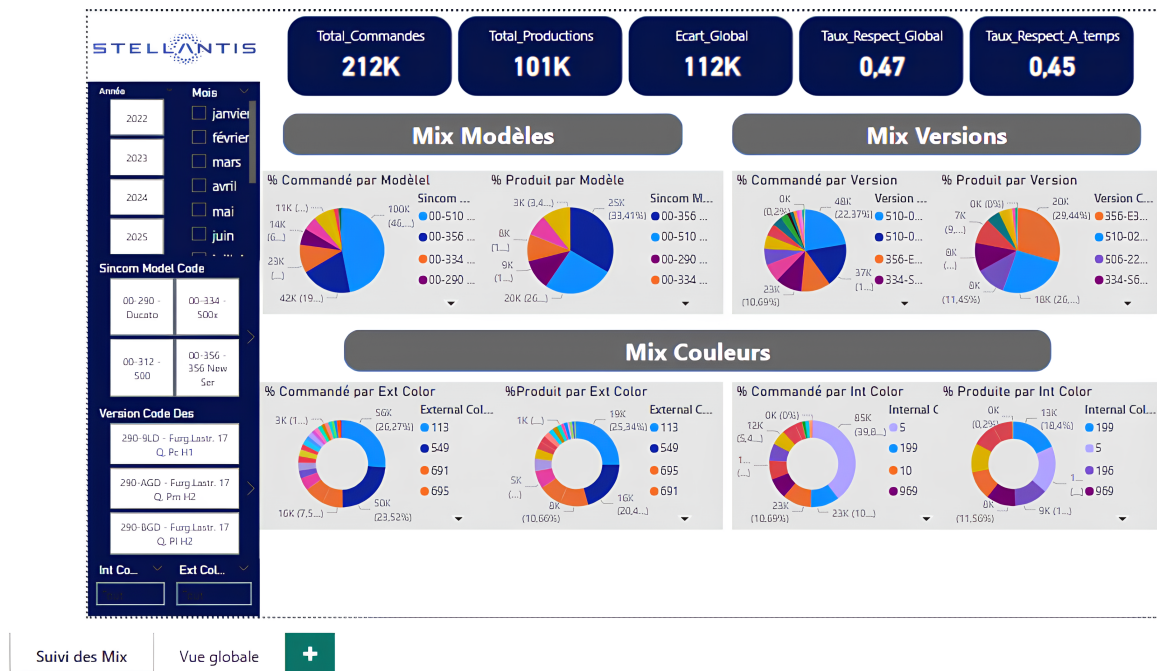


FIGURE 3.27 – Dashboard-Feuille 1



FIGURE 3.28 – Dashboard-Feuille 2

Architecture Fonctionnelle du Dashboard

1. Environnement Technologique

Le dashboard a été développé sur la plateforme Microsoft Power BI, solution retenue pour ses capacités d'intégration de données hétérogènes et ses fonctionnalités de visualisation interactive. Cette architecture technologique permet une mise à jour dynamique des données et une accessibilité multi-utilisateurs.

2. Structure Modulaire

Le tableau de bord s'articule autour de trois modules complémentaires, chacun répondant à des besoins analytiques spécifiques :

Module 1 : Suivi des Mix

Ce premier module constitue le cœur opérationnel du dashboard. Il permet l'analyse détaillée de la répartition des commandes et productions selon trois axes dimensionnels :

- **Dimensions d'Analyse :**

- Mix Modèles : segmentation par référence produit

- Mix Versions : déclinaison par variante technique

- Mix Couleurs : répartition par teintes intérieures et extérieures

- **Fonctionnalités de Filtrage :**

- Le module intègre un système de filtres dynamiques permettant une analyse ciblée selon plusieurs critères :

- Temporalité (années et mois)

- Codification Modèle

- Spécifications techniques (Version)

- Caractéristiques esthétiques (couleurs intérieures et extérieures)

- En sélectionnant un modèle via les filtres, l'utilisateur peut visualiser spécifiquement le niveau de respect des versions associées à ce modèle, ainsi que la concordance entre les couleurs commandées et celles effectivement produites (interne et externe). Cette fonctionnalité permet un diagnostic ciblé et opérationnel par référence.

L'exemple ci-dessous illustre cette fonctionnalité appliquée à un modèle donné, mettant en évidence les écarts ou alignements constatés sur les versions et les couleurs.

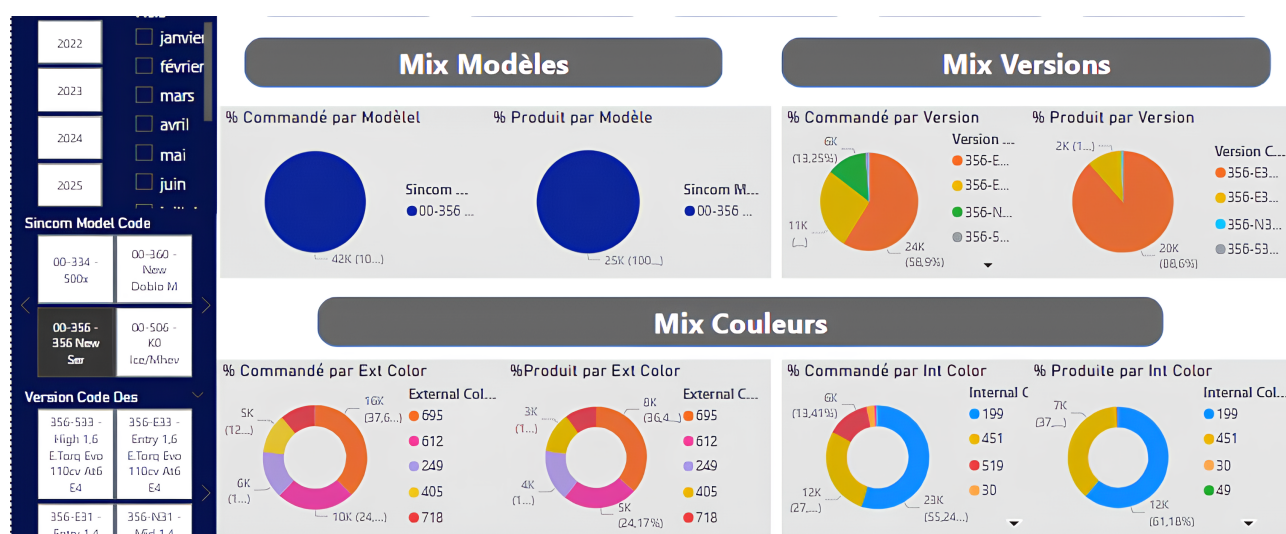


FIGURE 3.29 – Application du filtre sur Feuille 1

- Modalités de Visualisation :

Les mix sont représentés par des diagrammes circulaires à double couche, technique de visualisation permettant la comparaison directe entre la structure des commandes (cercle à gauche) et celle des productions effectives (cercle à droite). Cette approche graphique facilite l'identification immédiate des déséquilibres entre demande exprimée et offre réalisée.

Module 2 : Vue Globale et Analyse Tendancielle

Le second module adopte une approche analytique élargie, privilégiant l'analyse des tendances et des performances globales.

- Suivi Temporel des Performances :

Un graphique linéaire présente l'évolution du taux de respect global sur une période glissante, permettant l'identification des cycles de performance et des points d'inflexion dans la qualité du service.

- Visualisations complémentaires enrichissent cette analyse :

- Un graphique en aires proportionnelles (treemap) représentant les écarts de production par modèle, en mettant en évidence les références pour lesquelles l'écart entre commandes et productions est le plus significatif. Plus la surface est grande, plus l'écart est important.
- Un graphique en barres horizontales affichant le taux de respect à temps par modèle, permettant de visualiser rapidement les véhicules les mieux (ou les moins bien) servis en termes de ponctualité de production par rapport aux attentes initiales.

3.4 Conclusion

Ce chapitre a présenté les principales solutions mises en œuvre pour renforcer le processus S&OP, à travers l'automatisation du suivi des écarts et l'amélioration de la performance du processus s&op actuel.

Dans la continuité de cette démarche, le chapitre suivant propose une optimisation ciblée de la phase du Pré-S&OP (Réconciliation), à travers un système de substitutions produits.

Cette solution vient enrichir le processus, en facilitant les arbitrages lorsque certaines configurations s'avèrent indisponibles.

Chapitre 4

Proposition d'un système de substitution produit

4.1 Introduction

La phase de Pré-S&OP (Réconciliation) constitue un moment clé du processus S&OP, durant lequel les équipes locales comparent la demande à la supply (contraintes industrielles communiquées par la région). Elle implique l'étude de différents arbitrages, dont ceux relatifs à l'indisponibilité de configurations produits (modèle, version, couleur).

Pour en améliorer l'efficacité, une solution complémentaire a été développée : un système de substitution, proposant automatiquement des alternatives produit. Ce dispositif accompagne l'analyse, réduit les délais de réaction et renforce la cohérence des décisions.

Dans ce présent chapitre, nous présenterons le fonctionnement de la solution, sa logique de construction ainsi que son intégration au tableau de bord de pilotage développé précédemment.

La revue de la littérature de cette partie se trouve en **Annexe 4**

4.2 Contexte opérationnel

La phase de Réconciliation (pré-S&OP) constitue un moment stratégique où les équipes locales construisent des scénarios (base, contrainte, optimiste) pour équilibrer la demande exprimée avec les contraintes supply communiquées par la région centrale. Cette étape est particulièrement critique dans le contexte d'une filiale locale qui, ne disposant pas d'usines propres, doit composer avec les informations de pénuries et d'arrêts de production transmises par la région.

Face à ces contraintes, les équipes locales identifient actuellement des alternatives viables de manière manuelle lorsqu'une configuration initiale est indisponible. L'introduction d'un outil d'aide à la décision pourrait venir en appui de ce processus, en facilitant les arbitrages dans un contexte parfois complexe et contraint.

C'est dans cette optique que nous avons développé une solution de substitutions produit basée sur des règles métier. Cette innovation vient enrichir la phase de Réconciliation en introduisant une nouvelle capacité analytique : celle de simuler automatiquement des alternatives viables (modèle, version, couleur) selon un raisonnement hiérarchisé.

Le schéma ci-dessous illustre de manière structurée la manière dont la solution de recommandation s'intègre dans la phase de Réconciliation.

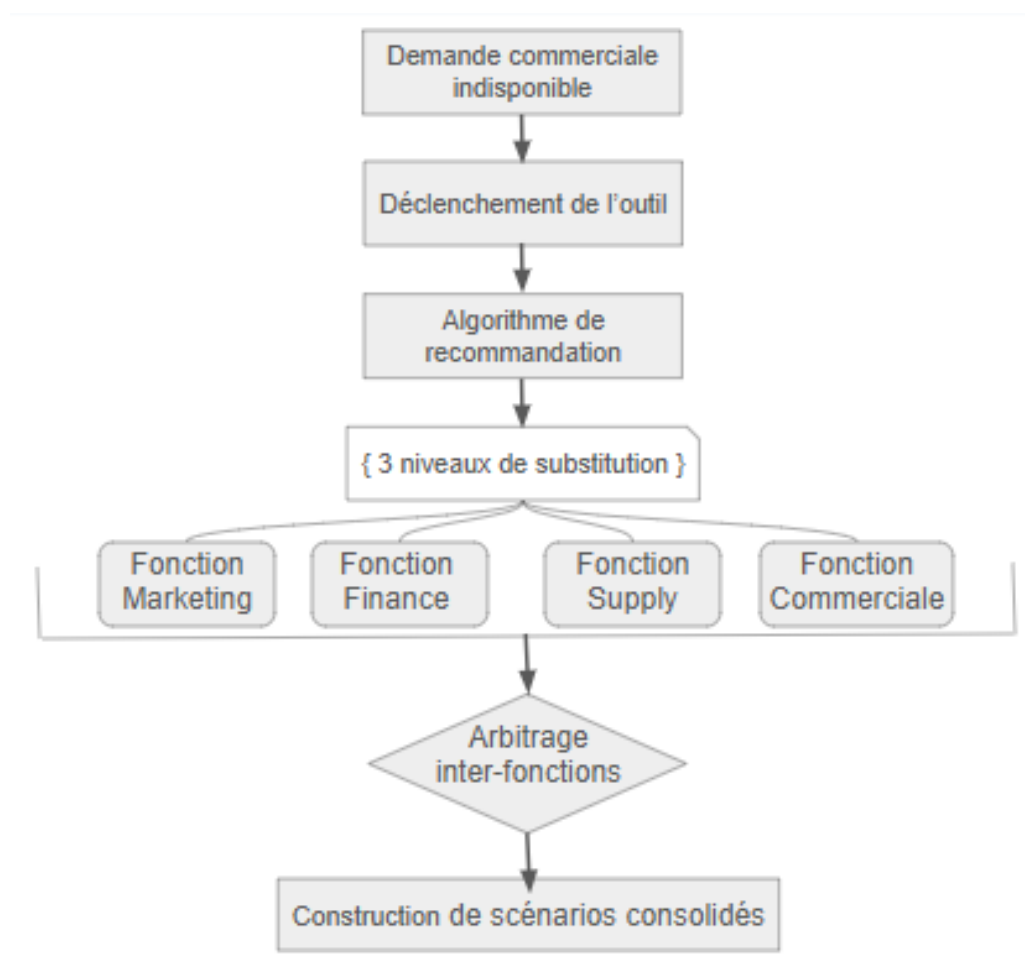


FIGURE 4.1 – Intégration de la solution dans la phase pré-S&OP

4.3 Objectif de la solution

L'objectif principal est d'outiller la filiale avec une capacité d'anticipation structurée face aux risques d'indisponibilité produit. La solution permet de :

- Générer automatiquement des propositions de substitution techniquement et commercialement acceptables.
- Réduire la subjectivité dans le choix des alternatives.
- Accélérer la construction des scénarios présentés en comité exécutif.

Au-delà de l'automatisation, cette solution apporte une réponse concrète à une problématique récurrente dans les filiales du secteur automobile : comment formuler rapidement des commandes substituables, réalistes et acceptables, lorsque certaines configurations ne sont pas disponibles, sans perturber la structure du plan produit ni retarder la prise de décision. Par sa simplicité d'intégration dans les outils existants et son alignement avec la logique S&OP, elle contribue à renforcer la maturité du processus de planification de la filiale.

4.4 Description de la solution

4.4.1 Constitution et structuration de la base de données

La démarche débute par l'exploitation d'un jeu de données réel constitué des configurations de véhicules commandées précédemment par la filiale. Chaque ligne représente une configuration unique combinant un modèle, une version et une couleur externe, enrichie par des attributs complémentaires tels que la typologie attribuée à chaque version, la famille de couleur, ou encore le groupe fonctionnel du modèle.

À partir de ces données, nous avons mené un travail de structuration et de regroupement selon trois dimensions clés :

- Modèle : regroupés selon leur proximité fonctionnelle (ex. : Groupe A : Ducato, Scudo ; Groupe B : 500, Tipo...).
- Version : catégorisées à l'aide du groupe typologique attribué (ex. : utilitaire compact H1, SUV essence compact BVA...).
- Couleur : classées selon leur famille visuelle (ex. : gris clair, noir, bleu), chaque famille correspondant à un ensemble de codes spécifiques.

Ces regroupements nous permettent de construire une base lisible et exploitable pour la mise en œuvre de la logique de substitution automatisée.

modele	groupe_fonctionnel	version	typologie	couleur_ext	famille_couleur_ext
00-290 - Ducato	Utilitaires grands	9LD	Utilitaire compact H1	549	Beige
00-290 - Ducato	Utilitaires grands	AGD	Utilitaire moyen L2/H2	113	Gris clair
00-290 - Ducato	Utilitaires grands	AGD	Utilitaire moyen L2/H2	549	Beige
00-290 - Ducato	Utilitaires grands	AGD	Utilitaire moyen L2/H2	691	Gris foncé
00-290 - Ducato	Utilitaires grands	BGD	Utilitaire grand format	549	Beige
00-312 - 500	Petites citadines	0QH	Citadine hybride essence	111	Rouge
00-312 - 500	Petites citadines	0QH	Citadine hybride essence	268	Blanc

FIGURE 4.2 – Aperçu de la base de données utilisée

4.4.2 Logique de fonctionnement de la substitution

La logique de la solution repose sur un raisonnement hiérarchisé en trois niveaux d'alternatives. Dès que les équipes reçoivent une information de non-disponibilité concernant une configuration précise (modèle, version, couleur), elles saisissent manuellement cette configuration dans l'outil. En réponse, la solution génère immédiatement et simultanément trois types d'alternatives structurées, correspondant aux plans B1, B2 et B3.

L'utilisateur peut ensuite analyser ces options en fonction de la nature du problème rencontré (rupture sur la couleur, la version ou le modèle).

Contrairement à une approche séquentielle qui s'arrêterait dès qu'une alternative est identifiée, notre système restitue en parallèle l'ensemble des possibilités, selon trois axes de substitution bien définis. Cette logique permet d'offrir une vue complète et hiérarchisée des solutions disponibles, afin d'éclairer et d'accélérer la prise de décision.

La figure suivante illustre cette logique hiérarchique à trois niveaux, en représentant le déroulement du processus de substitution depuis la configuration initiale jusqu'aux différentes alternatives générées par l'outil.

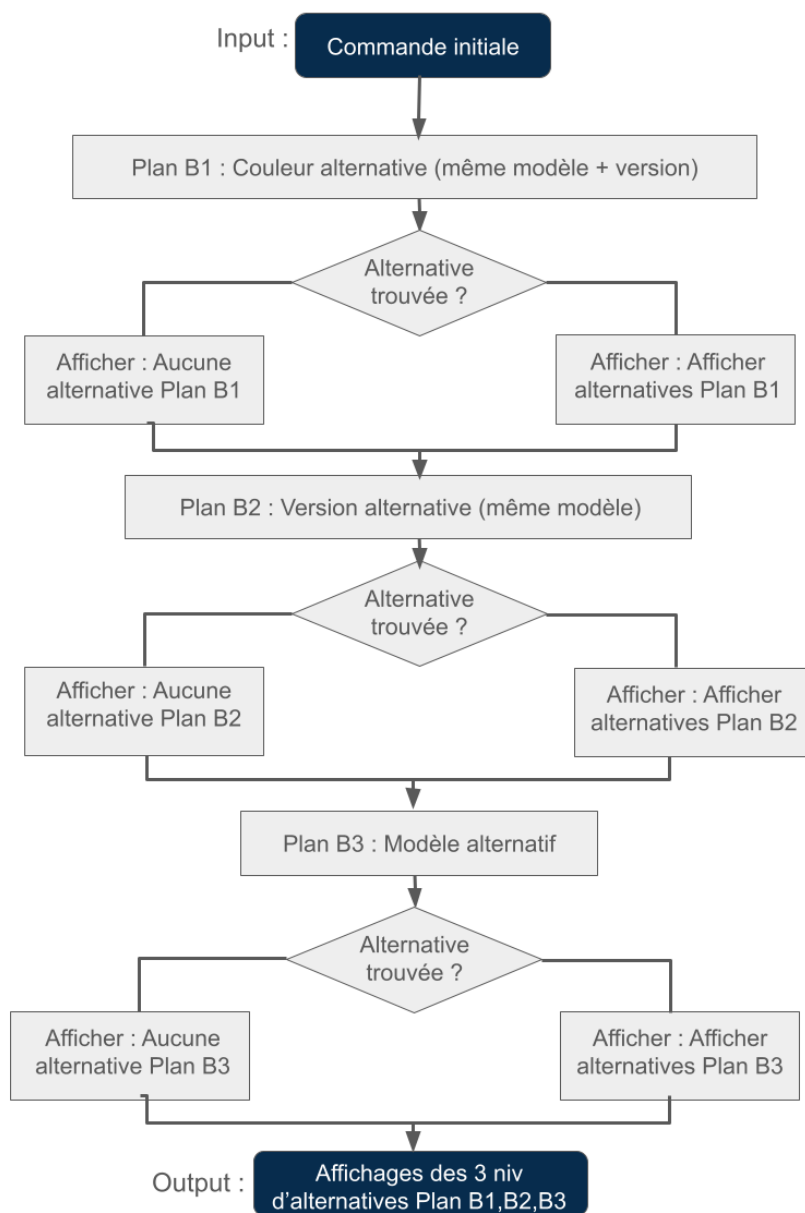


FIGURE 4.3 – Diagramme du fonctionnement de la substitution

Plan B1 : Couleur alternative - même modèle et même version

visé à identifier des alternatives couleur lorsque la configuration demandée n'est pas disponible. Il s'agit de la forme de substitution la plus proche, car elle conserve à la fois le modèle et la version d'origine, en proposant uniquement une variation sur la teinte extérieure. Cette approche permet de répondre rapidement aux besoins tout en respectant la cohérence du plan produit et les préférences esthétiques du client.

Méthode de fonctionnement

Le fonctionnement du Plan B1 repose sur une logique en trois étapes :

- **Étape 1** : Identification de la couleur de référence.
 - o Le programme recherche la ligne de référence dans la base de données correspondant au modèle, à la version, et à la couleur exacte demandée.
 - o Il en extrait ensuite l'attribut `famille_couleur_ext`, qui regroupe les couleurs visuellement similaires (ex. : noir brillant, noir mat appartiennent à la famille NOIR).
- **Étape 2** : Recherche des alternatives dans la même famille.

Une fois la famille déterminée, l'outil parcourt l'ensemble des configurations disponibles pour trouver celles qui correspondent au même modèle et à la même version, mais avec une autre couleur appartenant à cette même famille visuelle.

- **Étape 3** : Sélection des résultats uniques et exploitables.

Pour éviter les doublons et garantir la clarté des résultats, seules les configurations distinctes sont conservées dans la réponse affichée. L'objectif est de proposer une ou plusieurs substitutions immédiates, simples à interpréter et exploitables par les équipes opérationnelles.

Plan B2 : Version alternative - même modèle

visé à recommander des configurations alternatives lorsqu'une commande initiale (modèle, version, couleur) ne peut être honorée, et ce au sein du même modèle, en s'autorisant un changement de version. Cette logique permet d'explorer des substitutions plus structurelles tout en restant dans les limites du plan produit initial, en conservant le modèle et le positionnement commercial..

Méthode de fonctionnement

Le cœur du Plan B2 repose sur une approche hybride, combinant :

- une méthode de classement inspirée de l'algorithme K-NN (k-nearest neighbors) pour détecter les versions techniquement proches.
- une classification métier issue des typologies fonctionnelles des versions

Cela dépend de si le modèle appartient à la famille utilitaires comme l'explique le schéma ci-dessous.

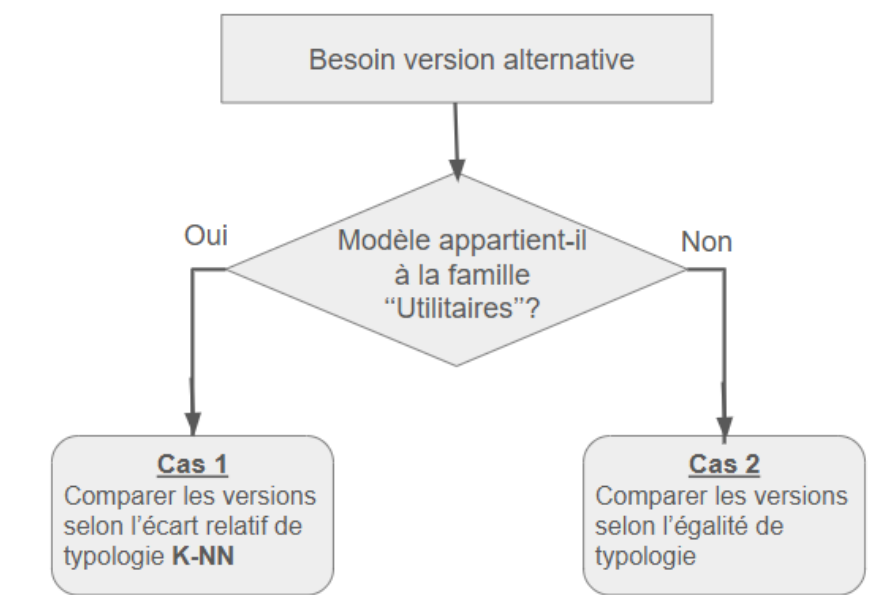


FIGURE 4.4 – Diagramme du fonctionnement du Plan B2

Cas 1 :

Pour les véhicules utilitaires, le principe de calcul de proximité de l'algorithme K-Nearest Neighbors (K-NN) a été spécifiquement appliqué. En effet, contrairement aux autres typologies de versions des modèles non utilitaires, les différentes versions d'un modèle utilitaire présentent une gradualité fonctionnelle.

Une échelle de typologie hiérarchique est définie par les experts métiers à savoir le responsable marketing

- Utilitaire compact = score 1
- Utilitaire moyen = score 2
- Utilitaire grand format = score 3

.

Chaque version du modèle est donc associée à un score. L'algorithme compare alors la version d'origine à toutes les autres versions du même modèle, en calculant l'écart absolu de score.

Pour mieux comprendre la mécanique du raisonnement appliqué au cas des utilitaires, les deux illustrations suivantes présentent d'une part l'enchaînement des étapes de traitement, et d'autre part une visualisation de la logique de calcul des écarts typologiques à partir d'un exemple concret.

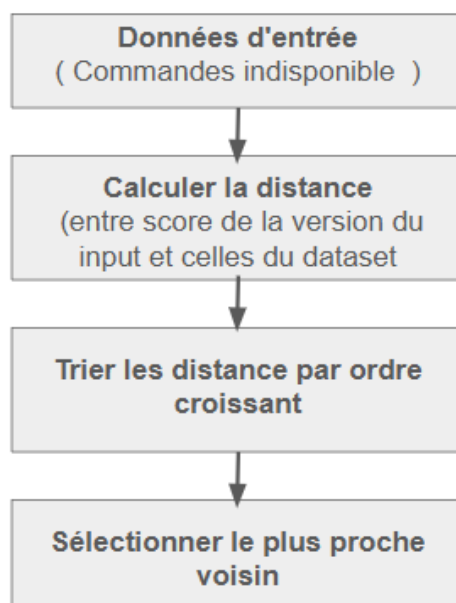


FIGURE 4.5 – Diagramme du fonctionnement du Plan B2-Cas 1

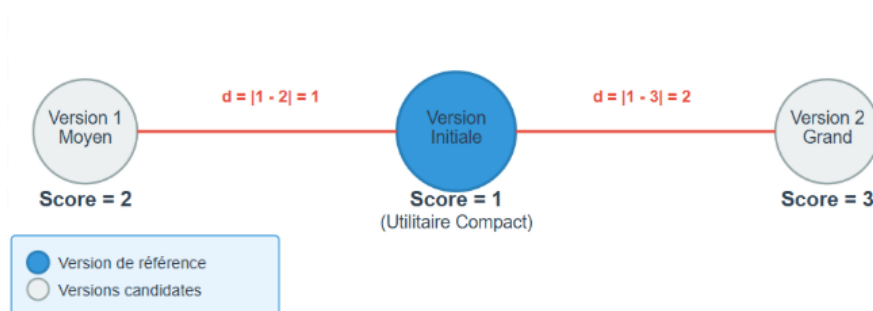


FIGURE 4.6 – Illustration du calcul de distance typologique appliqué à une version utilitaire

Ici l'alternative retenue est la version utilitaire moyen avec la plus petite distance.

Cas 2 :

Pour les segments non hiérarchisés (citadines, SUV, etc.), il n'existe pas d'échelle de score définie. La recherche repose donc sur une reconnaissance stricte comme expliqué dans le Plan B1 : seules les versions partageant exactement la même typologie que celle de la version d'origine et ce dans le même modèle sont retenues. Cette méthode assure une homogénéité d'usage et de positionnement produit, notamment en contexte client.

Plan B3 : Modèle alternatif - même groupe fonctionnel

Le Plan B3 constitue le niveau de substitution le plus éloigné de la configuration initiale, à prendre en considération lorsque ni la couleur (Plan B1), ni la version (Plan B2) ne permettent de répondre à la demande. Il vise à identifier des modèles de repli appartenant au même groupe fonctionnel que le modèle initialement commandé. Ce groupe regroupe des véhicules jugés substituables en termes d'usage ou de segment de marché, tout en restant cohérents avec l'offre commerciale locale.

- **Étape 1 :** Identification du groupe fonctionnel du modèle initial.
 - Le programme recherche la ligne de référence dans la base de données correspondant au modèle, à la version, et à la couleur exacte demandée.
 - Il en extrait ensuite l'attribut `groupe_fonctionnel`, qui regroupe l'ensemble des véhicules partageant une logique d'usage ou de positionnement produit (par exemple : Petites citadines, Pick-up, utilitaires).
- **Étape 2 :** Recherche des autres modèles du même groupe fonctionnel.

L'algorithme explore ensuite toutes les configurations et conserve uniquement celles dont le modèle est associé exactement au même groupe fonctionnel.
- **Étape 3 :** Consolidation des résultats en une liste synthétique de modèles.

l'outil élimine les doublons et regroupe les propositions par modèle. Pour chaque modèle alternatif identifié, une seule occurrence représentative est conservée dans la restitution finale.

4.5 Intégration de la solution dans Power BI

Afin de faciliter l'exploitation opérationnelle de la solution de substitution développée en Python, nous avons procédé à une intégration complète dans Power BI, outil déjà proposé dans le cadre de notre solution.

Cette intégration vise à offrir une interface utilisateur simple, réactive et directement connectée à la base des configurations historiques, sans recourir à des scripts techniques externes.

4.5.1 Étapes de mise en œuvre

Constitution de la base source

La première étape a consisté à importer dans Power BI la table de référence contenant l'ensemble des configurations passées : modèle, version, couleur, famille couleur, typologie, score typologique et groupe fonctionnel. Cette table est stockée sous le nom Configurations.

Création d'une zone de saisie utilisateur

Une table manuelle nommée Saisie a été créée à l'aide de la fonction "Entrer des données". Elle comporte trois champs représentant la configuration souhaitée par l'utilisateur :

- `modèle_saisi`
- `version_saisie`
- `couleur_saisie`

Cette ligne sert de point d'entrée pour générer dynamiquement les propositions alternatives.

Développement des logiques de substitution en DAX

Trois tables calculées ont été créées en DAX pour restituer, en temps réel, les alternatives possibles selon le raisonnement hiérarchisé présenté dans la partie algorithmique :

- Plan B1 : recherche de couleurs alternatives au sein d'un même modèle et d'une même version, en se basant sur la `famille_couleur_ext` ;

- Plan B2 : recherche de versions substituables dans le même modèle, avec une logique différenciée selon la présence ou non d'une typologie hiérarchique (utilitaires vs SUV/citadines) ;
- Plan B3 : identification de modèles alternatifs appartenant au même `groupe_fonctionnel`, restitués de manière synthétique avec une configuration représentative.

Ces tables sont directement reliées à la saisie utilisateur via les fonctions `SELECTEDVALUE()`.

Mise en forme du rapport Power BI

L'ensemble des résultats est affiché sur une page dédiée du rapport, selon une structure lisible et exploitable :

- Un rappel de la configuration saisie via des cartes dynamiques ;
- Trois tableaux distincts affichant les résultats pour les Plans B1, B2 et B3 ;

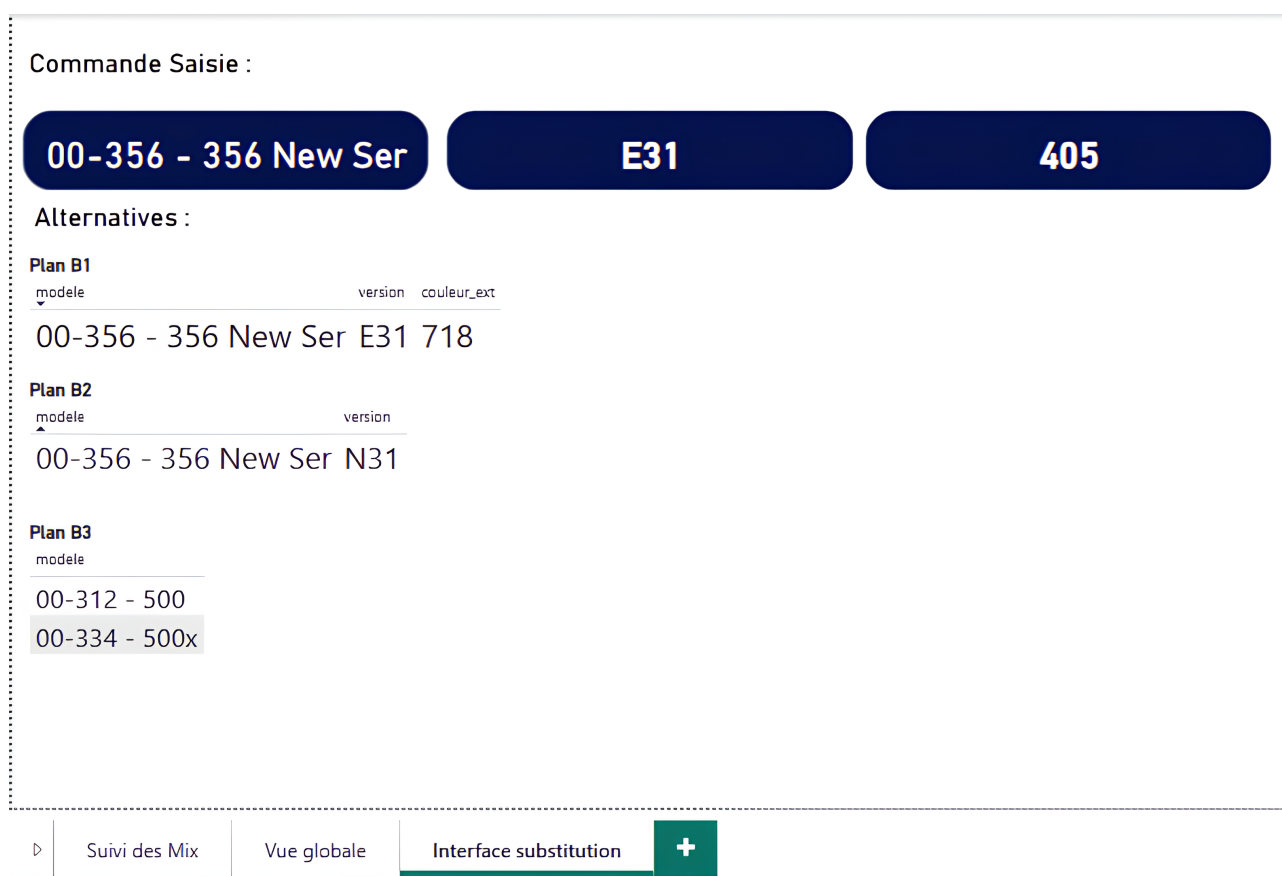


FIGURE 4.7 – Dashboard-Feuille 3

4.6 Conclusion

La solution de substitution produit développée dans ce chapitre vient enrichir la phase de Réconciliation du processus S&OP, sans en modifier les fondements. En proposant automatiquement des alternatives viables en cas d'indisponibilité produit, elle permet de faciliter l'analyse, de renforcer la cohérence des arbitrages et de soutenir les équipes locales dans leurs prises de décision.

Elle s'inscrit ainsi comme un levier d'optimisation ciblée, au service d'un pilotage plus fluide et plus réactif.

Cependant, pour pleinement exploiter son potentiel à l'avenir, il sera nécessaire d'enrichir la base de données, qui à ce jour ne contient que les configurations déjà passées en commande. Une extension du périmètre à l'ensemble des configurations théoriquement disponibles permettrait d'anticiper les ruptures plus efficacement et de générer des plans de repli plus exhaustifs et pertinents.

Conclusion générale

Le secteur automobile algérien est entré, depuis 2024, dans une nouvelle phase de transition. Après plusieurs années dominées par les importations, le pays s'oriente désormais vers une relance industrielle durable, marquée par l'installation d'usines de montage local, la structuration progressive de la filière et une volonté forte des autorités de renforcer le tissu productif national. Ce redémarrage s'opère dans un contexte de forte demande intérieure, avec des volumes en hausse constante, mais aussi des défis multiples : montée en cadence des unités de production, dépendance partielle aux composants importés, instabilité réglementaire, ou encore adaptation des organisations locales à un modèle industriel naissant.

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans un contexte légèrement antérieur, couvrant la période où les véhicules étaient encore importés en mode CBU (Completely Built-Up), c'est-à-dire entièrement montés à l'étranger, avant l'arrêt de ce régime en mai 2024. À cette époque, les filiales locales telles que Stellantis El Djazair devaient gérer une complexité particulière : la demande était exprimée au niveau du pays, mais les allocations étaient définies par la région, et la production se faisait dans des usines tierces, souvent avec peu de visibilité. Cette configuration rendait l'alignement entre ces trois pôles — demande, allocation et exécution — particulièrement difficile à atteindre.

C'est dans ce cadre précis que s'inscrit le présent mémoire, dont l'objectif a été de renforcer cet alignement au sein de la filiale, dans un environnement où les marges de manœuvre sont limitées et les enjeux de synchronisation déterminants. Le diagnostic mené a mis en évidence plusieurs dysfonctionnements majeurs : une visibilité insuffisante sur les écarts entre commandes insérées et production réelle, une gouvernance du processus non formalisée, une forte charge manuelle dans le traitement des données, et une coordination interfonctionnelle perfectible.

Pour répondre à ces constats, une solution en trois volets a été développée dans une logique progressive, à la fois opérationnelle et stratégique :

- Un outil automatisé de suivi des écarts, conçu sous Power Query, permettant de détecter rapidement les commandes en retard ou non produites, tout en allégeant la charge de travail quotidienne du Demand Planning ;
- Une structuration du processus S&OP, organisée autour de cinq phases clés, appuyée par une matrice RACI claire, un cycle mensuel adapté aux échéances internes et régionales, et un tableau de bord Power BI assurant la lisibilité des écarts et indicateurs ;
- Un système de substitutions produit, capable de proposer des alternatives produit (modèle, version, couleur) dans les cas de non-conformité des allocations, sans perturber l'architecture existante.

Ce travail montre qu'il est possible, même dans un cadre contraint, d'améliorer significativement le pilotage d'une filiale industrielle en s'appuyant sur des leviers simples mais structurés. Il met également en évidence l'importance d'un cadre clair, d'une meilleure transversalité entre

fonctions, et d'une capacité accrue à objectiver les écarts pour nourrir le dialogue avec la région. Plus largement, il pose les bases d'un fonctionnement S&OP plus mature, capable de passer d'une logique réactive à une approche plus intégrée et anticipative.

Alors que la production locale se déploie désormais en mode SKD, puis bientôt CKD, de nouveaux enjeux apparaissent : montée en cadence des ateliers, gestion fine des composants, coordination entre usine et fonctions commerciales, ou encore arbitrage en cas de sous-capacité.

Dans cette nouvelle configuration, les prolongements de ce travail pourraient porter sur le renforcement de la gouvernance S&OP en contexte industriel, l'accompagnement au changement des équipes, ou l'intégration de briques prédictives basées sur le machine learning pour anticiper plus finement les déséquilibres à venir.

Bibliographie

- [1] Alliance for Automotive Innovation. Ev investment outlook : \$1.2 trillion by 2030, 2024. Global automakers are planning to spend over 1.2 trillion USD through 2030 on electric vehicle R&D and innovation.
- [2] APICS. Sales and operations planning : Integrating business processes, 2008. APICS Guidelines.
- [3] BMW Group. BMW Group Report 2024. <https://www.bmwgroup.com/en/report/2024/index.html>, 2025. Consulté en 2025.
- [4] Annie Bourguignon. *Les fondements de la performance dans les organisations*. Presses Universitaires de France, 1995.
- [5] Martin Christopher. *Logistics Supply Chain Management*. Pearson Education, 5th edition, 2016. Définition académique de la Supply Chain comme réseau de création de valeur.
- [6] Manufacturing Digital. Geely, jac chery – algeria the new silk road, 2024. Les marques chinoises comme Geely, Chery et DFSK investissent massivement en Algérie.
- [7] Peter F. Drucker. *Managing for Results*. Harper & Row, 1963.
- [8] Focus2Move. Algeria auto market - data 2024, 2024. Le marché automobile algérien a atteint 179 332 unités vendues en 2024, en forte hausse par rapport à 2023.
- [9] Gartner Group. Six key dimensions of s&op maturity, 2010. Gartner Report ID G00201342.
- [10] Matt Gasnier. Algeria full year 2016 : Import quotas bring market to standstill. Bestselling Cars Blog, 2017. «The Algerian government has stopped communicating monthly car sales data for Algeria since the start of January 2016.».
- [11] Geely Auto Group / Automotive World. Geely Auto makes official entry into Vietnamese market... CKD facility. 2024. Consulté en 2025.
- [12] Jane A. Grimson and David F. Pyke. Sales and operations planning : An exploratory study and framework. *International Journal of Logistics Management*, 18(3) :322–346, 2007.
- [13] Jane A. Grimson and David F. Pyke. Sales and operations planning : An exploratory study and framework. *International Journal of Logistics Management*, 18(3) :322–346, 2007.
- [14] Institute of Business Forecasting & Planning. S&op roles and responsibilities matrix. Demand-Planning.com (reprise du modèle IBF), 2018. Basé sur le modèle IBF de matrice RACI.
- [15] Algeria Invest. Les algériens importent plus de 62 000 véhicules pour 1,4 milliard de dollars, 2024. Forte reprise des importations de véhicules de moins de 3 ans en 2024.
- [16] Algeria Invest. Hyundai establishes its first plant in algeria, 2025. Hyundai annonce une usine en partenariat avec Saud Bahwan, mise en production prévue fin 2026.
- [17] Investopedia. Motor vehicles and the economy, 2023. Motor vehicles and parts accounted for \$750 billion of the \$27.72 trillion in total U.S. GDP in 2023, around 2.7%.
- [18] Christoph Kilger, Herbert Meyr, and Alexander Wagner. Demand planning. In *Supply Chain Management and Advanced Planning*, pages 205–228. Springer, 5th edition, 2015. Ouvrage de référence sur la planification de la demande et les techniques de prévision en contexte incertain.

- [19] Ken Knight. *Power Query for Power BI and Excel*. Apress, 2nd edition, 2018. Guide pratique sur la préparation et la transformation de données sans code.
- [20] Narendra Lamichhane. Sales and operations planning (s&op) : Fundamentals and best practices, 2021. Consulté en juin 2025.
- [21] Lawrence Lapide. Sales and operations planning part ii : Enabling s&op processes through a maturity model. *Journal of Business Forecasting*, 24(3) :20–30, 2005.
- [22] John T. Mentzer, William DeWitt, James S. Keebler, Soonhong Min, Nancy W. Nix, Carlo D. Smith, and Zach G. Zacharia. Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2) :1–25, 2001. Définition de la Supply Chain comme réseau d'acteurs impliqués dans les flux amont/aval.
- [23] Microsoft. Getting started with vba in office. <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office>, 2023. Accessed : 22 June 2025.
- [24] Microsoft. Power query overview. <https://learn.microsoft.com/en-us/power-query/power-query-overview>, 2023. Accessed : 22 June 2025.
- [25] S&P Global Mobility. Global auto sales by region; asia-pacific accounts for 60%, 2024. Regional sales data showing Asia Pacific share.
- [26] S&P Global Mobility. Mainland china vehicle sales forecast at 25.8 million, 2024. China vehicle sales and share of global market.
- [27] Mahesh Muzumdar and Jack Fontanella. The secrets to s&op success. *Supply Chain Management Review*, 10(1) :34–41, 2006.
- [28] PR Newswire. Global light vehicle sales were 84.0 million units in 2024 and projected to 85.1 million in 2025, 2025. Global light vehicle sales data.
- [29] Observatory of Economic Complexity (OEC). Cars – product trade, exporters and importers, 2023. Cars alone accounted for 4.32% of global trade in 2022; total automotive products likely represent up to 8%.
- [30] OICA. Auto jobs – economic importance of the automotive industry, 2023. Building 66 million vehicles requires more than 8 million direct jobs, and about 5 times more indirect jobs across supply chains.
- [31] OICA. World motor vehicle production – statistics 2023, 2024. Global motor vehicle production reached 85.4 million units in 2023.
- [32] PwC Vietnam. Overview of the ASEAN-6 Automotive Market. <https://www.pwc.com/vn/en/publications/2025/asean-automotive-market.pdf>, 2025. Consulté en 2025.
- [33] Supply Chain Management Review. Why forecast accuracy is more important than ever, 2024. Consulté en juin 2025.
- [34] Stellantis. Merger of fca and groupe psa completed on 16 january 2021, 2021. Annoncée en décembre 2019, la fusion a été approuvée en janvier 2021 après validation des autorités européennes et américaines.
- [35] Stellantis. Stellantis mea ambition : 1million vehicles sold in mea by 2030, 70 Part of the Dare Forward 2030 strategic plan for Middle East and Africa.
- [36] Stellantis. Stellantis starts production in its taфраoui plant in algeria, 2023. Inauguration le 11décembre2023, site de 80 acres (200000m²), capacité annuelle 90000 véhicules.
- [37] Stellantis. One year after its launch, the fiat taфраoui plant continues its development, 2024. L'usine FIAT à Taфраoui a produit 18 000 véhicules en 2024 et vise 90 000 à horizon 2026.
- [38] Antonio M. Thomé, Marcelo C. Scavarda, and Annibal Scavarda. Conducting a maturity assessment of sales and operations planning : A multi-case approach in brazilian companies. *International Journal of Production Economics*, 140(1) :189–200, 2012.
- [39] The Maghreb Times. Algeria freezes registrations of imported used cars, 2024. Gel administratif des immatriculations levé récemment.

- [40] Ventana Research. Sales and operations planning benchmark research, 2006. Accessed from Ventana Research Reports.
- [41] Thomas E. Vollmann, William L. Berry, D. Clay Whybark, and F. Robert Jacobs. *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*. McGraw-Hill, 5th edition, 2005.
- [42] Thomas F. Wallace and Robert A. Stahl. *Sales and Operations Planning : The How-To Handbook*. T.F. Wallace Co., 1st edition, 2005.
- [43] Thomas F. Wallace and Robert A. Stahl. *Sales and Operations Planning : The How-To Handbook*. T.F. Wallace Co., 3rd edition, 2013.
- [44] Wikipedia. Fiat chrysler automobiles – historical timeline 1899–2021, 2025. Dates clés : 1899 fondation Fiat, 2009 participation Chrysler, 2011 majorité, 2014 création FCA, 2015 scission Ferrari, 2021 fusion Stellantis.
- [45] Wikipedia. Groupe psa – historique des principales étapes (1810–2021), 2025. Dates clés : 1810 (Peugeot), 1966 création PSA, 1974 Citroën, 1978 Chrysler Europe, 2016 DS, 2017 Opel/Vauxhall, 2021 fusion avec FCA.
- [46] Robert Wing and James Perry. The maturity of s&op processes in manufacturing. *Journal of Operations Management*, 19(5) :45–59, 2001.

Annexe

Annexe 1

	Niveau 1 Aucun S&OP	Niveau 2 Réactif	Niveau 3 Standard	Niveau 4 Avancé	Niveau 5 Proactif
Personnel	• Culture en silos. • Absence de réunions et de collaboration	• Le S&OP est discuté lors de certaines réunions de top management. • L'accent est mis sur les objectifs financiers.	• Réunions préparatoires entre équipes opérationnelles • Réunions S&OP exécutives • Quelques données fournisseurs/clients	• Données clients et fournisseurs intégrées. • Fournisseurs et clients participent à certaines réunions.	• Les réunions déclenchées par des événements spécifiques remplacent les réunions planifiées • Accès en temps réel aux données externes
Processus	• Aucune organisation S&OP en place.	• Aucune fonction S&OP formalisée. • Les composantes du processus S&OP sont réparties dans d'autres fonctions.	• Une fonction S&OP existe, souvent portée par un poste unique (chef de produit, responsable supply, etc.).	• Équipe S&OP formalisée. • Implication active de la direction • Participation à 100 % des parties prenantes	• Au sein de toute l'organisation, le processus S&OP est reconnu comme un levier d'optimisation de la rentabilité
Stratégie	• Aucun processus de planification formel • Les opérations tentent de répondre aux commandes entrantes au fur et à mesure	• Le plan des ventes pilote les opérations • Processus descendant (top-down) • La dynamique de capacité n'est pas prise en compte	• Intégration partielle des plans • Processus séquentiel à sens unique • Plans établis de manière ascendante, ajustés selon les objectifs stratégiques	• Plans hautement intégrés, processus simultané et collaboratif • Contraintes prises en compte dans les deux sens • Forte articulation avec la planification stratégique et l'exécution	• Intégration fluide des plans • Processus centré sur l'optimisation du profit global de l'entreprise • Pilotage business avec participation complète de la direction et de la finance
Mesure de la performance	• Aucune mesure de la performance	• Évaluation du degré d'alignement entre les opérations et les ventes	• Évaluation des ventes basée sur la précision des prévisions (Forecast Accuracy)	• Intégration des lancements produits • Mesure de l'efficacité du Processus S&OP.	• Suivi de la profitabilité globale de l'entreprise
Technologie	• Chaque manager utilise ses propres fichiers Excel de manière autonome. • Aucune consolidation des données n'est réalisée	• De nombreuses feuilles de calcul • Quelques consolidations, mais réalisées manuellement	• Informations centralisées. Utilisation de logiciels de planification des revenus ou des opérations. • Système autonome multi-sites avec APS (Advanced Planning System).	• Traitement en lots • Logiciel d'optimisation des revenus et des opérations, connecté à l'ERP mais non optimisé conjointement • Plateforme de pilotage du S&OP	• Logiciel d'optimisation S&OP intégré • Interface complète avec l'ERP, la comptabilité et la prévision • Solveur en temps réel

FIGURE 4.8 – Modèle de Maturité S&OP restructuré

Source : Narendra Lamichhane, 2021

Annexe 2

Dimension	Questions	Options	Commentaire
Personnel	Y a-t-il un responsable S&OP clairement identifié dans votre organisation ?	☐ Aucun responsable S&OP désigné ☐ Responsabilité informelle partagée entre quelques personnes ☐ Responsable S&OP à temps partiel ☐ Responsable S&OP dédié à temps plein ☐ S&OP Manager avec équipe dédiée et budget propre	
	Les rôles et responsabilités S&OP sont-ils définis ?	☐ Aucune définition formelle ☐ Rôles flous, responsabilités implicites ☐ Définition partielle des rôles principaux ☐ Rôles et responsabilités documentés ☐ RACI détaillé avec objectifs individualisés	
	Qui pilote le processus S&OP ?	☐ Aucun pilotage défini ☐ Supply Chain ou Commercial selon les sujets ☐ Direction Business/Supply Chain ☐ Direction Générale avec support opérationnel ☐ Direction Générale pilote activement	
	La direction générale participe-t-elle activement ?	☐ Aucun engagement ☐ Présence très occasionnelle ☐ Participation sporadique selon les besoins ☐ Participation régulière et validation ☐ Direction pilote et anime le S&OP	
	Les réunions rassemblent-elles les fonctions clés ?	☐ Seulement une ou deux fonctions ☐ Sales + Operations principalement ☐ Sales, Operations + Marketing/Finance ☐ Toutes fonctions internes clés ☐ Fonctions internes + partenaires externes	
	Comment qualifieriez-vous la culture de collaboration S&OP ?	☐ Silos forts, peu de collaboration ☐ Collaboration limitée et réactive ☐ Collaboration moyenne, efforts ponctuels ☐ Collaboration solide et proactive ☐ Culture S&OP ancrée, collaboration naturelle	
	Quel est le niveau de compétences S&OP des équipes ?	☐ Aucune formation S&OP ☐ Connaissances générales limitées ☐ Formation de base pour quelques personnes ☐ Formation structurée des participants clés ☐ Centre d'excellence avec formation continue	

FIGURE 4.9 – Questionnaire - Dimension Personnel

Process	Quelle est la fréquence du cycle S&OP ?	☐ Aucun cycle défini ☐ Cycle irrégulier selon les besoins ☐ Cycle trimestriel; Cycle mensuel ☐ Cycle mensuel avec révisions hebdomadaires	
	Comment sont intégrées les prévisions de la demande dans le processus ?	☐ Pas d'intégration des prévisions ☐ Prévisions intégrées ponctuellement ☐ Prévisions intégrées partiellement ☐ Prévisions systématiquement intégrées ☐ Prévisions collaboratives avec données externes	
	Le processus S&OP couvre-t-il l'horizon de planification approprié ?	☐ Horizon très court (<3 mois) ☐ Horizon court (3-6 mois) ☐ Horizon moyen (6-12 mois) ☐ Horizon long (12-18 mois) ☐ Horizon long terme avec scénarios multiples (>18 mois)	
	Comment sont gérées les exceptions et les escalades dans le processus ?	☐ Aucune gestion d'exceptions ☐ Gestion ad-hoc des exceptions ☐ Processus d'escalade informel ☐ Processus d'exception documenté ☐ Processus d'exception structuré avec seuils définis	
	Le processus S&OP est-il synchronisé avec les autres processus de planification ?	☐ Processus complètement isolé ☐ Synchronisation limitée avec quelques processus ☐ Synchronisation partielle avec processus clés ☐ Bonne synchronisation avec la plupart des processus ☐ Intégration complète avec budget, stratégie, opérations	
	Le cycle mensuel S&OP suit-il les 5 étapes clés ?	☐ < 3 étapes ☐ 3 étapes seulement ☐ 5 étapes mais informelles ☐ Cycle complet formel ☐ Cycle formel + révisions régulières	
	Le processus S&OP est-il formalisé et documenté ?	☐ Pas de documentation ☐ Document partiel ☐ Documenté mais peu appliqué ☐ Documenté et respecté ☐ Formalisation complète et mise à jour régulière	
	Comment sont préparées et animées les réunions S&OP ?	☐ Préparation minimale ou inexistante ☐ Préparation basique ☐ Préparation structurée mais incomplète ☐ Préparation complète avec agenda défini ☐ Préparation professionnelle avec pré-work et animation structurée	
	L'entreprise analyse-t-elle de manière continue les écarts entre prévisions S&OP et réalisations ?	☐ Aucune analyse d'écarts ☐ Analyse ponctuelle après incidents majeurs ☐ Analyse occasionnelle ☐ Analyse régulière des écarts ☐ Analyse continue avec processus d'amélioration structuré	

FIGURE 4.10 – Questionnaire - Dimension Process

Stratégie	Le S&OP est-il aligné avec les objectifs stratégiques (CA, profit...) ?	☐ Pas du tout ☐ Peu ☐ Moyen ☐ Bien ☐ Parfaitement, suivi par direction	
	Utilisez-vous des scénarios "what-if" pour optimiser volume, coûts, profit ?	☐ Jamais ☐ Très rarement ☐ Quelques cas ☐ Utilisation fréquente ☐ Scénarios automatisés régulièrement	
	Le S&OP sert-il la rentabilité globale (non seulement équilibre offre/demande) ?	☐ Non ☐ Faiblement ☐ Partiellement ☐ Majoritairement ☐ Objectif stratégique principal	
	Le S&OP intègre-t-il la stratégie produit de l'entreprise (lancements, fins de vie, mix produit?)	☐ Aucune intégration ☐ Intégration limitée ☐ Intégration partielle ☐ Bonne intégration ☐ Intégration complète et proactive	
	Le S&OP intègre-t-il la vision et les objectifs long terme (3-5 ans) ?	☐ Focus uniquement court terme ☐ Quelques éléments long terme ☐ Vision moyen terme intégrée ☐ Bon équilibre CT/MT/LT ☐ Pilotage stratégique long terme	
	Le S&OP contribue-t-il aux décisions stratégiques majeures (investissements, nouveaux marchés) ?	☐ Aucune contribution ☐ Contribution mineure ☐ Contribution modérée ☐ Contribution importante ☐ Support clé des décisions stratégiques	
	Le S&OP permet-il l'arbitrage stratégique entre différentes priorités business ?	☐ Aucun arbitrage ☐ Arbitrage limité ☐ Arbitrage ponctuel ☐ Arbitrage structure ☐ Outil central d'arbitrage stratégique	

FIGURE 4.11 – Questionnaire - Dimension Stratégie

Mesure de la performance	Combien de KPI suivez-vous dans le cadre du processus S&OP ? (Quels sont ces KPIs ?)	☐ Aucun ☐ 1 KPI ☐ 2-3 KPI ☐ 4-5 KPI ☐ 6+ KPI variés	
	À quelle fréquence ces KPI sont-ils suivis et reportés ? (Et via quels outils ?)	☐ Aucun reporting ☐ Occasionnel ☐ Mensuel ☐ Hebdomadaire ☐ Temps réel automatisé	
	Les KPI sont-ils utilisés comme base de pilotage dans les décisions S&OP ?	☐ Jamais ☐ Rarement ☐ Parfois ☐ Souvent ☐ Pilotage automatisé à partir des indicateurs	
	Existe-t-il des KPI partagés entre les fonctions (commerce, finance, supply) pour objectiver les échanges ?	☐ Aucun KPI partagé ☐ Quelques indicateurs partagés ☐ Partage informel ☐ KPIs formalisés interservices ☐ KPIs intégrés et co-construits	
	Les résultats des KPI entraînent-ils des actions correctives ou des revues de performance ?	☐ Jamais ☐ Rarement ☐ Parfois ☐ Systématiquement ☐ Automatisation de correction via système	
	Les KPI du S&OP sont-ils alignés avec les objectifs stratégiques de l'entreprise (CA, marge) ?	☐ Pas du tout ☐ Faiblement ☐ Moyennement ☐ Fortement ☐ Totalelement alignés	
	Existe-t-il un tableau de bord S&OP consolidé accessible à tous les acteurs ?	☐ Aucun tableau de bord ☐ Tableau partiel, réservé à un service ☐ Dashboard partagé informel ☐ Dashboard consolidé et formalisé	
	Les performances passées sont-elles utilisées pour améliorer les prévisions futures (learning loop) ?	☐ Jamais ☐ Parfois ☐ Régulièrement ☐ Intégré dans la méthode ☐ Boucle d'amélioration continue automatisée	
	Y a-t-il des indicateurs de qualité des prévisions (ex. : Forecast Accuracy, Forecast Bias) intégrés ?	☐ Aucun indicateur ☐ Indicateurs suivis ponctuellement ☐ Suivi régulier ☐ Indicateurs intégrés ☐ Automatisation des analyses prévision	

FIGURE 4.12 – Questionnaire - Dimension Mesure de la Performance

Technologie	Quels outils utilisez-vous pour le S&OP ? (plusieurs réponses possibles)	☐ Excel ☐ ERP ☐ APS / Workbench ☐ Power BI / Tableau ☐ Autre: ____	
	Disposez-vous de simulations "what-if" dans vos outils ?	☐ Non ☐ Simples / Manuelles ☐ Occasionnelles ☐ Partiellement automatisées ☐ Automatisées et intégrées	
	Les données S&OP sont-elles mises à jour automatiquement ou via des extractions manuelles ?	☐ Jamais ☐ Rarement ☐ Partiellement ☐ Majoritairement ☐ Automatisation complète et temps réel	
	Y a-t-il une source unique et synchronisée (stocks, finance, vente, production) ?	☐ Non ☐ Données cloisonnées ☐ ERP partiellement unifié ☐ ERP + finance synchronisés ☐ Source unique + BI temps réel	
	Les outils actuels permettent-ils une visualisation claire et rapide des indicateurs clés ?	☐ Pas du tout ☐ Faiblement ☐ Moyennement ☐ Bien ☐ Très bien (dashboards dynamiques)	

FIGURE 4.13 – Questionnaire - Dimension Technologie

Annexe 3

Prévision du modèle 312

Conformément à la démarche adoptée pour la série VENTES510, nous avons appliqué une procédure identique au modèle 312, en suivant les différentes étapes de la modélisation prévisionnelle. Cette approche inclut :

- une analyse informelle de la série temporelle à travers la visualisation graphique et le corrélogramme.
- l'application successive des modèles de lissage de Holt-Winters (additif puis multiplicatif).
- la mise en œuvre de la méthodologie Box-Jenkins à travers les tests de stationnarité (ADF).
- la sélection du modèle ARMA optimal sur la base des critères d'Akaike.
- et enfin la validation du modèle via les tests sur les résidus, la normalité, et le bruit blanc.

Les figures et résultats détaillés relatifs à chacune de ces étapes sont présentés en annexe. 1.

Analyse informelle de la série temporelle



FIGURE 4.14 – Évolution des ventes312 au Fil des années 2023, 2024 et 2025

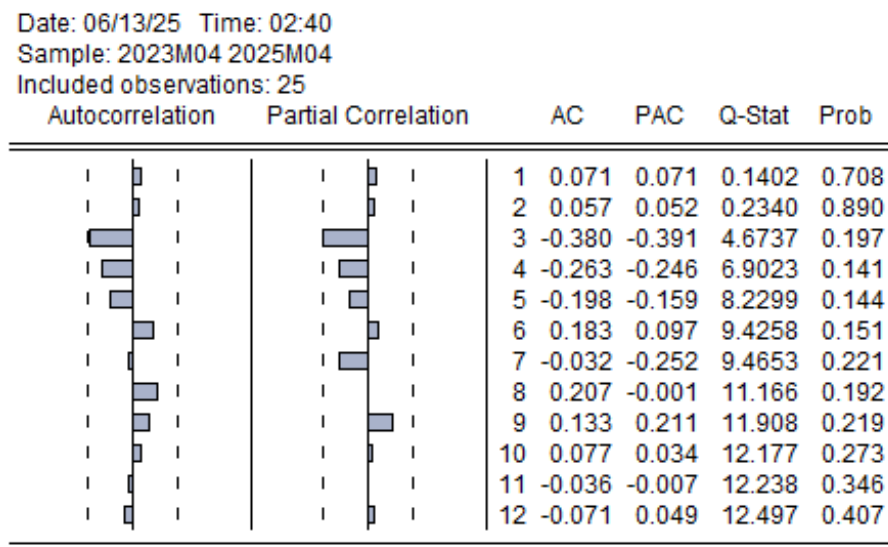


FIGURE 4.15 – Corrélogramme des ventes312

L'analyse visuelle du graphique et du corrélogramme laisse entrevoir une composante saisonnière marquée, avec des pics réguliers. Toutefois, certaines irrégularités dans les amplitudes indiquent une dynamique qui, bien que plus structurée que celle du modèle 510, conserve une certaine instabilité. Cette observation oriente vers l'hypothèse d'une saisonnalité de type multiplicatif.

2. Modélisation Holt-Winters

- Holt-Winters additif :

L'estimation du modèle additif a été écartée, comme dans le cas précédent, en raison de sa faible capacité à capturer la variation proportionnelle de la saisonnalité.

- Holt-Winters multiplicatif :

L'application du modèle Holt-Winters à composante multiplicative a permis de générer une série prévisionnelle relativement cohérente avec la dynamique observée. Les paramètres estimés indiquent une adaptation partielle du modèle, bien que certaines déviations persistent sur les périodes de pic ou de creux.



FIGURE 4.16 – Graphique des ventes réelles par rapport aux Prévisionnelles avec un horizon de prévision de 12 mois avec HW multiplicatif

Date: 06/12/25 Time: 19:44		
Sample: 2023M04 2025M04		
Included observations: 25		
Method: Holt-Winters Multiplicative Seasonal		
Original Series: VENTES312		
Forecast Series: VENTESSM		
Parameters:	Alpha	0.0000
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		1784755.
Root Mean Squared Error		267.1894
End of Period Levels:	Mean	969.5347
	Trend	25.23611
	Seasonals:	2024M05 1.978495
		2024M06 1.113445
		2024M07 1.149245
		2024M08 1.146035
		2024M09 1.157723
		2024M10 1.021735
		2024M11 1.266903
		2024M12 0.084425
		2025M01 0.830300
		2025M02 0.440148
		2025M03 0.773557
		2025M04 1.037987

FIGURE 4.17 – Estimation des paramètres du modèle de HW multiplicatif

3. Test de stationnarité (ADF)

L'application du test ADF a d'abord été conduite sur le modèle 6, incluant constante et tendance. La p-value étant supérieure à 0,05, nous n'avons pas pu rejeter l'hypothèse de non stationnarité. Un second test a été réalisé sur le modèle 5, incluant uniquement la constante. Cette fois, la p-value est inférieure à 0,05, indiquant une stationnarité de la série en moyenne.

Null Hypothesis: VENTES312 has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 2 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.628729	0.0504
Test critical values:	1% level		-4.440739	
	5% level		-3.632896	
	10% level		-3.254671	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(VENTES500)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/25 Time: 20:14				
Sample (adjusted): 2023M07 2025M04				
Included observations: 22 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VENTES500(-1)	-1.294777	0.356813	-3.628729	0.0021
D(VENTES500(-1))	0.363471	0.297469	1.221876	0.2384
D(VENTES500(-2))	0.434316	0.216018	2.010555	0.0605
C	718.3822	287.2838	2.500601	0.0229
@TREND("2023M04")	11.53969	14.34153	0.804635	0.4321
R-squared	0.574973	Mean dependent var		5.409091
Adjusted R-squared	0.474967	S.D. dependent var		572.6333
S.E. of regression	414.9253	Akaike info criterion		15.09079
Sum squared resid	2926771.	Schwarz criterion		15.33875
Log likelihood	-160.9987	Hannan-Quinn criter.		15.14920
F-statistic	5.749370	Durbin-Watson stat		2.235743
Prob(F-statistic)	0.004087			

FIGURE 4.18 – Test de la racine unitaire par le modèle 6

Null Hypothesis: VENTES312 has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=5)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.529323	0.0016
Test critical values: 1% level	-3.737853	
5% level	-2.991878	
10% level	-2.635542	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(VENTES312)
 Method: Least Squares
 Date: 06/12/25 Time: 20:16
 Sample (adjusted): 2023M05 2025M04
 Included observations: 24 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VENTES500(-1)	-0.928940	0.205095	-4.529323	0.0002
C	632.0624	157.9340	4.002066	0.0006
R-squared	0.482533	Mean dependent var		24.45833
Adjusted R-squared	0.459012	S.D. dependent var		555.1579
S.E. of regression	408.3293	Akaike info criterion		14.94168
Sum squared resid	3668123.	Schwarz criterion		15.03985
Log likelihood	-177.3002	Hannan-Quinn criter.		14.96773
F-statistic	20.51477	Durbin-Watson stat		2.019028
Prob(F-statistic)	0.000166			

FIGURE 4.19 – Test de la racine unitaire par le modèle 5

4. Choix du modèle ARMA

Sur la base des 20 meilleurs modèles selon le critère d'Akaike (AIC), le modèle ARMA(2,2) a été sélectionné comme solution optimale.

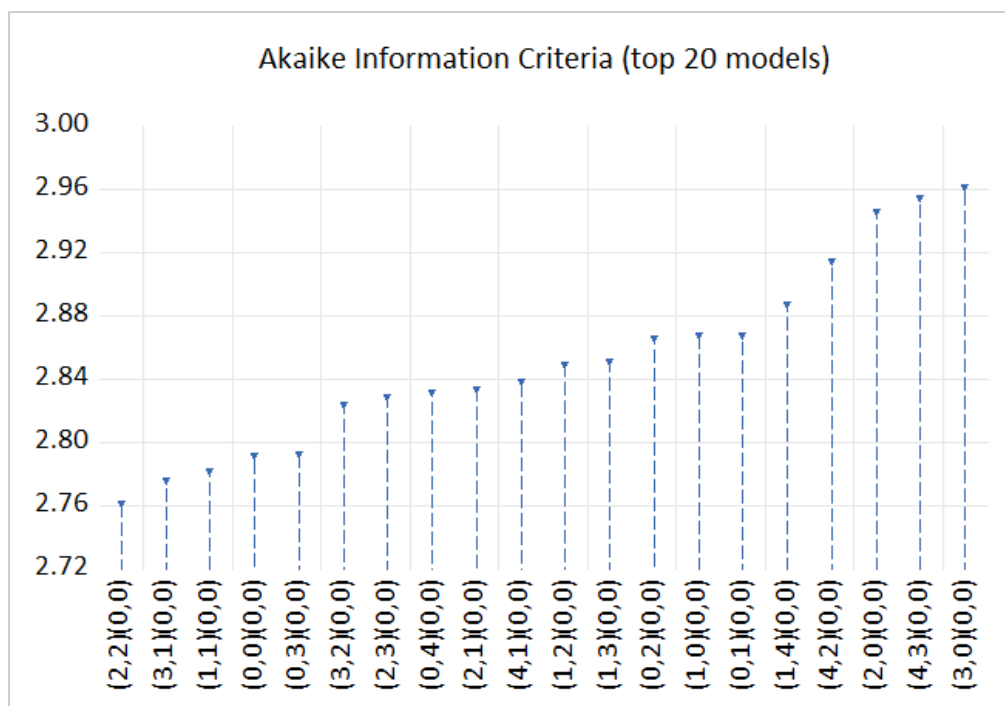


FIGURE 4.20 – Critères d'Akaike pour les 20 top modèles

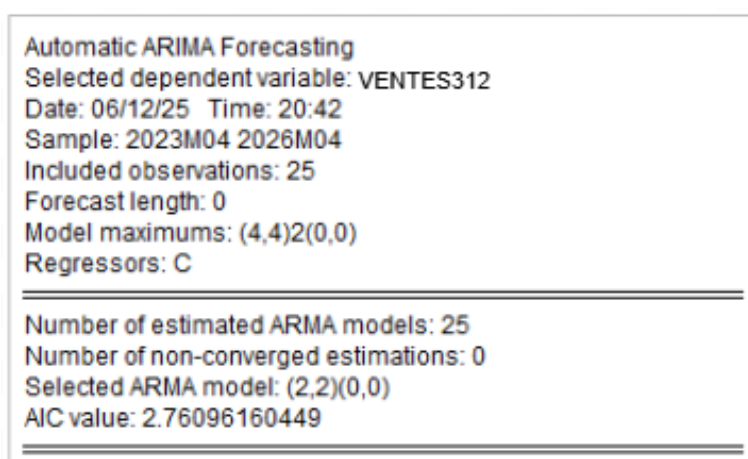


FIGURE 4.21 – Le modèle ARMA expert

5. Estimation des paramètres du modèle ARMA

Les coefficients du modèle ARMA(2,2) ont été estimés, avec des résultats montrant une significativité satisfaisante pour la majorité des paramètres.

Dependent Variable: VENTES312
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 06/12/25 Time: 20:48
Sample: 2023M04 2025M04
Included observations: 25
Convergence not achieved after 500 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.209628	0.037959	163.5888	0.0000
AR(2)	-0.648037	0.241252	-2.686138	0.0146
MA(2)	0.997335	70.54506	0.014138	0.9889
SIGMASQ	0.439596	31.16458	0.014106	0.9889

R-squared	0.459425	Mean dependent var	6.211864
Adjusted R-squared	0.317169	S.D. dependent var	0.920372
S.E. of regression	0.760536	Akaike info criterion	2.760964
Sum squared resid	10.98989	Schwarz criterion	3.053494
Log likelihood	-28.51205	Hannan-Quinn criter.	2.842100
F-statistic	3.229556	Durbin-Watson stat	2.050754
Prob(F-statistic)	0.028130		

Inverted AR Roots	.69-.41i	.69+.41i
Inverted MA Roots	.99-.10i	.99+.10i

FIGURE 4.22 – Caractéristiques du modèle ARMA (2,2)

6. Validation du modèle

a. Test de normalité (Jarque-Bera)

Le test de Jarque-Bera montre que la distribution des résidus est conforme à une loi normale ($p\text{-value} > 0,05$), validant une hypothèse centrale de la modélisation ARMA.

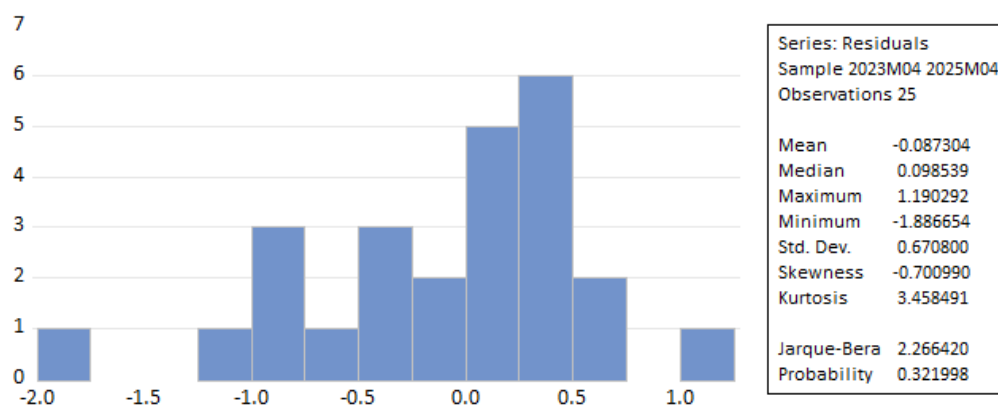


FIGURE 4.23 – Test de normalité de Jarque Bera

b. Test de bruit blanc

L'analyse du corrélogramme révèle que certaines p-values sont inférieures à 0,05. Les résidus ne sont donc pas parfaitement aléatoires, ce qui peut affecter légèrement la précision des prévisions.

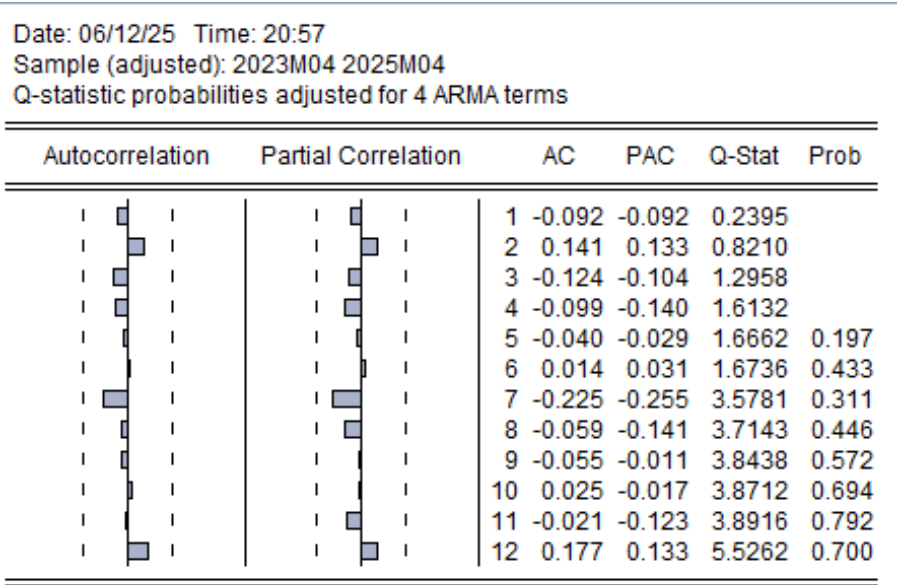


FIGURE 4.24 – Corrélogramme des résidus

Métrique	ERMA	TR
Holt Winter multiplicative	47.5%	53.5%
Modèle de Box Jenkins	60.24%	30.76%

TABLE 4.1 – Comparaison entre Holt Winter multiplicative et Modèle de Box Jenkins

Comme pour la série VENTES510, aucun des modèles testés sur la série VENTES312 — ni Holt-Winters multiplicatif, ni ARMA(2,2) — n'a pu être retenu, en raison d'un niveau d'erreur de prévision jugé insuffisant au regard des standards attendus. Cette limitation semble en grande partie liée aux mêmes facteurs que précédemment évoqués : un historique de données encore réduit, ainsi qu'une instabilité persistante de la série.

Annexe 4

Substitution produit

Dans les systèmes industriels et logistiques, la substitution produit désigne le processus par lequel un article initialement prévu est remplacé par un autre, en raison d'indisponibilité, d'arbitrage commercial ou de contrainte opérationnelle.

Ce mécanisme constitue un levier reconnu de flexibilité tactique pour les organisations confrontées à des perturbations sur l'amont (supply), l'aval (demande), ou dans la production elle-même (Stadtler, 2005).

La substitution peut s'opérer à plusieurs niveaux :

- Substitution interne, entre références d'un même portefeuille produit (par exemple, variantes d'un même modèle),
- Substitution fonctionnelle, entre articles jugés équivalents du point de vue de l'usage final,
- Substitution technique, reposant sur des compatibilités de production, d'assemblage ou de logistique.

Substitution dans les chaînes de planification

La substitution intervient de façon ponctuelle ou planifiée dans plusieurs systèmes de planification :

- Dans la gestion des stocks, elle permet d'optimiser la disponibilité globale en réduisant les ruptures (Zhang et al., 2003),
- Dans les processus de configuration produit, elle intervient pour proposer des variantes proches lorsque certaines options sont incompatibles ou non disponibles (Li et al., 2021),
- Dans les chaînes de décision S&OP, elle constitue un levier d'ajustement des scénarios face à des écarts entre planification de la demande et capacité réelle (Grimson & Pyke, 2007).

Règles métier

Les règles métier représentent la formalisation de l'expertise, des connaissances et des pratiques spécifiques à un domaine d'activité. Elles constituent l'ensemble des principes directeurs qui encadrent les décisions opérationnelles et définissent les critères d'acceptabilité ou de rejet d'une action donnée dans un contexte professionnel particulier.

Ces règles se caractérisent par leur ancrage dans la réalité opérationnelle et leur validation par les experts du domaine. Elles peuvent concerner des aspects techniques (compatibilité, performance, qualité), commerciaux (positionnement, tarification, acceptabilité client), réglementaires (normes, certifications) ou stratégiques (cohérence avec la politique produit).

Dans le domaine industriel, les règles métier sont essentielles pour garantir la cohérence des décisions, capitaliser sur l'expérience accumulée et assurer la reproductibilité des processus. Leur formalisation permet de transformer l'expertise tacite en connaissance explicite, facilitant ainsi la formation des nouveaux collaborateurs et la standardisation des pratiques.

L'application des règles métier dans les processus de substitution assure que les alternatives proposées respectent les contraintes techniques, commerciales et stratégiques de l'entreprise, tout en maintenant la qualité et l'acceptabilité des solutions retenues.

Classification hiérarchique

La classification hiérarchique est une méthode d'organisation des données qui structure les éléments selon une hiérarchie de niveaux, chaque niveau représentant un degré de granularité ou de spécialisation différent. Cette approche permet de gérer la complexité en décomposant un ensemble d'objets en sous-groupes homogènes selon des critères prédéfinis.

Il existe deux types principaux de classification hiérarchique :

- La classification ascendante (agglomérative) qui part des éléments individuels pour former progressivement des groupes.
- La classification descendante (divisive) qui part d'un groupe global pour le subdiviser en sous-groupes.

Dans le contexte de la substitution produit, la classification hiérarchique permet d'organiser les alternatives selon plusieurs niveaux de proximité avec le produit de référence. Cette structuration facilite la recherche d'alternatives en proposant d'abord les substituts les plus proches, puis en élargissant progressivement le périmètre de recherche si nécessaire.

Algorithme K-NN (K-Nearest Neighbors)

L'algorithme K-NN (K-Nearest Neighbors ou k plus proches voisins) est une méthode d'apprentissage automatique supervisé utilisée pour la classification et la régression. Il appartient à la famille des méthodes d'apprentissage paresseux (lazy learning) car il ne construit pas de modèle explicite pendant la phase d'entraînement. Le principe de fonctionnement du K-NN repose sur l'hypothèse que des objets similaires sont proches dans l'espace des caractéristiques. L'algorithme suit les étapes suivantes :

Calculer la distance entre l'objet à classer et tous les objets de l'ensemble d'apprentissage
Sélectionner les k objets les plus proches selon la métrique de distance choisie
Attribuer à l'objet la classe majoritaire parmi ces k voisins (classification) ou calculer la moyenne des valeurs (régression)

Les métriques de distance couramment utilisées incluent la distance euclidienne, la distance de Manhattan, ou la distance de Minkowski. Le choix de k est crucial : une valeur trop faible peut conduire à un sur-apprentissage, tandis qu'une valeur trop élevée peut lisser excessivement les décisions.

Le langage Python

Python est un langage de programmation de haut niveau, interprété et polyvalent, développé par Guido van Rossum et publié pour la première fois en 1991. Il se caractérise par une syntaxe claire et lisible qui favorise la productivité du développeur et la maintenabilité du code.

Python repose sur une philosophie de programmation orientée objet, tout en supportant également les paradigmes procédural et fonctionnel. Il dispose d'une bibliothèque standard riche et d'un écosystème étendu de modules tiers, particulièrement développé dans les domaines de l'analyse de données (pandas, NumPy), de l'apprentissage automatique (scikit-learn, TensorFlow), de la visualisation (matplotlib, seaborn) et du développement web (Django, Flask).

Le langage se distingue par sa facilité d'apprentissage, sa portabilité multi-plateforme et sa capacité à intégrer facilement d'autres technologies. Il permet la création rapide de prototypes, l'automatisation de tâches répétitives, et la mise en œuvre d'algorithmes complexes avec un code concis et expressif (Van Rossum & Drake, 2009).

Le langage DAX

Le langage DAX (Data Analysis Expressions) est un langage de formule développé par Microsoft, principalement utilisé dans les outils de modélisation décisionnelle tels que Power BI, Excel Power Pivot et SQL Server Analysis Services (SSAS).

Il permet la création de mesures dynamiques, de colonnes calculées et de tables personnalisées, facilitant la construction de tableaux de bord intelligents et interactifs (Russo & Ferrari, 2019).

DAX repose sur une logique de programmation déclarative, inspirée de l'environnement Excel, mais adaptée à un usage multidimensionnel. Il permet d'appliquer des agrégations conditionnelles, des filtres contextuels complexes, ou encore des logiques temporelles pour l'analyse des tendances.