

Application de la méthode DDMRP pour améliorer l'efficacité de la production et d'approvisionnement dans une usine d'électroménager

HASNIOU Badis¹ et AIT MEZIANE Ghenima¹

Encadrés par : SELLIDJ Wassila¹

RÉSUMÉ

L'objectif de ce travail était d'améliorer la planification de production de l'entreprise d'électroménagers SAHMA Home Appliance en appliquant la méthode DDMRP avec l'implantation de buffers dans les produits critiques. Cette démarche visait à protéger ces produits des variations de la demande et à réduire les délais de réapprovisionnement. Une méthode de simulation a été entreprise afin de prendre en compte les effets de certains facteurs qui peuvent influencer le déroulement de la méthode DDMRP et de les paramétrer de manière à s'adapter à l'environnement volatile et à absorber la variabilité de la demande, tout en étant réactif face à ses fluctuations.

Le suivi quotidien des ajustements et la mise en place d'un tableau de bord ont joué un rôle essentiel dans la gestion efficace des données et la prise de décisions éclairées. Les résultats ont montré que le DDMRP a permis d'améliorer la planification des ordres de fabrication, de gérer les stocks de manière optimale et d'éviter les ruptures.

Mots-clés : Pilotage des flux, DDMRP, Business Intelligent, Tableau de bord décisionnel.

INTRODUCTION

Le contexte industriel se caractérise par une complexité croissante de la chaîne d'approvisionnement, à partir d'une augmentation de la variabilité du marché. Au cours de la dernière décennie, la chaîne d'approvisionnement est devenue plus compétitive, complexe et évolutive. [MacCarthy et al., 2016] Sous ces conditions, l'étendue et la complexité de la chaîne d'approvisionnement ont nécessité le développement de nombreuses méthodologies de soutien, généralement définies comme la planification de la production à court et moyen terme, en particulier Demand Driven MRP (DDMRP), une méthode de la planification et d'exécution de la chaîne d'approvisionnement, dont l'objectif principal est d'éviter que la variabilité de la demande des clients se propage librement le long de la chaîne d'approvisionnement.

A cet effet, le DDMRP rassemble les fonctionnalités des méthodes existantes (MRP, théorie des contraintes.) et intègre de nouvelles fonctionnalités pour gérer le flux de matériaux. Le DDMRP est basé sur le concept de découplage; définis comme des tampons, garantissent que toutes les modifications à un niveau élevé d'une nomenclature ne sont pas traduites en changements dans la demande d'articles de bas niveau. Par conséquent, les flux de matières sont en quelque sorte protégés contre le système nervosité transférée et amplifiée dans les MRP conventionnels [Ptak and Smith, 2019].

Afin de vérifier l'efficacité de la méthode DDMRP, une simulation de l'application a été réalisée des logiques DDMRP, à l'aide d'un outil Excel adapté, sur la chaîne d'approvisionnement de certains produits lave-linge Front, sur un horizon temporel passé de 4 semaines et à partir de la demande des clients. Le but était d'intégrer les niveaux des inventaires ainsi obtenus avec un système d'aide à la décision pour mieux piloter la chaîne d'approvisionnement dans un environnement changeant.

Ce travail de recherche se concentre finalement sur la démonstration de la faisabilité de l'utilisation d'une approche de planification de production pour soutenir le processus AS&OP. Le document est composé de 4 sections principales. Une revue de littérature pour positionner la contribution attendue. Deuxièmement, une approche de planification DDMRP appliquée et tester sur un produit fini « lave-linge ». Troisièmement, un cas illustratif valide la contribution et discute ses avantages. Quatrièmement, une conclusion rapide est donnée et des pistes de recherche futures sont proposées.

¹ Département de Génie Logistique et transport, École Nationale Supérieure des Technologies Avancées (EX - ENST) Dergana, Algérie.

1 REVUE DE LITTÉRATURE

1.1 Fondamentaux du DDMRP

Selon Ptak et Smith (2019) la méthode DDMRP (Demand-Driven Material Requirements Planning) se compose de cinq étapes fondamentales, regroupées en trois phases principales présentées dans la **Figure 1**. Chacune de ces phases vise à améliorer la gestion des stocks et à optimiser le flux de matériaux dans l'ensemble de la Supply chain.

La première phase est le positionnement du flux, et elle commence par la première étape, le « positionnement stratégique des stocks », cette étape consiste à déterminer où positionner les stocks stratégiques dans les nomenclatures des produits afin de répondre de manière efficace à la demande du marché. Cela implique d'identifier les points critiques de la chaîne où les stocks doivent être placés pour maximiser leur utilité et minimiser les retards et d'autre contrainte dont elle fait face.

La deuxième phase est la protection du flux, et elle comprend deux étapes importantes. La première étape est le « dimensionnement des niveaux de stock », qui consiste à calculer les niveaux optimaux de stock en fonction de la demande prévue et des incertitudes de la supply chain. Cela permet d'éviter les pénuries et les excès de stock. La deuxième étape est « l'ajustement dynamique », qui implique de mettre en place des mécanismes pour ajuster rapidement les niveaux de stock en fonction des variations de la demande.

Enfin, la troisième phase est le tirage du flux et comprend les deux dernières étapes. La cinquième étape est la « planification pilotée par la demande », qui implique d'organiser les ordres de production et l'approvisionnement en fonction de la demande réelle plutôt que des prévisions. La dernière étape est « l'exécution collaborative et visible », qui met l'accent sur la collaboration entre les différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement et la visibilité des informations pertinentes et le suivi afin d'être plus flexible et réactive aux variations.[Ptak and Smith, 2019]

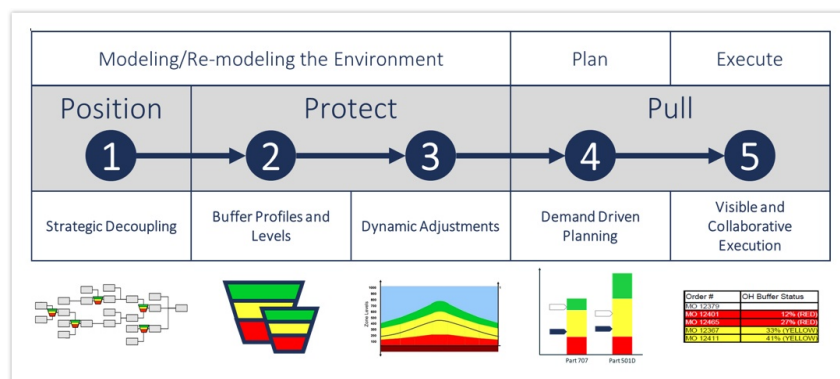


FIGURE 1 – Les cinq Composant du DDMRP

Source : <https://blogs.sap.com/>

L'apport de la méthode DDMRP réside dans l'introduction de buffer de stock qui est créé suite à des ajustements dynamiques. Les buffers doivent être dimensionner ou bien calculer les niveaux de stock car un buffer est devisé en trois principales zones : zone verte et zone jaune et zone rouge chaque niveau doit avoir un stock ni trop haut ni trop bas afin d'absorber les différentes variabilités de demande, d'approvisionnement, du management et des opérations et optimiser les coûts.

- **La zone verte** : représente le stock vivant, détermine la fréquence moyenne des ordres et la taille des lots.[Pillet et al., 2020]
- **La zone jaune** : représente l'en-cours de commande, le stock d'un article nécessaire pour maintenir la consommation pendant le délai de réapprovisionnement. [Pillet et al., 2020]
- **La zone rouge** : représente le stock de sécurité pour absorber les chocs de variabilité. [Pillet et al., 2020]

DDMRP utilise différents attributs pour définir la taille des zones tampons, qui sont divisées en quatre catégories en fonction du type d'article (acheté, fabriqué, distribuer), de la catégorie de lead time (long, moyenne, court), de la catégorie de variabilité (haut, moyenne, faible) et des tailles de lots.

Les attributs importants d'un article selon DDMRP :

- La consommation moyenne journalière (**CMJ**) : c'est la moyenne de la consommation passée et les demandes futures. [Barth. Marc, 2022]
- Le délai découplé de réapprovisionnement (**DDR**) ou decoupled lead time (**DLT**) : représente de délai cumulé le plus long chemin sans article bufferisé dans la nomenclature. [Barth. Marc, 2022]

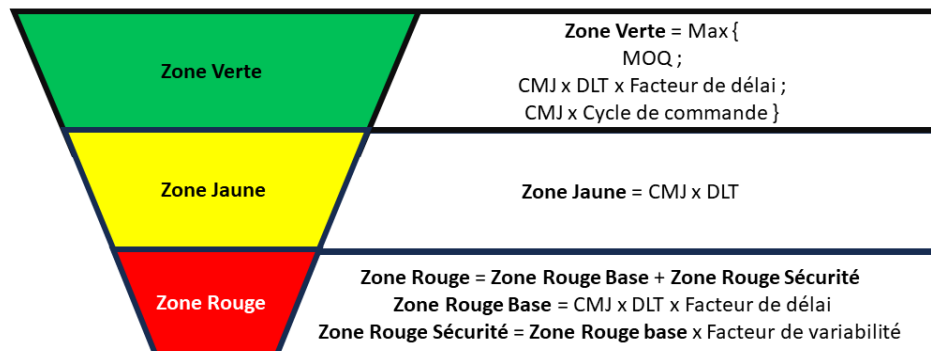


FIGURE 2 – Les cinq Composant du DDMRP

Source : [Ptak and Smith, 2019]

1.2 Récents travaux de recherche autour du DDMRP

Plus récemment, plusieurs articles ont étudié les niveaux de la structure hiérarchique de la planification de la production ; le système opérationnel DDMRP ([Dessevre et al., 2020] ; [Bayard et al., 2020] ; [Meinzel, 2019] ; [Ducrot and Ahmed, 2019] ; [Miclo et al., 2019]), ces auteurs ont démontré l'agilité du DDMRP, en particulier dans des environnements perturbés et incertains, pour maintenir les performances (coûts, délais et stocks). Le système tactique (Demand Driven Sales and Operations Planning DDS&OP) et stratégiques (Adaptive Sales and Operations Planning AS&OP) ou ([Bozutti and Esposto, 2019] ; [Martin et al., 2018]) ont introduit chacun une proposition de modélisation formelle des processus DDS&OP et AS&OP, respectivement pour les étages tactique et stratégique du modèle de planification de la production.

1.3 Intégration du Processus S&OP avec le plan d'approvisionnement

Le Processus de développement des plans tactiques (S&OP) donne à la direction les moyens de piloter l'activité pour obtenir un avantage concurrentiel de manière continue, en intégrant tous les plans de l'entreprise (vente, mercatique, développement, production, approvisionnement et financement) dans un ensemble unique [Paul H. Pittman, J. Brian Atwater, 2022].

Plusieurs articles récents [Pereira et al., 2020] ; [Kristensen and Jonsson, 2018] ; [Tuomikangas and Kaipia, 2014]) montrent l'intérêt de poursuivre les recherches sur ce processus, soulignant que l'implantation du S&OP reste difficile pour les praticiens et que le sujet n'a pas encore été traité complètement d'un point de vue scientifique. Or ([Martin et al., 2018]) ont souligné que les caractéristiques de l'AS&OP sont très proches de celles du S&OP mais se concentre sur : (i) positionnement des buffers, (ii) un niveau stratégique et (iii) capacité à traiter des opportunités stratégiques.

2 ÉTUDE DE CAS ET MÉTHODOLOGIE

Le but de ce travail est de réaliser en premier point une simulation des niveaux de stock générés par les logiques de réapprovisionnement DDMRP, sur le second point, une plateforme ou interface conçue à travers BI (business intelligent) pour une visualisation claire des données du DDMRP, et faciliter la prise de décision éclairée par des résultats optimaux dans le contexte de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

A cet effet, la procédure avec laquelle il a été décidé de procéder est structuré comme suit :

2.1 Analyse de la chaîne logistique des produits de SAMHA Home Appliance Algerie

En utilisant la méthode BPMN, nous avons analyser les interactions entre les différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement, et de dégager les points critiques du processus.

Cette modélisation du processus BPMN de la Direction SCM offre une vision claire et précise de la chaîne d'approvisionnement, permettant ainsi aux entreprises de mieux Comprendre leur fonctionnement et d'optimiser leur performance.

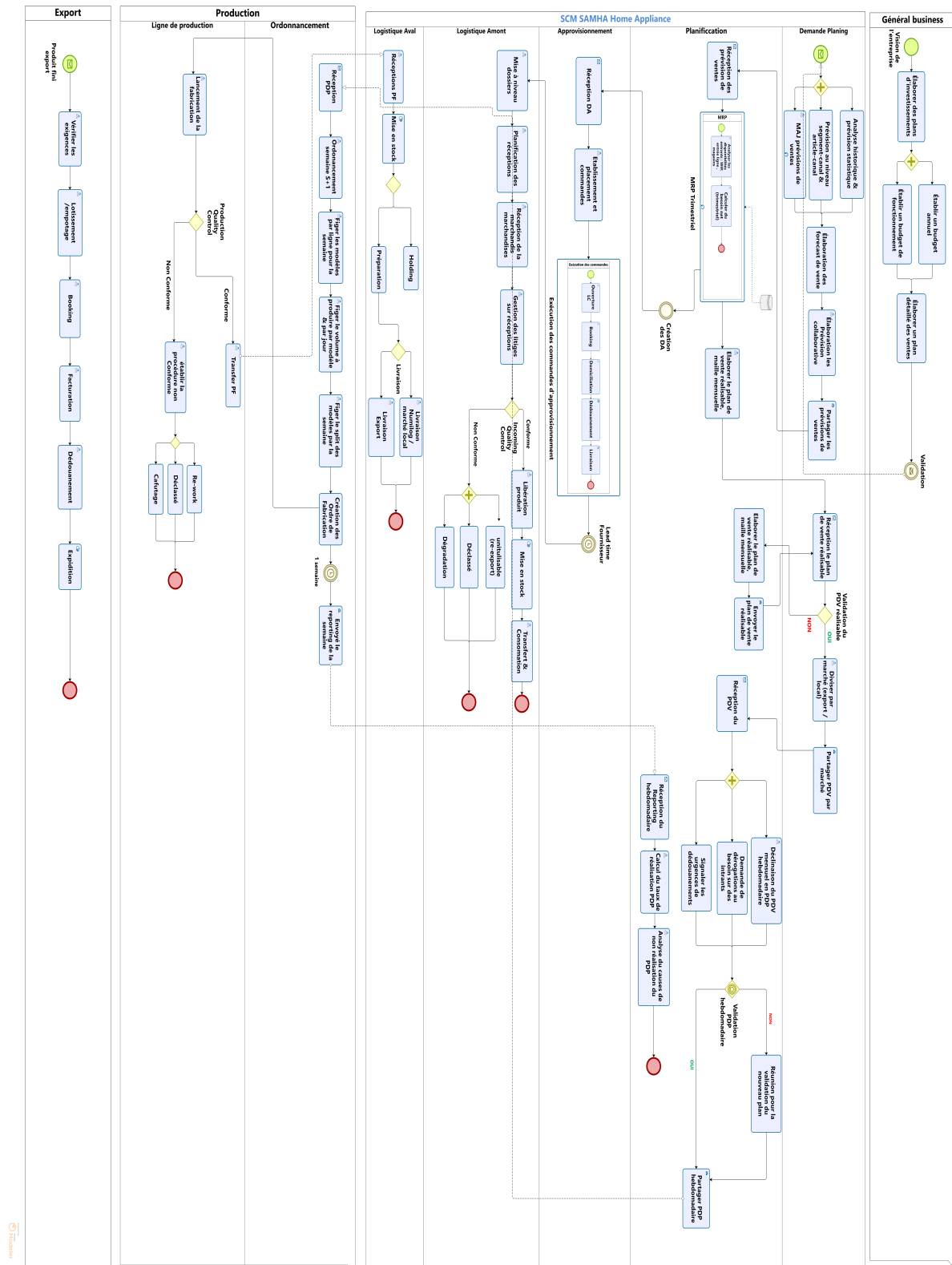


FIGURE 3 – Processus SCM "SAMHA Home Appliance"

Source : Auteur

2.2 Sélection d'un ensemble de produits de l'entreprise

L'entreprise SAMHA est confrontée à des problèmes, notamment à une mauvaise planification d'approvisionnement, ce qui entraîne des retards dans la production et une utilité limitée de leur stock de sécurité. Ces problèmes sont de plusieurs origines, nous citerons la non-conformité des produits ou des matières premières qui nécessitent une remise en conformité et peuvent retarder la production, la lenteur de validation des services qualité qui peut entraîner un retard d'utilisation des matières premières, ou encore la mauvaise planification d'approvisionnement qui peut engendrer des ruptures de stock.

Avant de décrire la situation la chaîne logistique de SAMHA, nous nous intéressons à présenter le produit machine qui est notre cas d'étude présente dans la nomenclature à deux niveaux (**Table 1**). Pour analyser les contraintes existantes, nous nous focalisons principalement sur quelques composants du produit lave à linge tels que lentille, manchette, et cuve.

<i>Nom de l'article</i>	<i>Type du produit</i>	<i>Code</i>	<i>Niveau</i>
<i>Machine à laver</i>	Produit fini	BAL1052WL	0
<i>Cuve arrière</i>	Semi fini	WF2V00020	1
<i>Résine Plost</i>	Matière première	MZ2M00099	2
<i>Manchette</i>	Composant acheté	WF2R00015	1
<i>Lentille</i>	Semi fini	WF2B00008	1
<i>Moteur</i>	Composant acheté	XMSR00295	1
<i>Tambour</i>	Semi fini	WW2R00029	1
<i>Tambour oméga lifter</i>	Semi fini	WW2S00042	2
<i>Croisillon</i>	Composant acheté	WW2S00069	2

TABLE 1 – Extraction de la nomenclature du Lave-Linge

Source : SAMHA Home Appliance

Ces produits critiques dans la nomenclature, présentent des ruptures qui causent des arrêts dans l'assemblage du produit fini en augmentant des encours pour des périodes importantes.

2.3 Définition d'un horizon temporel pour la simulation du DDMRP

L'horizon temporel est un concept essentiel dans la simulation du DDMRP, et il est directement lié à la période de temps sur laquelle nous nous appuyons dans notre travail de simulation DDMRP. En ce qui concerne la gestion des stocks et la planification de la chaîne d'approvisionnement, l'horizon temporel détermine la durée pendant laquelle nous prenons en compte les données, les flux de matières, les demandes de produits et les calculs pour planifier et gérer les besoins en matériaux au sein de notre organisation. Ainsi, il s'agit d'un paramètre fondamental qui influence considérablement la précision et la pertinence des résultats obtenus dans notre travail de simulation DDMRP.

Le choix de l'horizon temporel dans notre travail de simulation du DDMRP dépend en grande partie des besoins spécifiques de l'entreprise SAMHA, de la complexité de notre chaîne d'approvisionnement et de nos objectifs de gestion des stocks. Dans le cadre de notre travail, nous avons décidé de retenir une période de trois mois pour le calcul des paramètres de la simulation. Cette période de trois mois a été sélectionnée en fonction des caractéristiques propres à notre entreprise et des données dont nous disposons.

Une fois que nous avons calculé les paramètres de la simulation sur une période de trois mois dans notre travail, nous avons ensuite procédé à une simulation d'une année complète, démarrant en 2022. Cette approche nous permet de visualiser comment les décisions de gestion des stocks prises trimestriellement se traduisent sur une échelle temporelle plus étendue, englobant une année entière. Cette période de simulation d'un an nous aide à évaluer comment le DDMRP peut contribuer à gérer les variations saisonnières, les tendances de la demande et d'autres facteurs qui peuvent influencer la performance de notre chaîne d'approvisionnement au fil du temps.

2.4 Placement stratégique des tampons de découplage au sein de la chaîne d'approvisionnement

Il s'agit de déterminer des endroits, dans la nomenclature du produit fini lave-linge, pour positionner des stocks qui permettent de protéger le produit contre les variations de la demande, variation de délai de la production, et d'achat. Ainsi ce positionnement est effectué comme première étape de la méthode (voir-ci la **Figure 4**) :

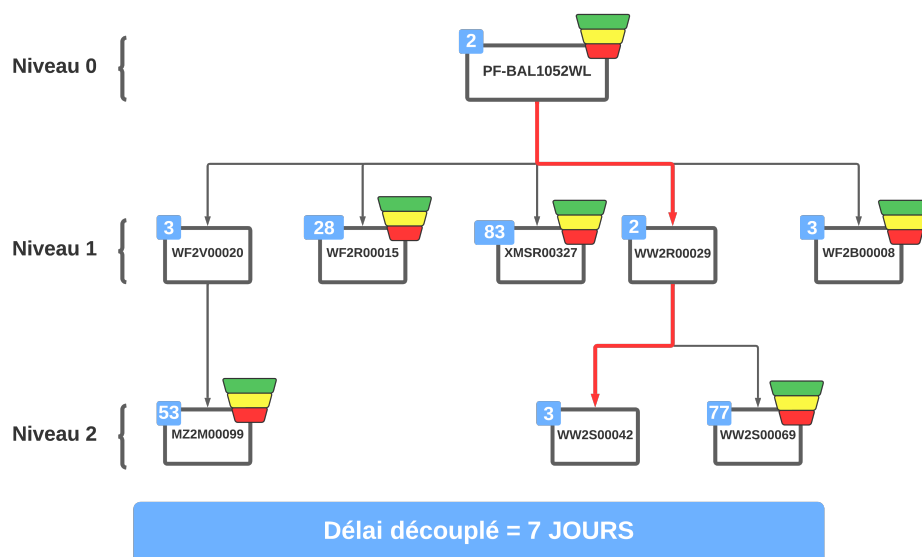


FIGURE 4 – La position des buffers pour le Produit PF-BAL1052WL

Source : Auteur

Une fois, les points critiques identifiés (WF2R00015, WF2B00008...); ceux qui ne permettent pas d'atteindre le délai demande par le client, nous positionnons des stocks pour raccourcir le cycle.

2.5 Collecte des données nécessaires de l'entreprise (volumes expédiés sur l'horizon temporel pris en compte, demande client, quantités minimales de réapprovisionnement, délais, etc

la CMJ (Consommation Moyenne Journalière) du **PF-BAL1052WL** présenté dans la **Table 2** est calculée en prenant la moyenne des commandes clients sur une période de **-7** jours à **+7** jours par rapport à la date du jour. La date du jour est le **27/3**. Il est important de noter que la date du jour est incluse dans la période à **+7** jours. Ainsi, dans ce cas, l'horizon considéré s'étend sur une période de **14** jours, du **16/3** au **4/4**.

$$\begin{aligned}
 CMJ(27/3) &= \text{moyenne des commandes clients du 16/3 au 4/4.} \\
 &= (\sum \text{commandes clients du 16/3 au 4/4}) / \text{nombre de jours de l'horizon} \\
 &= (0 + 108 + 51 + 314 + 287 + 122 + 51 + 463 + 122 + 345 + 660 + 119 + 0 + 0) / 14 \\
 &= 189
 \end{aligned}$$

										Horizon -7j										Horizon +7j									
										11					12					13					14				
										13/3	14/3	15/3	16/3	17/3	20/3	21/3	22/3	23/3	24/3	27/3	28/3	29/3	30/3	31/3	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4
PF-BAL1052WL		Commande client		196	316	0	0	108	51	314	287	122	51	463	122	345	660	119	0	0	0	649	0						
Horizon CMJ -7j ; +7j				CMJ												189	189	227	224	201	192	183	180	147	151				

TABLE 2 – Exemple de calcul de la CMJ dynamisée

Source : Auteur

2.6 Construction d'un outil Excel permettant de simuler l'utilisation de la logique DDMRP dans l'horizon temporel considéré

1. Calcul des niveaux des buffers

Les niveaux des buffers présentent en **Figure 5** se caractérisent par une zone verte calculer par la multiplication du délai de découplément (7jours) x facteur délai(majoration)=926 La zone jaune est calculé par la

consommation moyenne de la période (délai de découplage).

La zone rouge est subdivisée en zone de base identique à la consommation moyenne de la période, et une zone de sécurité calculer par la majoration de la consommation moyenne dans le délai de découplage

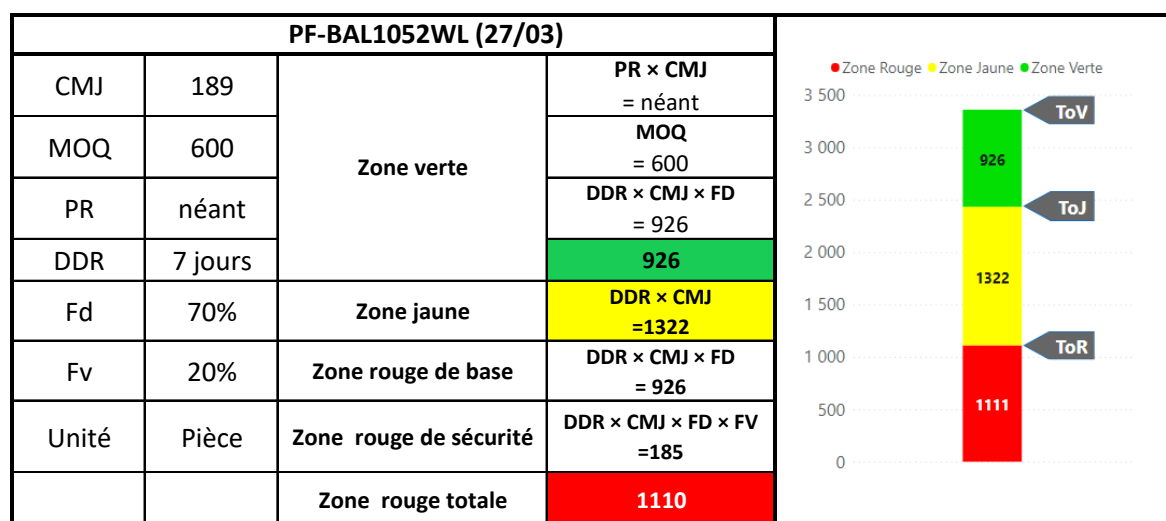


FIGURE 5 – Exemples de calcul des zones dans un buffer " PF-BAL1052WL "

Source : Auteur

Une fois le produit fini est dimensionné, nous passons aux produits composants présente en Figure 6 directement liés, nous constatons pour ce composant que le délai du découplage est plus faible que le produit fini et une consommation moyenne journalière plus importante, il résulte une zone rouge moins importante que celle du produit fini.

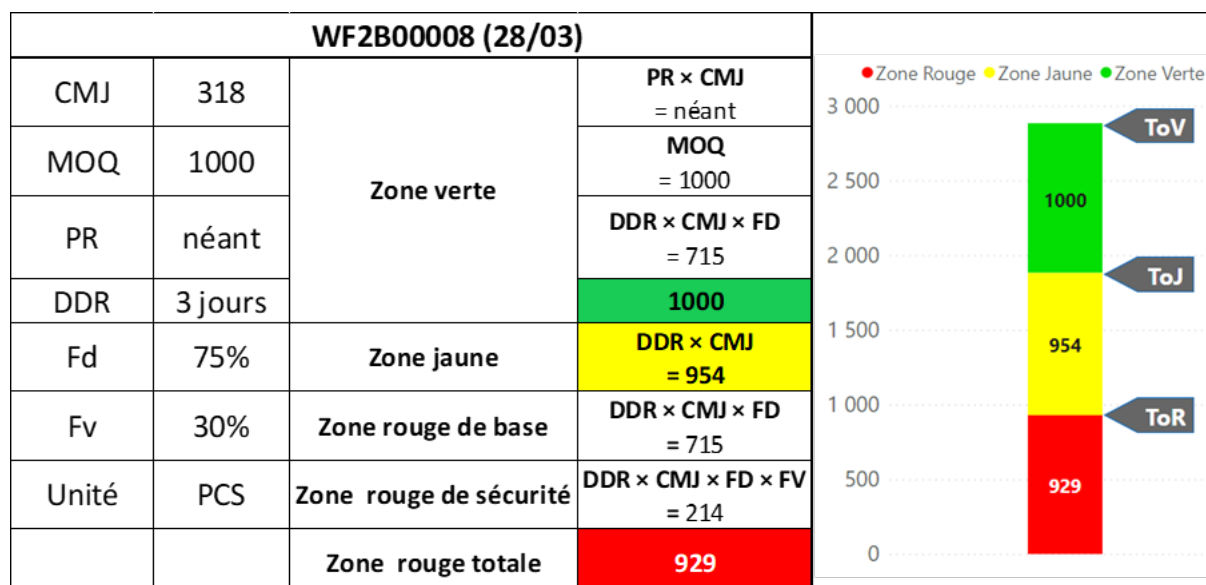


FIGURE 6 – Exemples de calcul des zones dans un buffer " WF2B00008 "

Source : Auteur

2. Ajustements des buffers

Ajustements Hebdomadaire :

Le Table 3 révèle que chaque fois la consommation moyenne journalière diminue les dimensions des zones vertes, jaunes, rouges baisses, par contre des que la CMJ augmente pour une semaine un ajustement est réalise pour la semaine prochaine en augmentant le niveau des zones.

Semaine	DDR	CMJ	FD	FV	ZV	ZJ	ZR
13	7	206	70%	20%	1009	1442	1211
14	7	171	70%	20%	835	1193	1002
15	7	151	70%	20%	748	1052	884
16	7	157	70%	20%	769	1098	923
17	7	134	70%	20%	677	935	786
18	7	95	70%	20%	603	660	554
19	7	102	70%	20%	601	712	598
20	7	141	70%	20%	687	982	825
21	7	145	70%	20%	709	1013	851
22	7	104	70%	20%	613	725	609

TABLE 3 – Variation de la CMJ " PF-BAL1052WL "

Source : Auteur

Ajustements Annuel :

Nous avons allongé notre simulation des Buffers sur la variation de la consommation réelle de l'année **2022** dans la **Figure 7**, où le graphique révèle des pics de dimensionnement en oct-nov-dec. Ces pics traduisent la couverture de la variabilité de la consommation dans cette période.

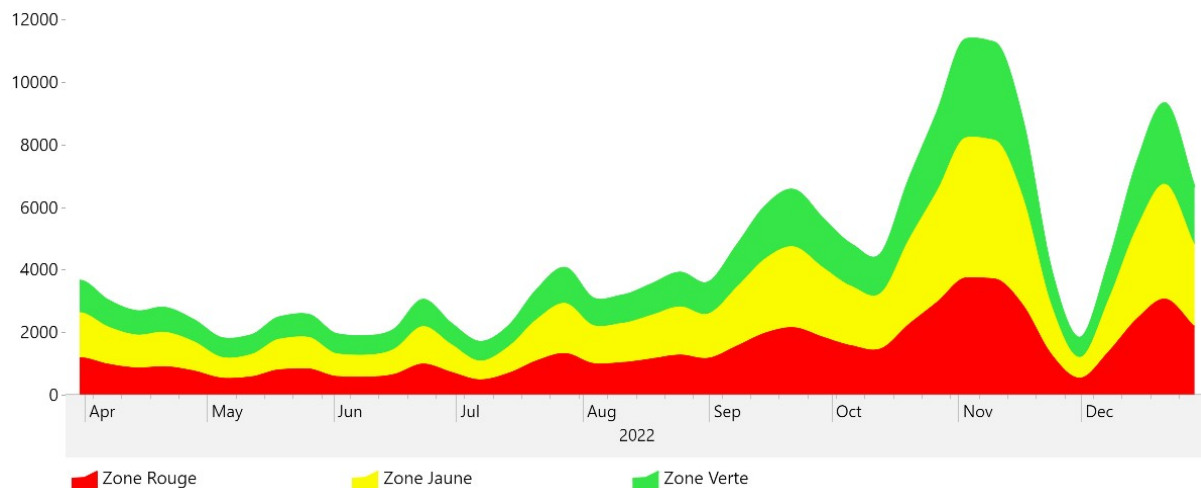


FIGURE 7 – Évolution du buffer " PF-BAL1052WL "

Source : Auteur

3 RÉSULTAT ET DISCUSSION

3.1 Paramètre DDMRP

Pour essayer de tester les lancements des ordres de fabrication, nous résumons les résultats obtenus auparavant par la tableau suivant **Table 4**, l'article fini machine a lavée est repris avec ces composants Bufferises et non bufferises en définissant leur mode gestion et donc les bufférisées suivent la méthode DDMRP avec ces paramètres (délai de découplage , facteur délai , facteur de variabilité.) et les non Bufferises suivent MRPII en absence de tous ces paramètres.

Article au 26/3		Paramètre DDMRP										
Code Article	Type de gestion	Méthode de gestion	Stock de sécurité	Règle de lotissement	Quantité minimale de commande	Facteur de délai	Facteur de variabilité	Délai découplé	Seuil de pic de demande	Horizon demande qualifiée	Horizon de calcul CMJ -	Horizon de calcul CMJ +
PF-BAL1052WL	Bufférisé	DDMRP	Dynamisé	Lot de reapprovisionnement	600	70%	20%	7	3*CMJ	7	7	7
WF2V00020	Non Bufférisé	MRP	1208	LxL	2000	-	-	-	-	-	-	-
MZ2M00099	Bufférisé	DDMRP	Dynamisé	Lot de reapprovisionnement	12250	25%	25%	53	3*CMJ	53	53	53
WF2R00015	Bufférisé	DDMRP	Dynamisé	Lot de reapprovisionnement	2160	70%	30%	28	3*CMJ	28	28	28
WW2R00029	Non Bufférisé	MRP	986	LxL	-	-	-	-	-	-	-	-
WF2B00008	Bufférisé	DDMRP	Dynamisé	Lot de reapprovisionnement	1000	75%	30%	3	3*CMJ	3	3	3

TABLE 4 – Les paramètres DDMRP des articles bufférisés et non bufférisés

Source : SAMHA Home Appliance

3.2 Les ordres pour " PF-BAL1052WL "

Le calcul des ordres de fabrication pour le produit fini sont représentés dans cette **Table 5**

			11					12					13					14				
			13/3	14/3	15/3	16/3	17/3	20/3	21/3	22/3	23/3	24/3	27/3	28/3	29/3	30/3	31/3	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4
PF-BAL1052WL	Commande client		196	316	0	0	108	51	314	287	122	51	463	122	345	660	119	0	0	0	649	0
Délai	2	Réception attendue	1200	1200	1200	1200	1200	0	0	0	0	0	1906	1906	1906	1906	3365	1458	1458	1458	1458	0
Délai découplé	7	Demande qualifiée											1123	1431	345	660	768	649	649	649	649	453
Horizon pic demande		Flux disponible											3355	2584	3548	2888	3579	3579	3579	3579	3579	3126
Fd	70%	Stock physique	1617	2621	2305	2305	2197	3346	3032	2745	2623	2572	2109	1987	1642	982	863	2769	2769	2769	2120	3579
Fv	20%	Fin d'ordre		1200	0	0	0	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1906	0	0	0	1458
Cycle de commande	3	début d'ordre		0	0	0	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1906	0	0	0	1458	0	0
Quantité minimale de commande (MOQ)	600	Création d'ordre		1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1906	0	0	0	1458	0	0	0	0	0
Mul. de commande		Taille de Lot											1906	0	0	0	1458	0	0	0	0	0
Seuil de pic de demande		Top V											3355	3355	4042	3978	3579	3414	3259	3194	2606	2677
		Top J											2431	2431	2928	2882	2593	2473	2361	2314	1888	1939
		Top R											1110	1110	1337	1315	1184	1129	1078	1056	862	885
Horizon CMJ -	7	CMJ		189	189	227	224	201	192	183	180	147	151	566	566	682	671	604	576	550	539	440
Horizon CMJ +	7	Seuil de pic de demande																				

TABLE 5 – Calcul d'ordre pour PF-BAL1052WL

Source : Auteur

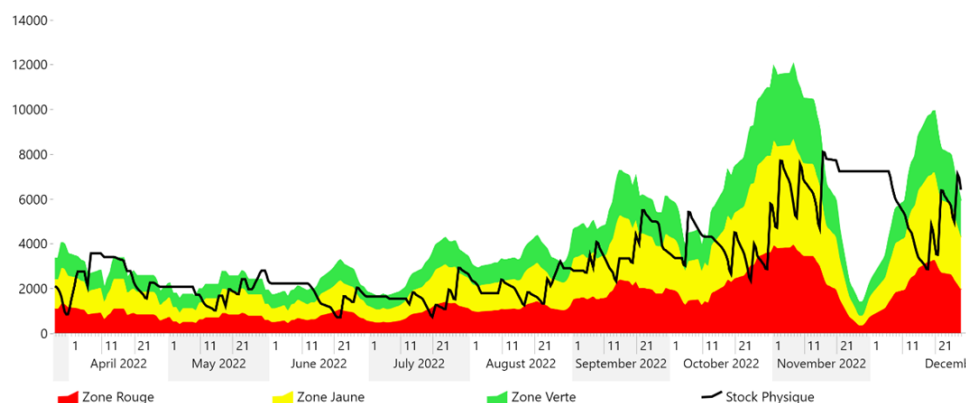


FIGURE 8 – Évolution du stock physique du PF-BAL1052WL par rapport aux 3 zone

Source : Auteur

Le **graphique 8** illustre l'évolution du stock physique du PF-BAL1052WL selon différentes zones. Nous pouvons observer que le niveau de stock suit les oscillations des zones. Le stock se maintient généralement entre la

zone verte et la zone jaune.

3.3 Pilotage des OF planifies fermes des articles bufferises

Dans cette partie le suivi de la production va se faire par un ordonnancement des OF planifies, La priorite des OF est determinee a l'aide du taux de penetration du buffer (Pb) comme indique dans le tableau **Table 6** suivant :

		13					12					13					14				
		27/3	28/3	29/3	30/3	31/3	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4	10/4	11/4	12/4	13/4	14/4	17/4	18/4	19/4	20/4	21/4
PF-BAL1052WL	Commande client	463	122	345	660	119	0	0	0	649	0	0	157	0	0	0	178	453	0	475	272
Délai	2 Réception attendue	1906	1906	1906	1906	3365	1458	1458	1458	1458	0	0	0	0	0	0	0	705	705	705	705
Délai découplé	7 Demande qualifiée	1123	1431	345	660	768	649	649	649	649	453	0	1085	928	947	0	178	1400	947	947	744
Horizon pic demande	Flux disponible	3355	2584	3548	2888	3579	3579	3579	3579	3579	3126	3579	2494	2494	2475	3422	3244	2549	2549	2549	2277
Fd	70% Stock physique 2572	2109	1987	1642	982	863	2769	2769	2769	2120	3579	3579	3422	3422	3422	3422	3244	2791	2791	2316	2044
Fv	20% Fin d'ordre	0	0	0	0	0	1906	0	0	0	1458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cycle de command	3 début d'ordre	0	0	0	1906	0	0	0	1458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	705
Quantité minimale de	600 Création d'ordre	1906	0	0	0	1458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	705	0	0	0
	Taile de Lot	1906	0	0	0	1458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	705	0	0	0
Mul. de commande	Top V	3355	3355	4042	3978	3579	3414	3259	3194	2606	2677	2814	2032	2428	2774	3373	3373	2549	2665	2780	2581
Seil de pic de demande	Top J	2431	2431	2928	2882	2593	2473	2361	2314	1888	1939	2039	1432	1759	2009	2444	2444	1846	1930	2014	1870
	Top R	1110	1110	1337	1315	1184	1129	1078	1056	862	885	931	654	803	917	1116	1116	843	881	919	853
Horizon CMJ -	7 CMJ	189	189	227	224	201	192	183	180	147	151	158	111	137	156	190	190	143	150	156	145
Horizon CMJ +	7 Seil de pic de demande	566	566	682	671	604	576	550	539	440	452	475	333	410	468	569	569	430	450	469	435
Taux de pénétration		100%	77%	88%	73%	100%	105%	110%	112%	137%	117%	127%	123%	103%	89%	101%	96%	100%	96%	92%	88%

TABLE 6 – Pénétration du buffer

Source : Auteur

Un taux de pénétration du buffer de 110% indique un excédent de stock, ce qui signifie que le flux disponible dépasse la capacité maximale du bouffer. Cela peut être le résultat d'une production excessive par rapport a la demande actuelle. Dans cette situation, il serait judicieux de prendre des mesures pour réduire le taux de pénétration du buffer et équilibrer l'offre et la demande.

Lorsque le taux de pénétration du buffer dépasse les 100%, il est essentiel d'évaluer attentivement la situation et de prendre des décisions appropriées pour éviter les problèmes lies a un excès de stock. Cela peut inclure la réduction de la production, l'accélération des livraisons ou la mise en oeuvre de promotions pour stimuler la demande.

Il est également important de noter que plus le taux de pénétration du buffer est faible, plus l'ordre est considère comme urgent. Un faible taux de pénétration indique que la capacité du buffer est proche de sa limite, ce qui peut entrainer des retards ou des ruptures de stock si des mesures appropriées ne sont pas prises rapidement.

En résumé, avec un taux de pénétration du buffer de 110%, il est nécessaire d'analyser la situation et de prendre des mesures pour réduire l'excédent de stock, afin d'assurer un équilibre entre l'offre et la demande et d'éviter des problèmes opérationnels.

3.4 Tableau de bord DDMRP

L'application de la méthode DDMRP nécessite un tableau de bord pour suivre et mesurer les différentes étapes de cette méthode, afin de mieux gérer la production et les approvisionnements. Pour cela, nous avons opté pour la mise en place d'une Business Intelligence (BI) grâce au logiciel SQL Server en créant un data Warehouse (BrandtDW). Ce data Warehouse nous a permet de collecter toutes les données nécessaires pour mesurer les faits relatifs aux approvisionnements et aux stocks en établissant des relations avec les dimensions produit, temps et entrepôt. Ensuite, nous avons créé un cube OLAP présenter dans la figure suivante afin d'analyser ces données et de les transformer en tableaux de bord grâce au logiciel Power BI.

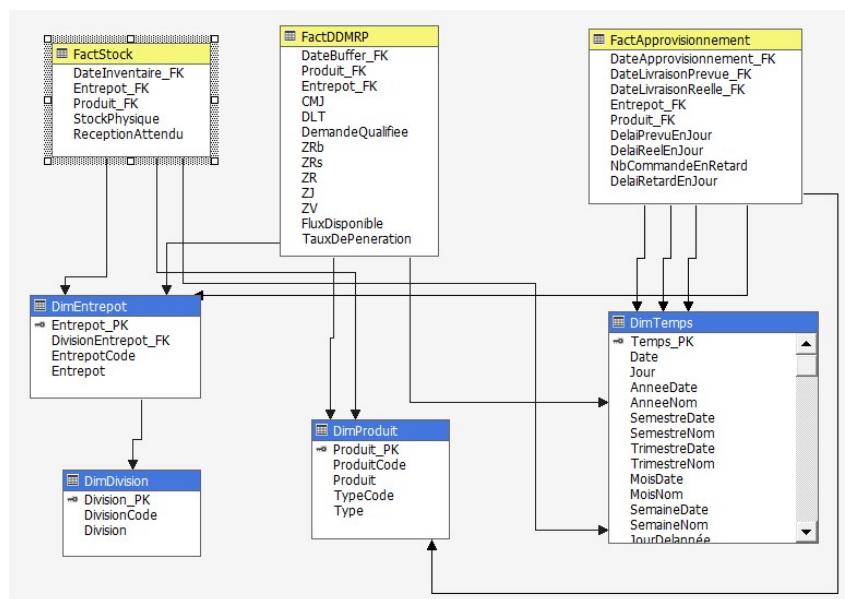


FIGURE 9 – Schéma multidimensionnel "Cube"

Source : Auteur

La première interface du tableau de bord DDMRP présente une vue globale des indicateurs essentiels du DDMRP. Elle inclut des graphiques montrant l'évolution du buffer en relation avec le stock physique, le délai découplé, la consommation moyenne journalière, le flux disponible et le taux de pénétration minimum sur une période donnée. De plus, un tableau affiche les valeurs de la consommation moyenne journalière et de la demande qualifiée.

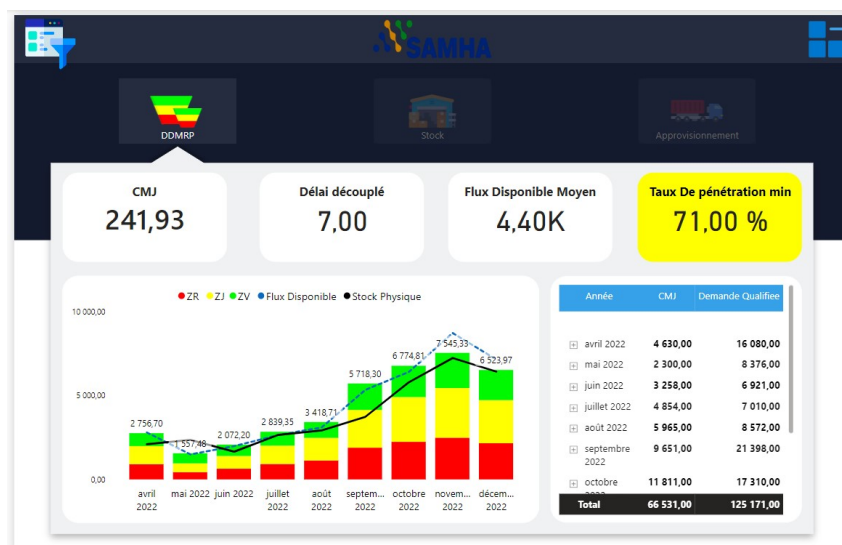


FIGURE 10 – interface "DDMRP"

Source : Auteur

La deuxième interface du tableau de bord DDMRP, "Stock", offre une vue détaillée et précise des niveaux de stock. Elle présente l'évolution du stock au fil du temps, ainsi que le flux disponible. Cette interface permet une surveillance facile des niveaux de stock.

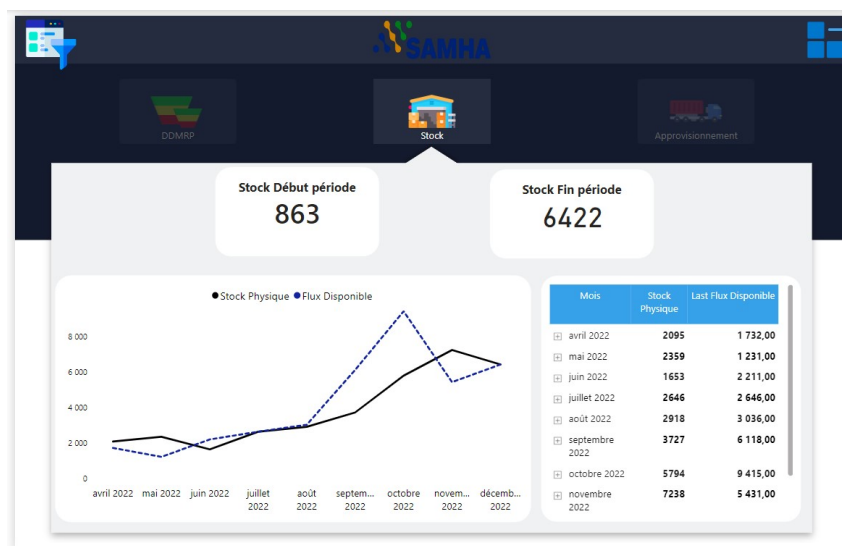


FIGURE 11 – interface "Stock"

Source : Auteur

La dernière interface du tableau de bord DDMRP, "Approvisionnement", se concentre sur les aspects clés de l'approvisionnement. Elle présente des métriques importantes telles que le délai prévu moyen, le délai réel moyen, le délai retard moyen et le pourcentage de commandes en retard.

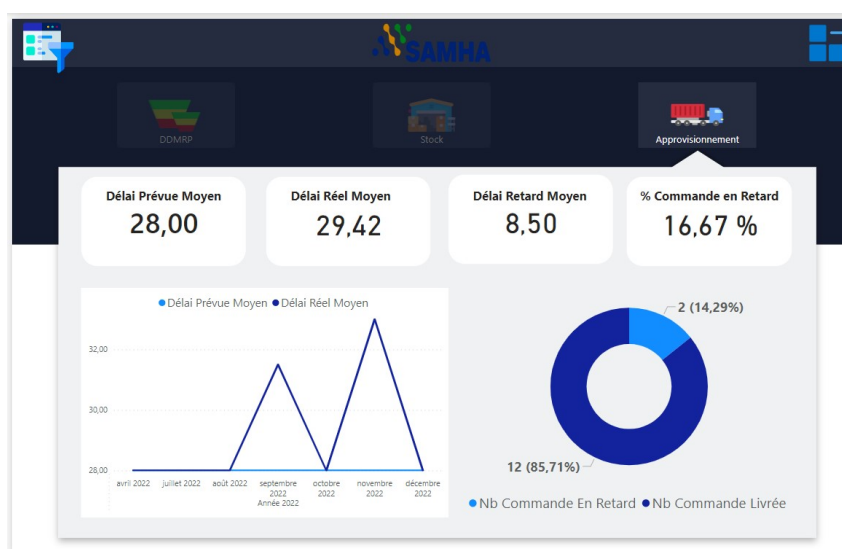


FIGURE 12 – Interface "Approvisionnement"

Source : Auteur

La fenêtre de filtrage du tableau de bord DDMRP permet aux utilisateurs de personnaliser les données affichées en utilisant les filtres « Date », « Produit » et « Entrepôt » pour mieux visualiser et prendre la bonne décision quel produit est prioritaire pour un lancement d'ordre selon le taux de pénétration et quel produit est en danger selon la courbe du stock physique afin de le réapprovisionner à temps.



FIGURE 13 – interface "Filtre"

Source : Auteur

CONCLUSION

En conclusion, l'application de la méthode DDMRP a été un succès pour l'entreprise SAMHA. Elle a permis d'optimiser la gestion des stocks, d'éviter les ruptures de stock pour les composant lentille et manchette, de réduire le délai découplé et d'améliorer la fluidité de la Supply Chain. Grâce aux buffers stratégiquement positionnés, l'entreprise a pu absorber la variation de la demande et prendre des décisions éclairées en utilisant un tableau de bord réalisé par un système de Business Intelligence (BI) pour une meilleure planification et suivi de la production.

Les résultats obtenus à travers les simulations réalisées grâce aux analyses de données ont démontré l'efficacité de la méthode DDMRP, tant dans les cas de demande variable que de demande stable, en retard ou à temps. Il est important de souligner qu'une adaptation pertinente des paramètres de ces facteurs est essentielle pour s'adapter à l'environnement et à la volatilité de la demande des clients.

Cependant, il est crucial de prendre en compte les contraintes de coûts de stockage pour obtenir une vision globale de la performance. Pour cela, des perspectives futures devraient être envisagées pour évaluer davantage cette méthode et s'assurer qu'elle reste adaptable à tout type d'environnement et réactive aux changements.

Des méthodes push et pull ont été adoptées pour des volumes de production spécifiques et des scénarios d'incertitude afin de planifier et de contrôler la production. La poursuite du développement de méthodes hybrides ou intégrées permet de tirer profit d'approches opposées. La littérature concernant la Demand-Driven Material Requirements Planning (DDMRP) prouve sa supériorité dans des conditions d'incertitude interne et externe pour la production à grand volume par rapport à la méthode push la plus implémentée (manufacturing requirements planning MRPII). Les entreprises qui ont adopté cette méthode fabriquent en moyenne 10 à 15 pièces par produit, avec 2 ou 3 niveaux de nomenclatures.

Dans cet article, nous évaluons l'applicabilité de DDMRP dans un environnement de fabrication complexe (par exemple, des produits de quatre niveaux de nomenclature) en termes de satisfaction client et de niveaux de stock. Les éléments tamponnés et non tamponnés regroupés dans sept types de structures de découplage ont contribué à cette complexité. Nous avons développé un modèle DDMRP à des fins de planification et d'exécution, qui a été simulé dans le logiciel d'événements discrets d'ARENA. Nous avons analysé le stock disponible du modèle et les commandes en retard. Le DDMRP fonctionne efficacement dans les conditions de fabrication considérées. Il permet d'éviter les ruptures de stock et les sur-stocks, de réduire les délais de livraison de 41% et de réduire les niveaux de stock de 18%. Le succès de cette méthode; cependant, dépend du positionnement stratégique des tampons.

RÉFÉRENCES

- [Barth. Marc, 2022] Barth. Marc, D. D. (2022). *ERP Supply Chain Management Des origines à DDMRP : Maitrise opérationnelle des méthodes de planification et de pilotage avec un ERP*. Edition Barth-Damands.
- [Bayard et al., 2020] Bayard, S., Grimaud, F., and Delorme, X. (2020). *Présentation des Etudes de cas de l'étude ESCAPADD*. PhD thesis, Mines Saint-Etienne.
- [Bozutti and Esposto, 2019] Bozutti, D. F. and Esposto, K. F. (2019). Sales and operations planning : a comparison between the demand-driven and traditional approaches. *International Journal of Production Management and Engineering*, 7(1) :23–38.
- [Dessevre et al., 2020] Dessevre, G., Lamothe, J., Pomponne, V., Baptiste, P., Luras, M., and Pellerin, R. (2020). A ddmrp implementation user feedbacks and stakes analysis. In *ILS 2020-8th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*, pages 204–211.
- [Ducrot and Ahmed, 2019] Ducrot, L. and Ahmed, E. (2019). Investigation of potential added value of ddmrp in planning under uncertainty at finite capacity.
- [Kristensen and Jonsson, 2018] Kristensen, J. and Jonsson, P. (2018). Context-based sales and operations planning (s&op) research : A literature review and future agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(1) :19–46.
- [MacCarthy et al., 2016] MacCarthy, B. L., Blome, C., Olhager, J., Srai, J. S., and Zhao, X. (2016). Supply chain evolution—theory, concepts and science. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(12) :1696–1718.
- [Martin et al., 2018] Martin, G., Baptiste, P., Lamothe, J., Miclo, R., and Luras, M. (2018). A process map for the demand driven adaptive enterprise model : Towards an explicit cartography. In *ILS 2018-7th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*, pages p–664.
- [Meinzel, 2019] Meinzel, L. (2019). Ddmrp : presentation of a new solution of stock management and master production scheduling. Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya.
- [Miclo et al., 2019] Miclo, R., Luras, M., Fontanili, F., Lamothe, J., and Melnyk, S. A. (2019). Demand driven mrp : assessment of a new approach to materials management. *International Journal of Production Research*, 57(1) :166–181.
- [Paul H. Pittman, J. Brian Atwater, 2022] Paul H. Pittman, J. Brian Atwater (2022). *ASCM Supply Chain Dictionary 17th*. ASCM, Chicago.
- [Pereira et al., 2020] Pereira, D. F., Oliveira, J. F., and Carravilla, M. A. (2020). Tactical sales and operations planning : A holistic framework and a literature review of decision-making models. *International Journal of Production Economics*, 228 :107695.
- [Pillet et al., 2020] Pillet, M., Martin-Bonnefous, C., Bonnefous, P., and Courtois, A. (2020). *Gestion de production : les fondamentaux et les bonnes pratiques*. Éditions Eyrolles.
- [Ptak and Smith, 2019] Ptak, C. and Smith, C. (2019). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) : Version 3*. G - Reference, Information and Interdisciplinary Subjects Series. Industrial Press, Incorporated.
- [Tuomikangas and Kaipia, 2014] Tuomikangas, N. and Kaipia, R. (2014). A coordination framework for sales and operations planning (s&op) : Synthesis from the literature. *International journal of production economics*, 154 :243–262.
- [Velasco Acosta et al., 2020] Velasco Acosta, A. P., Mascle, C., and Baptiste, P. (2020). Applicability of demand-driven mrp in a complex manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 58(14) :4233–4245.