



HAL
open science

Vers une approche globale pour soutenir le processus Adaptive Sales and Operations Planning

Jean-Baptiste Vidal, Raphaël Oger, Matthieu Luras, Jacques Lamothe,
Romain Miclo

► **To cite this version:**

Jean-Baptiste Vidal, Raphaël Oger, Matthieu Luras, Jacques Lamothe, Romain Miclo. Vers une approche globale pour soutenir le processus Adaptive Sales and Operations Planning. CIGI-Qualita21 : 14ème Conférence Internationale Génie Industriel QUALITA, May 2021, Grenoble (à distance), France. pp.126-133. hal-03332004

HAL Id: hal-03332004

<https://imt-mines-albi.hal.science/hal-03332004v1>

Submitted on 2 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vers une approche globale pour soutenir le processus Adaptive Sales and Operations Planning

JEAN-BAPTISTE VIDAL¹, RAPHAEL OGER¹, MATTHIEU LAURAS¹, JACQUES LAMOTHE¹, ROMAIN MICLO²

¹ IMT Mines Albi, Centre Génie Industriel
IMT Mines Albi, France
jean.vidal@mines-albi.fr
jacques.lamothe@mines-albi.fr
matthieu.lauras@mines-albi.fr
raphael.oger@mines-albi.fr

²AGILEA
Toulouse, France
romain.miclo@agilea-group.com

Résumé –

Dans un contexte de plus en plus incertain, les entreprises sont toujours à la recherche de l'optimisation de la planification de leur supply chain. Depuis 2011, des auteurs proposent une nouvelle approche appelée DDAE/DDMRP censée permettre de réagir de manière agile dans un contexte complexe et volatile, le graal est-il là ? Cette approche rencontre un succès grandissant au niveau des industriels et des scientifiques mais ce système de planification hiérarchisée multi-niveaux (opérationnel, tactique, stratégique) comporte de nombreuses zones d'ombres qui restent à éclaircir. Cette étude se porte sur le niveau stratégique de ce modèle : le processus AS&OP. A date, AS&OP n'étant pas suffisamment précisément défini et outillé, nous proposons de développer un système d'aide à la décision dédié. Cette étude apporte deux contributions distinctes : une modélisation du processus métier AS&OP ainsi qu'une approche logicielle associée permettant de soutenir l'aide à la décision. Nous étudions le potentiel de l'utilisation des arbres de décisions et de la gestion des risques pour développer une planification scénarisée dans cette optique. Cette plateforme d'expérimentation appelé AS&OP-DSS est testée sur un cas illustratif. L'article conclut sur la faisabilité de cette approche et ouvre sur un ensemble de perspectives de recherche.

Abstract –

In an increasingly uncertain context, companies are always looking for relevant means able to optimize their supply chain planning. Since 2011, some authors propose a new approach called DDAE/DDMRP which is supposed to allow reacting in an agile way in a complex and volatile context. Is the grail there? This approach is meeting with growing success among practitioners and scholars, but this multi-level hierarchical planning system (operational, tactical, strategical) has many grey areas that remain to be cleared up. This study focuses on the strategic level of this model: the AS&OP process. For now, AS&OP is not accurately defined and equipped. Consequently, we propose to develop a dedicated decision support system. This study brings two distinct contributions: a modeling of the AS&OP business processes and an associated software approach to support the decision mechanism. We study the potential of using decision trees and risk management approaches to develop a scenario-oriented planning with this perspective. This experimentation platform called AS&OP-DSS is tested on a theoretical case. The article concludes on the feasibility of this approach and opens avenues for future research.

Mots clés – S&OP, AS&OP, DDMRP, système d'aide à la décision, gestion des risques, planification scénarisée

Keywords – S&OP, AS&OP, DDMRP, Decision Support System, Risk Management, scenario planning

Requirements Planning (MRP2). L'objectif étant de pouvoir continuer à engendrer des bénéfices tout en optimisant l'utilisation des ressources de l'entreprise. Mais comme le démontre (Miclo et al., 2019), la plupart de ces méthodes ne parviennent pas à traiter correctement les incertitudes et les variabilités croissantes auxquelles les entreprises doivent faire face aujourd'hui. Dans un contexte où les ruptures de chaîne d'approvisionnement deviennent la norme, la récente crise liée à la COVID-19 en étant un bel exemple, une innovation récente se distingue : le *Demand Driven Adaptive Enterprise* ou DDAE.

1 INTRODUCTION

La mondialisation des marchés et la concurrence accrue ont conduit les entreprises à maximiser leur rentabilité tout en tenant mieux compte des incertitudes et des variations de leur contexte. En matière de *Supply Chain Management* (SCM), les praticiens et les chercheurs ont développé de multiples approches pour gérer cette situation : Juste à temps (JIT), Théorie des contraintes (TOC), LEAN ou encore *Material*

Depuis 2011, le DDAE tente de faire une synthèse des pratiques des précédentes méthodes de planification de production, et y ajoute quelques innovations (Smith & Smith, 2014). (Miclo et al., 2019) démontrent que cette approche permet d'être plus agile et robuste dans un contexte perturbé que les méthodes Kanban et MRP2. Cependant, malgré l'intérêt croissant des praticiens et des universitaires pour le DDAE, celle-ci n'en est encore qu'à ses débuts et nécessite des contributions supplémentaires pour consolider à la fois la méthode elle-même ainsi que les systèmes d'aide à la décision associés (Miclo et al., 2019). Le *Demand Driven Institute* (DDI (DDI, (s. d.))) est une association de praticiens internationaux du SCM, du LEAN et de la TOC qui a consacré beaucoup d'efforts au cours de la dernière décennie à décrire par le détail le niveau opérationnel du DDAE dit DDOM (*Demand Driven Operation Model*). Malheureusement, le DDI demeure beaucoup plus vague sur les niveaux tactique et stratégique de la méthode. Ainsi, le niveau stratégique, appelé AS&OP (*Adaptive Sales and Operations Planning*) a rarement été étudié et gagnerait à faire l'objet d'études supplémentaires pour soutenir des mises en œuvre concrètes (J.-B. Vidal et al., 2018). Parmi tous les axes d'amélioration possibles, une question clef concerne la faisabilité de l'utilisation d'une approche *what-if analysis* ou planification scénarisée pour soutenir l'aide à la décision dans un environnement incertain. En effet, pour gagner en robustesse et en agilité dans un environnement DDAE, (C. Ptak & Smith, 2019) préconisent que les équipes de direction prennent leurs décisions non pas sur la base d'un unique scénario d'étude, ni même de quelques-uns, mais bien sur la base d'une multitude intégrant des hypothèses de risques et d'opportunités (fournisseur qui fait faillite, nouveau marché, variation des ventes, capacité, paramètres du modèle opératoire, etc.). Bien que les praticiens valident le principe de cette orientation, il n'existe pas aujourd'hui d'approche globale structurée, ni d'outil d'aide à la décision capable de générer et traiter ces scénarios dans une optique AS&OP prenant en compte les spécificités de l'approche DDAE.

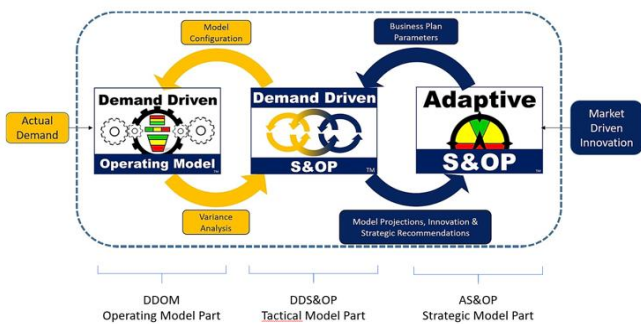


Figure 1. Modèle DDAE (C. Ptak & Smith, 2019)

Ce travail de recherche se concentre finalement sur cet énoncé du problème et tente (i) de démontrer la faisabilité de l'utilisation d'une approche de planification scénarisée pour soutenir le processus AS&OP, et (ii) de discuter des avantages et des limites d'une telle approche.

La suite du document est composée de 4 sections principales. Premièrement, une analyse de la littérature est développée afin de positionner les questions de recherche et la contribution attendue. Deuxièmement, un modèle intégrant une approche planification scénarisée est proposé pour soutenir la prise de décision. Troisièmement, un cas illustratif est présenté afin de valider la contribution et discuter de ses avantages et de ses limites. Quatrièmement, une conclusion rapide est donnée et des pistes de recherche futures sont proposées.

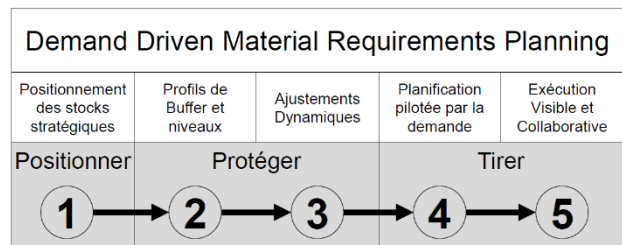
La question de recherche suivante peut être formulée : *Comment développer un système d'aide à la décision soutenant efficacement le processus AS&OP ?*

2 REVUE DE LITTÉRATURE

2.1 Fondamentaux du DDAE et du DDMRP

Depuis 2011, le *Demand Driven Institute* (DDI) a conçu, développé et popularisé le modèle DDAE par des formations, des conférences, des mises en œuvre et des publications (C. Ptak & Smith, 2019; Martin et al., 2018; Smith & Smith, 2014; Demand Driven Institut, (s.d.)). Fondamentalement, le modèle DDAE suit une structure hiérarchique de planification classique (Figure 1.), comme pour le MRP2 (C. Ptak & Smith, 2019). En général, il comprend trois niveaux de planification consacrés respectivement aux questions opérationnelles (*Demand Driven Operation Model DDOM*), tactiques (*Demand Driven Sales and Operations Planning DDS&OP*) et stratégiques (*Adaptive Sales and Operations Planning AS&OP*).

Le DDMRP fait partie intégrante du DDOM (Bahu et al., 2019). Le DDMRP est un système de gestion des flux présenté dans (C. A. Ptak & Smith, 2011) qui consiste à mixer en une même approche les avantages d'un système à flux poussé et d'un système à flux tiré. La mise en œuvre d'un système DDMRP est présenté dans (C. Ptak & Smith, 2019), elle se fait en plusieurs étapes : (i) positionnement stratégique des buffers



de stock, de temps ou de capacité, (ii) dimensionnement des buffers, (iii) ajustement dynamique de ces buffers (iv) planification pilotée par la demande et (v) exécution des ordres de planification.

Figure 2. Cinq composante de DDMRP (C. Ptak & Smith, 2019)

L'innovation DDMRP réside principalement dans l'intégration de buffer de stock qui est géré par une loi de re-complètement spécifique au comportement dynamique. Chaque buffer de stock est constitué de plusieurs zones (figure 3.) dont les tailles changent au fil du temps en fonction de différents paramètres : la consommation moyenne journalière (*Average Daily Usage ADU*), le délai découpé (*Decoupled Lead Time DLT*), le Facteur de délai (*Lead Time Factor LTF*), le facteur de variabilité (*Variability Factor VF*) et la quantité économique (*Minimum Order Quantity MOQ*). (C. A. Ptak & Smith, 2011) propose des règles de calcul pour chaque zone à partir de ces principaux paramètres. A noter que la zone verte peut être calculée de trois manières différentes en fonction de la prise en compte par exemple d'un MOQ ou alors d'un cycle d'approvisionnement imposé. La façon de dimensionner cette zone verte est choisie par l'entreprise pour la façon la plus pratique de le faire : en général, c'est la valeur maximale de (1), (2) ou (3) (figure 3.). En fonction de la position d'un indicateur d'état du flux (calculé via l'équation du flux disponible (C. Ptak & Smith, 2019)), un ordre de re-complètement est alors généré. Comme ces zones évoluent en fonction de la demande, ceci ajuste automatiquement le comportement de la loi de pilotage du stock géré par buffer, ce qui lui donne bien la caractéristique dynamique attendue.

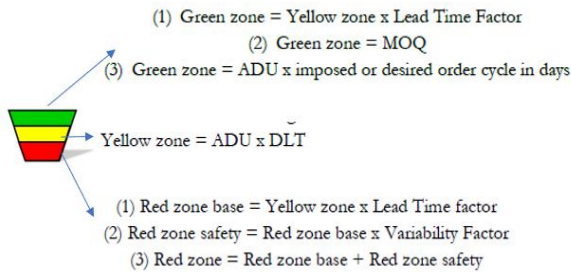


Figure 3. Principe d'un buffer de stock DDMRP (Miclo, 2016)

Pour plus de détail sur le mécanisme du DDMRP dans son ensemble, le lecteur peut se référer à (C. Ptak & Smith, 2019; Bahu et al., 2019; Smith & Smith, 2014; Demand Driven Institute, (s.d.)).

2.2 Récents travaux de recherche autour du DDAE

Plus récemment, les scientifiques ont commencé à étudier le système DDAE (Dessevre et al., 2020; Bayard et al., 2020; Ducrot & Ahmed, 2019; Meinzel, 2019; Miclo et al., 2019; Acosta et al., 2019; Miclo, 2016) notamment en se concentrant sur les spécificités de l'étage opérationnel DDOM. Ils ont notamment démontré l'agilité du DDMRP, en particulier dans des environnements perturbés et incertains, pour maintenir les performances (coûts, délais et stocks). Le comportement du modèle DDMRP dans différents environnement a également été étudié afin de confirmer ou d'infirmer les principales hypothèses proposées par le DDI. Il est à noter qu'à ce jour, la communauté scientifique n'a étudié que très peu l'ensemble du système DDAE, et s'est principalement intéressée aux détails du modèle DDMRP du DDOM. Une explication peut être que le terme DDMRP initialement utilisé par le DDI pour désigner à la fois l'ensemble DDAE en co-construction et son modèle opératoire DDOM est visiblement associé dans la communauté scientifique uniquement à l'élément DDMRP du DDOM. Néanmoins, (Bozutti & Esposito, 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 DDAE.

2.3 Processus AS&OP, S&OP et planification scénarisée

(Pittman & Atwater, 2016) définissent Sales and Operations Planning S&OP comme « *Processus de développement des plans tactiques qui donne à la direction les moyens de piloter l'activité pour obtenir un avantage concurrentiel de manière continue, en intégrant dans la chaîne logistique les plans commerciaux des produits actuels ou à venir. Le processus intègre tous les plans de l'entreprise (vente, marketing, développement, production, approvisionnement et financement) dans un ensemble unique* ». Plusieurs articles récents (Pereira et al., 2020; Nabil et al., 2018; Kristensen & Jonsson, 2018; Tavares Thomé et al., 2012; Tuomikangas & 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. Ils préconisent d'étudier (i) le potentiel de la planification scénarisée via S&OP, (ii) l'intégration de la gestion des risques via S&OP (iii) la considération poussée de l'incertitude. Or (Martin et al., 2018) ont souligné que les caractéristiques de l'AS&OP sont très proches de celles du S&OP mais ont quand même mis en évidence certaines spécificités : (i) positionnement des buffers

au niveau stratégique et (ii) capacité à traiter des opportunités stratégiques.

Concernant le premier point, au niveau du DDOM, la position et la nature des buffers dans le flux sont des éléments dimensionnant importants. Changer ces éléments est un bras de levier possible pour répondre à des opportunités de marché mais leurs effets doivent être estimés et validés par le niveau stratégique pour garantir la capacité à exécuter la nouvelle dynamique qui en résultera au niveau opérationnel. C'est une facette de DDAE qui ne semble pas encore bien étudiée.

Sur le second point, (Oger et al., 2020) proposent un système d'aide à la décision explorant le potentiel de la scénarisation dans un environnement incertain au niveau de la gestion stratégique de la chaîne de logistique globale. Ils démontrent le potentiel de celle-ci et concluent qu'il serait intéressant d'étendre cette piste à des niveaux de granularité plus fin comme celui du S&OP. (Tiberius et al., 2020; Lindgren & Bandhold, 2002) explicitent que la scénarisation reste sous-exploitée pour le traitement des sujets stratégiques. Par extension, il est intéressant d'étudier toutes ces possibilités au travers de l'étude de AS&OP car les praticiens via le DDI reprennent fréquemment ces idées sans pour autant proposer d'outillage pour le faire.

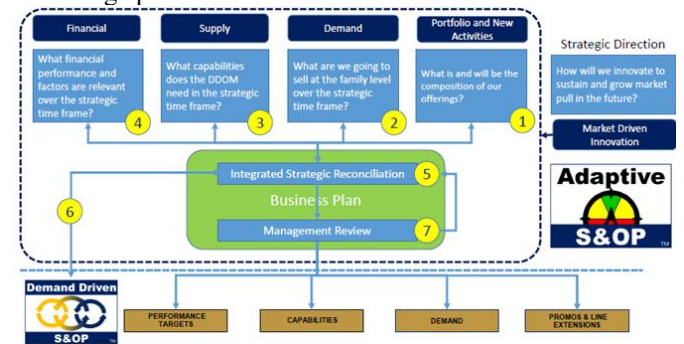


Figure 4. Processus AS&OP (C. Ptak & Smith, 2019)

(J.-B. Vidal et al., 2018) concluent que le processus d'AS&OP (Figure 4.) proposé par le DDI (C. Ptak & Smith, 2019) restent flou quant à l'orchestration des étapes.

(J. Vidal et al., 2020) ont notamment fait remarquer qu'une ambiguïté demeure quant au niveau de granularité à prendre en compte pour soutenir le processus AS&OP ainsi qu'une absence de modèle proposée par le DDI pour calculer ces indicateurs. Nous intégrerons dans notre étude le modèle purement agrégé proposé par (J. Vidal et al., 2020) qui permet un calcul des indicateurs de performance de type charge/capacité et Besoin en Fonds de Roulement (BFR) sur la base de la donnée pertinente de prévisions de vente établies au niveau de la famille de produit.

3 PROPOSITION

Nous considérons qu'un système d'aide à la décision inclut une vision processus métier et un système d'information dédié associé (*Decision Support System* DSS). Les paragraphes suivants présentent nos propositions sur ces deux aspects : (i) processus métier suggéré et (ii) les caractéristiques du DSS associé.

3.1 Processus métier AS&OP

La Figure 5. présente notre proposition au format *Business process model and notation* BPMN d'un processus métier AS&OP intégrant une orchestration des principales étapes vis-à-vis des services de l'équipe AS&OP : direction, finance, opérations industrielles (approvisionnement, production,

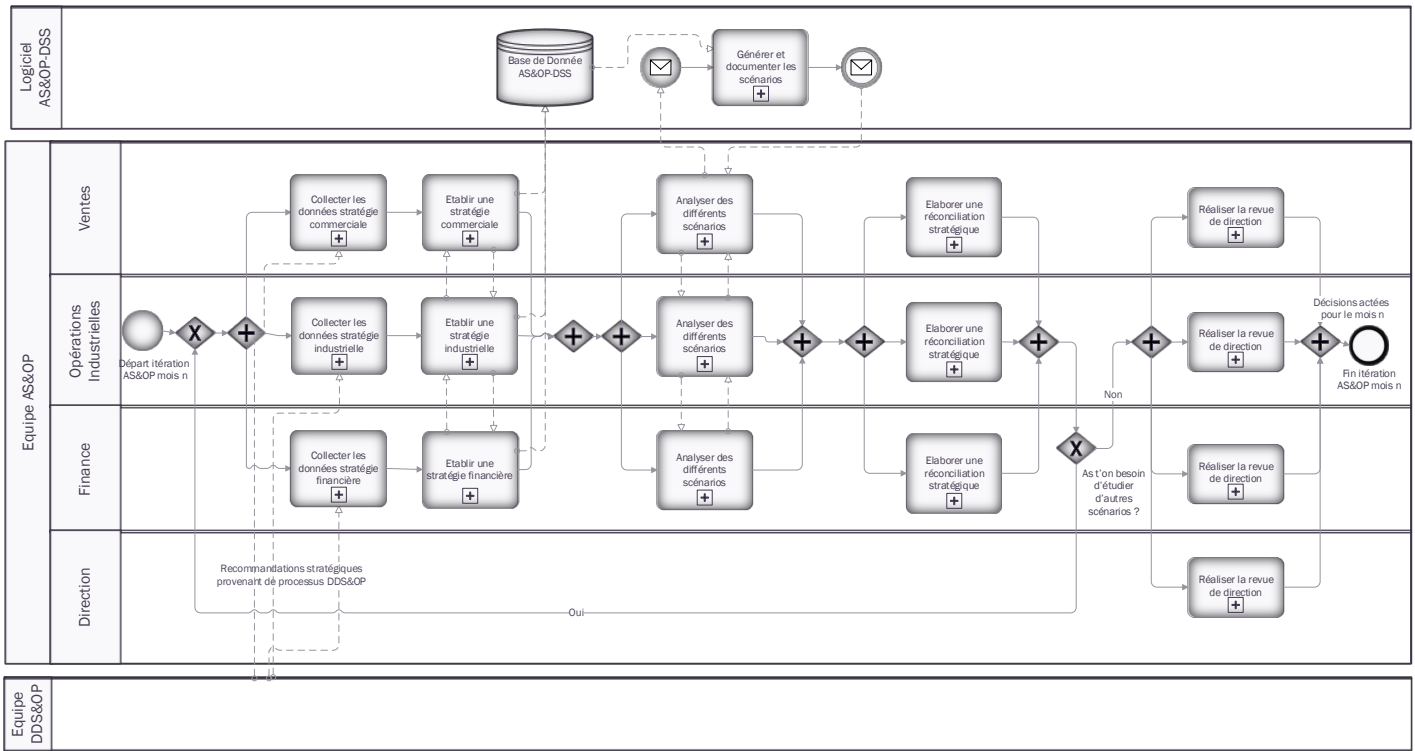


Figure 5. Proposition Processus Métier AS&OP

distribution) et ventes. L'étape « établir une stratégie » intègre l'identification des sources de des risques et des opportunités recommandées par le DDI. Ces données sont utilisées par notre système d'aide à la décision nommé AS&OP-DSS (*Adaptive Sales and Operations Planning Decision Support System*) pour apporter une solution technique à l'étape « Analyser les différents scénarios ». Enfin, l'étape « réaliser la revue de direction » incorpore la préconisation du DDI d'archiver les hypothèses réalisées pour acter les décisions de l'itération du mois n, afin d'en tirer des apprentissages lors des itérations futures du processus AS&OP.

3.2 Caractéristiques du DSS

La Figure 6. donne la vision d'ensemble du processus de fonctionnement de notre proposition AS&OP-DSS dont nous détaillons ci-dessous les principaux éléments.

L'AS&OP-DSS utilise les données suivantes en entrée : (i) les données techniques du scénario nominal (ii) les risques et (iii) les opportunités. Les données techniques incluent toutes les informations habituellement utilisées lors d'un processus S&OP classique (prévisions de vente, prix de vente, niveau des stocks, caractéristiques du système de production...). Les risques et opportunités représentent des événements possibles qui peuvent impacter fortement la performance globale de l'entreprise. Nous définissons une opportunité comme une décision à étudier pouvant apporter un effet bénéfique à la performance de l'entreprise. Le Tableau 1. présente les principales opportunités qui sont adressées au niveau AS&OP. Ces opportunités y sont classées en différents domaines de décision que les praticiens utilisent (Slack & Lewis, 2002). Un risque est un événement pouvant impacter de manière négative cette même performance pouvant être issue d'une des quatre sources suivantes : (i) variabilité de la demande, (ii) variabilité opérationnelle, (iii) variabilité d'approvisionnement ou (iv) variabilité du management.

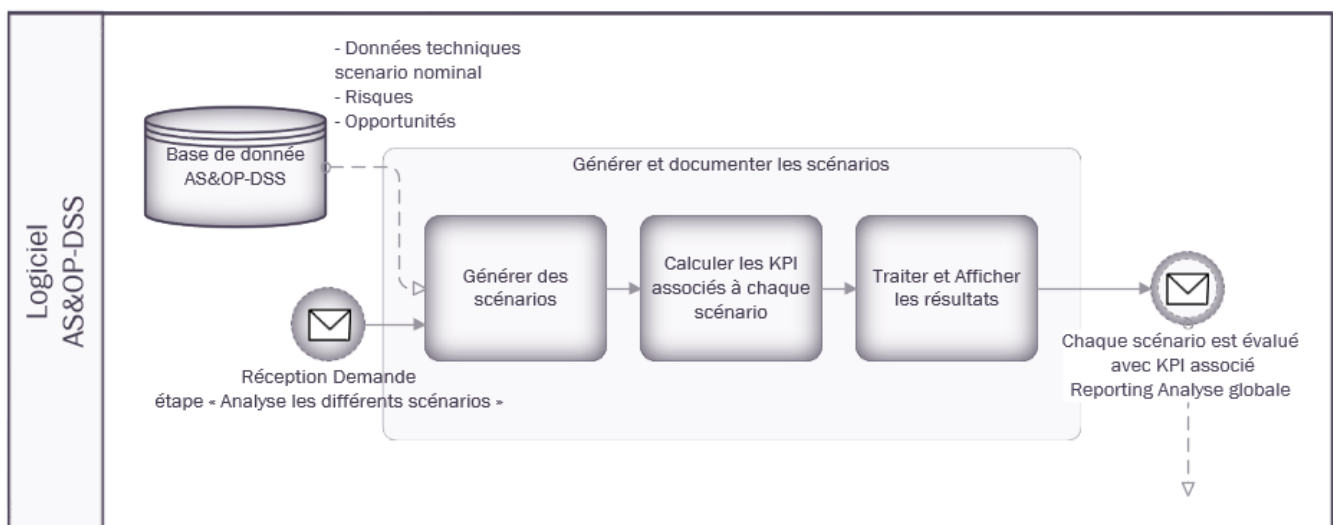


Figure 6. Processus détaillé AS&OP-DSS

A partir de ces données, trois étapes se succèdent : (i) Générer des scénarios, (ii) Calculer les indicateurs de performance associés à chaque scénario et (iii) Traiter et afficher les résultats. Les décideurs de l'équipe AS&OP peuvent alors jouer leurs rôles et acter ou tester de nouveau leurs décisions.

Ce sous-processus Figure 6. constitue le cadre pour structurer nos recherches, nos propositions à réaliser et les discussions associées. Les paragraphes 3.2.1 à 3.2.4 présentent le détail de chacune des étapes de ce modèle AS&OP-DSS

Tableau 1. Exemple d'opportunités adressées durant le processus AS&OP inspiré par (Slack & Lewis, 2002)

	DOMAINES DE DECISION	EXEMPLE
STRATEGIE INDUSTRIELLE	CAPACITAIRE Se préoccupe de la manière dont la capacité et les installations en général devraient être configurées	Capacité d'adaptation/changement
	RÉSEAU D'APPROVISIONNEMENT Concernes la manière dont les opérations sont liées à travers la chaîne logistique globale Capacité d'adaptation/changement	Fabriquer ou acheter un produit ? Changer de fournisseur
	TECHNOLOGIE DES PROCESS Concernes les process utilisés pour transformer les matières premières en produits finis.	Intégrer une nouvelle technologie
	AMELIORATION DE L'ORGANISATION Concernes la manière de convertir l'organisation en une meilleure	Réduire les temps de changement de série,
	GESTION DE PRODUCTION Concernes la manière dont les opérations gèrent la gestion des flux de production	Modification des paramètres du modèle DDMRP : position buffer, type de buffer, dimensionnement des buffers
STRATEGIE VENTE	PORTEFOLIO, NOUVELLES ACTIVITÉS et DEMANDE Se préoccupe de la façon dont le marché devrait être configuré	Se positionner sur un nouveau marché
STRATEGIE FINANCIERE	FINANCE Concernes la gestion des objectifs financiers	Modifier / adapter le niveau des objectifs financiers à atteindre sur une période donnée

3.2.1 Étape « Générer des scénarios »

Notre proposition consiste à structurer la génération des scénarios par le biais d'un arbre de décision. Les éléments de segmentation pris en compte peuvent être classés en trois groupes d'événements issues de l'interprétation des données d'entrées de l'étape : (i) stratégie commerciale, (ii) stratégie industrielle et (iii) risques (Figure 7.) Le groupe « stratégie commerciale » permet d'intégrer les données techniques nominales et les opportunités liées aux domaines de décision des stratégies vente et financière (Tableau 1.). De même pour le groupe « stratégie industrielle » avec les domaines de décisions associés (Tableau 1.). Enfin le groupe « risques » génère des scénarios sur la base de valeurs différentes qu'une donnée pourra prendre dans un intervalle connu suivant une règle de balayage à définir ou sur les variables de modèles ou les données impactées.

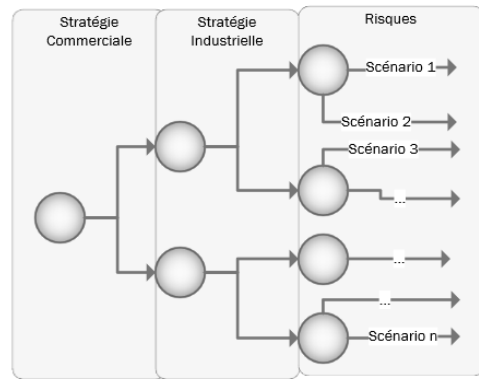


Figure 7. Principe de génération de scénarios

3.2.2 Étape « Calculer les indicateurs de performance associés à chaque scénario »

Pour cette étape, nous prenons en compte les apports d'une précédente étude qui propose un modèle de projection du comportement du DDMRP adapté au niveau stratégique (J. Vidal et al., 2020). Les indicateurs de performance recommandés par (Smith & Smith, 2014) y sont instanciés pour la perspective financière d'une part par le BFR et pour la perspective de capacité d'autre part par le taux de charge sur ressource critique.

3.2.3 Étape « Traiter et afficher les résultats »

Après la précédente étape, nous disposons d'un nombre de scénarios évalués important. Afin de faciliter l'aide à la décision de l'équipe AS&OP, notre proposition est de permettre un affichage sous forme de tableaux de bords flexibles et pouvant être modifiables à loisir de manière manuel par les décideurs, en agrégeant si nécessaires les données de manière cohérente. Cette agrégation est notamment guidée par l'utilisation d'un arbre de décision ciblant les nœuds générés par une option décisionnelle que les décideurs souhaitent voir illustrer et nécessitant de ce fait, le traitement adapté des scénarios associés (Figure 8.).

Aujourd'hui de nombreux logiciels de visualisation de données permettent de réaliser ceci. Nous optons pour l'utilisation du logiciel Tableau Software® (Tableau Software, (s.d.)) en s'inspirant de (Oger, 2019). Le traitement se fera donc de manière manuelle à travers les possibilités de ce logiciel.

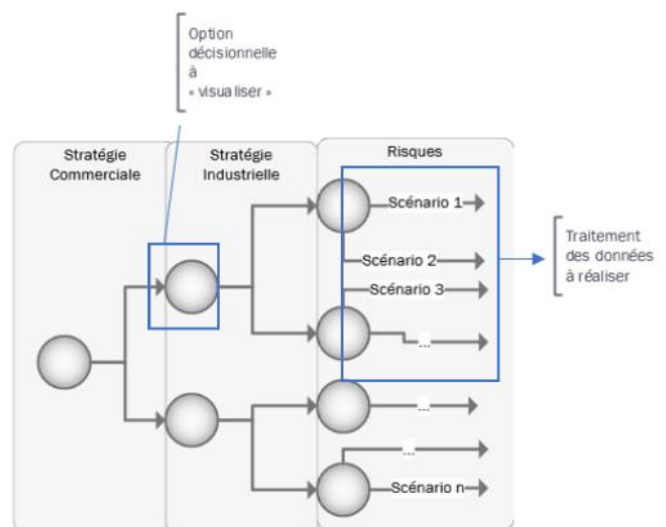


Figure 8. Principe d'utilisation de l'arbre de décision pour traiter et afficher les résultats

4 EXPERIMENTATION ET DISCUSSION

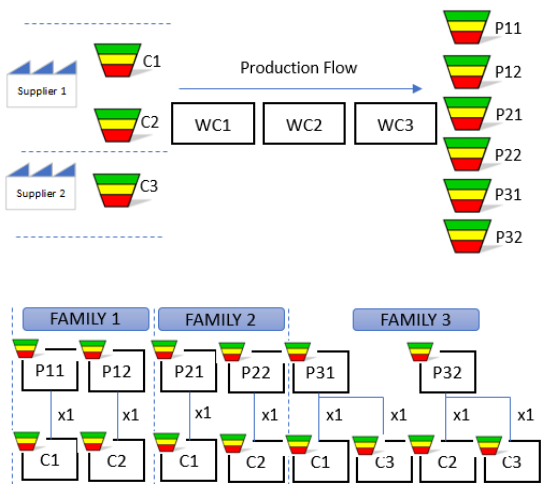
Afin de valider nos propositions, nous réalisons une expérience sur un cas illustratif dans un contexte incluant un scénario nominal, une opportunité et deux risques à travers notre programme AS&OP-DSS. Nous nous positionnons à l'étape « Analyser les différents scénarios » de notre processus AS&OP.

4.1 Plateforme d'expérimentation

Le moteur de la plateforme a été développé en langage Python afin de supporter les étapes « Générer des scénarios » et « Calculer les indicateurs associés à chaque scénario » en intégrant les éléments clés présentés dans la section 3. Un lien a ensuite été établi entre ce moteur et le logiciel de visualisation de données Tableau Software® (Tableau Software, (s.d.)). L'ensemble constitue notre plateforme d'expérimentation AS&OP-DSS. La suite présente le détail d'une expérimentation représentative.

4.2 Présentation du cas d'étude

Ce cas théorique est basé sur l'étude un atelier de production en *flow shop* composé de centres de charge WC_r avec $r \in \{1,3\}$, de produits P_{ij} divisés en familles F_i avec $i \in \{1,3\}$ et $j \in \{1,2\}$ ainsi que des composants achetés C_k avec $k \in \{1,3\}$. Une ressource critique est le centre de charge WC2. Chaque produit final P_{ij} et chaque composant C_k est géré individuellement par un buffer de stock physique. La Figure 9 décrit les principales données utilisées qui correspondent aux données techniques du scénario nominal. Le Tableau 2. rassemble les données concernant les risques et opportunités sur notre cas théorique.



Demand		Resource Planning			Finance		Operating Model				
Family	Product	WC1 (min/p)	WC2 (min/p)	WC3 (min/p)	Cube Utilization (m3)	Price (Dollars)	Margin Contribution (Dollars)	DLT	LTF	FV	MOQ
F1	P11	0,3	0,8	0	0,01	30	15	60	0,4	0,5	50
	P12	0,3	0,7	0	0,01	30	15	60	0,4	0,5	50
F2	P21	0,3	1,2	0,1	0,01	30	20	20	0,2	0,75	50
	P22	0,3	1,3	0,1	0,01	30	20	20	0,2	0,75	50
F3	P31	0,3	2	0,5	0,01	100	60	20	0,2	0,8	10
	P32	0,3	2,5	0,5	0,01	100	60	20	0,2	0,8	10

		Cube Utilization (m3)	Price	DLT	FD	FV	MOQ
Supplier 1	C1	0,005	2	5	0,7	0,3	200
	C2	0,005	3	5	0,7	0,3	200
Supplier 2	C3	0,005	20	30	0,3	0,75	200

Capacity	min per day	m3
WC1	480	
WC2	480	
WC3	480	
WH		250

Figure 9. Données techniques du scénario nominal du cas d'étude

Tableau 2. Risques et opportunités de notre cas théorique

	Désignation
Risque	la capacité du centre critique peut chuter de 20% Les prévisions de vente sont connues sous forme d'intervalle par mois.
Opportunité	Un nouveau marché est à l'étude avec une augmentation de 20% sur la famille 1 de volume de vente à partir du mois prochain

4.3 Utilisation de notre suite AS&OP-DSS sur cas théorique

La Figure 10. Présente l'arbre de décision de notre étude de cas avec 184 scénarios à générer issue de la combinatoire de la situation nominale, de l'opportunité et des deux risques.

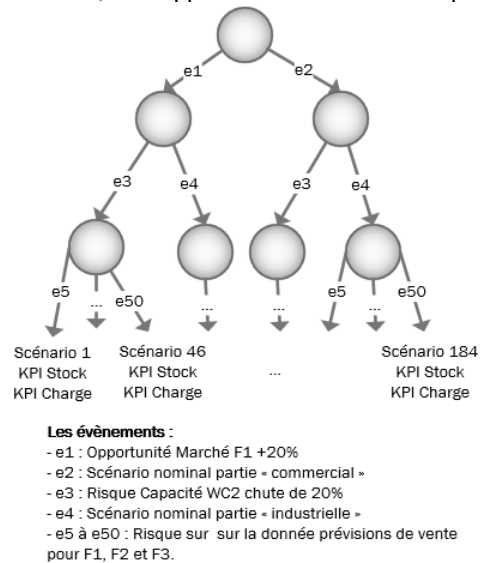


Figure 10. Arbre de décision de notre cas d'étude

Family	Product	Sales volume	Saisonnality	Market	Price	contribution margin	DLT	Variability
F1	P11	High	non	Market 1	low	low	long >1 month	low
	P12	High	yes	Market 1	low	low	long >1 month	low
F2	P21	Low	no	Market 1	low	middle	middle <1 month	middle
	P22	Low	no	Market 1	low	middle	middle <1 month	middle
F3	P31	Sporadic	no	Market 2	high	high	middle <1 month	high
	P32	Sporadic	no	Market 2	high	high	middle <1 month	high

Supplier	Component	DLT	Variability	Buying Cost
Supplier 1	C1	short	low	low
	C2	short	low	low
Supplier 2	C3	long	High	high

Work Center	Critical Resource
WC1	no
WC2	yes
WC3	no
WH	yes

L'exécution du programme permet d'obtenir en moins d'une minute un tableau de bord complet permettant d'observer simultanément les indicateurs intégrés comme le BFR, l'état de charge sur le centre critique ou encore l'évolution de chaque buffer stratégique. La Figure 11. par exemple montre la variation du BFR sur l'horizon de projection AS&OP (24 mois) indiquant les résultats de manière agrégé pour les 184 scénarii suivant l'axe des ordonnées et suivant l'axe des abscisses les différentes variantes de nominal, risque et opportunité du cas d'étude : (i) nominal, (ii) risque (iii) opportunité et (iv) risque et opportunité. Elle montre aux décideurs que la perte de capacité a peu d'impact sur le

BFR. Par contre l'opportunité de marché induit une croissance de 20% du BFR L'incertitude sur la donnée de prévisions de vente engendre une variation de 5% du BFR sur chaque période considérée.

Nous avons ensuite testé d'autres alternatives décisionnelles en évaluant des variantes basées sur le Tableau 1. Toutes ces variantes ont été testées avec succès dans une durée de temps réelle compatible avec la durée moyenne accordée par les praticiens sur ce type de processus décisionnel. L'objectif étant de valider la faisabilité de la démarche, nous n'avons pas cherché à « optimiser » les décisions sur ce cas d'étude.

4.4 Discussions sur expérimentation

Premièrement, l'expérimentation nous a permis de tester la capacité de notre proposition de processus métier AS&OP, supporté par notre proposition d'AS&OP-DSS, à intégrer les recommandations décrites par le DDI : préparation des stratégies, intégration dans les supports informatiques dédiés, intégration de risques et opportunités pour avoir une vision réaliste du champs des possibles, génération des nombreux scénarios associés, visualisation des résultats et remédiation pour tester de nouvelles alternatives décisionnelles pour corriger les éléments nécessaires comme par exemple la limite capacitaire atteinte.

Deuxièmement, l'utilisation d'un arbre de décision structuré a permis de rapidement mettre en forme de manière intelligible le tableau de bord avec les nombreuses données générées en un minimum d'affichage.

Troisièmement, le délai d'exécution du script mesurée à chaque itération a été de 40 à 60 secondes ce qui permet une utilisation possible tant en direct pendant une réunion pour refaire tourner des scénarios/refaire des itérations que pendant la phase de préparation d'une réunion.

Quatrièmement, les décideurs doivent actuellement traiter manuellement les informations provenant du AS&OP-DSS, certes dans un logiciel flexible d'élaboration de tableaux de bords, mais avec de très nombreux scénarios à étudier, ce qui peut être contreproductif. De plus, tester manuellement les décisions pour valider un impact est possible mais reste sujet à la capacité des décideurs à percevoir ces possibilités. Automatiser la proposition de préconisations au niveau de l'étape « traiter et afficher les résultats », ou tout du moins la caractérisation de l'impact de certaines options décisionnelles face aux incertitudes du décideur, est possible en formalisant un arbre de décision. La structure de l'arbre formalise la hiérarchie des décisions que se posent les utilisateurs et les incertitudes qui leur font face. Sur chaque nœud, le ou les critères de décision peuvent être formalisés. Les feuilles constituent un ensemble de scénarios à évaluer. Le traitement des résultats, des feuilles jusqu'à la racine, permet ainsi de formaliser la ou les stratégies dominantes.

Cinquièmement, l'intégration du modèle agrégé proposé par (J. Vidal et al., 2020) a rendu possible notre proposition, cependant ce modèle n'a pas été caractérisé en profondeur en matière de sensibilité, de robustesse ni même de justesse par rapport à un modèle DDMRP non agrégé. Il semble donc important d'établir celle-ci et notre plateforme d'expérimentation peut nous permettre de le réaliser correctement via plusieurs plans d'expériences dédiés.

suivante: *Comment développer un système d'aide à la décision soutenant efficacement le processus AS&OP ?*

Nous avons notamment proposé un processus métier associé à AS&OP plus formel et détaillé que le schéma de principe proposée par les créateurs de la méthode. Nous avons également élaboré une approche structurée pour développer un système d'aide à la décision (DSS) intégrant les originalités du processus AS&OP. Nous avons également implanté avec succès cette approche dans un premier programme informatique opérationnelle. Nos propositions présentent un potentiel certain pour soutenir le processus AS&OP. Cependant, ce travail n'en est qu'à son début et permet d'ores et déjà de dégager plusieurs perspectives de recherche suivant deux volets : (i) processus métier AS&OP et (ii) support logiciel AS&OP-DSS.

Pour le premier volet (i), une expérimentation scénarisée avec des praticiens pourrait apporter un premier recul sur cette proposition. Dans notre revue de littérature nous avons également identifié des propositions de processus DDS&OP et DDMRP, mais aucune associant l'ensemble des niveaux en même temps de manière cohérente. Cette approche plus formelle aiderait également à une comparaison plus fine entre les différents travaux réalisés de modélisation du processus S&OP.

Pour le deuxième volet (ii), notre étude laisse le décideur faire le tri dans la multitude des scénarios manuellement, une amélioration pourrait être l'intégration d'une préconisation automatisée des décisions sur la base de l'exploitation de l'arbre des décisions. Nous pouvons également envisager étudier l'apport à notre AS&OP-DSS de l'utilisation de méthodes de type Aide Multicritères à la Décision (MCDA) en intégrant des critères de préférence sur les risques et opportunités testées. Le modèle agrégé du DDMRP utilisé dans le programme reste à étudier en profondeur en termes de validité, sensibilité et robustesse. La planification scénarisée mise en avant dans notre proposition pourrait enfin être étendue dans le cadre d'un processus S&OP plus traditionnel appartenant à la logique MRP2.

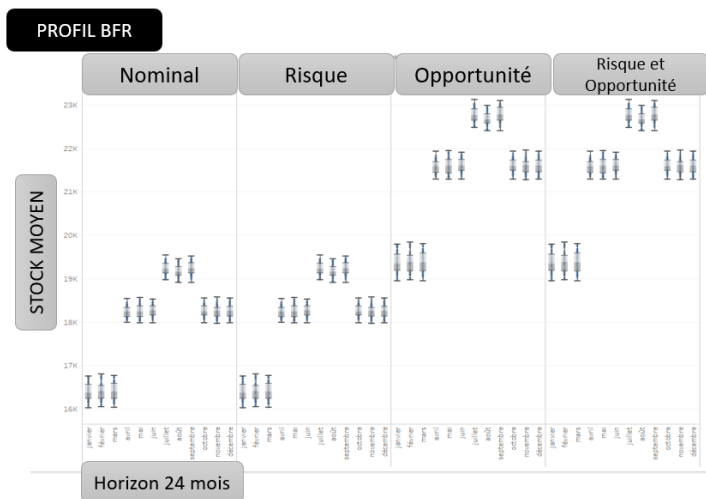


Figure 11. Extrait tableau de bord étude de cas, exemple : indicateur BFR

6 REFERENCES

- Acosta, A. P. V., Mascle, C., & Baptiste, P. (2019). Applicability of Demand-Driven MRP in a complex manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1-13. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650978>

- Bahu, B., Bironneau, L., & Hovelaque, V. (2019). Compréhension du DDMRP et de son adoption : Premiers éléments empiriques. *Logistique & Management*, 27(1), 20-32. <https://doi.org/10.1080/12507970.2018.1547130>
- Bayard, S., Grimaud, F., & Delorme, X. (2020). *Présentation des Etudes de cas de l'étude ESCAPADD* [Report]. Mines Saint-Etienne. <https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-02884848>
- Bozutti, D. F., & 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. <https://polipapers.upv.es/index.php/IJPM/article/view/9469>
- DDI. ((s. d.)). *The Demand Driven Institute*. Ddmain. <https://www.demanddriveninstitute.com>
- Demand Driven Institut. ((s.d.)). *Demand Driven Adaptive Enterprise (DDAE)*. The Demand Driven Institute - World Leader in Demand Driven Education. <https://www.demanddriveninstitute.com/demand-driven-adaptive-enterprise-m>
- Dessevre, G., Lamothe, J., Pomponne, V., Baptiste, P., Lauras, M., & Pellerin, R. (2020). A DDMRP implementation user feedbacks and stakes analysis. *ILS 2020 - 8th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*, 204-211. <https://hal-mines-albi.archives-ouvertes.fr/hal-02940566>
- Ducrot, L., & Ahmed, E. (2019). *Investigation of potential added value of DDMRP in planning under uncertainty at finite capacity*. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/121296>
- Kristensen, J., & 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. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-11-2017-0352>
- Lindgren, M., & Bandhold, H. (2002). *Scenario Planning : The Link Between Future and Strategy*. Springer.
- Martin, G., Baptiste, P., Lamothe, J., Miclo, R., & Lauras, M. (2018). *A process map for the demand driven adaptive enterprise model : Towards an explicit cartography*. <https://hal-mines-albi.archives-ouvertes.fr/hal-01883504>
- Meinzel, L. (2019). *DDMRP : Presentation of a new solution of stock management and master production scheduling*. <https://recercat.cat/handle/2072/360713>
- Miclo, R. (2016). *Challenging the « Demand Driven MRP » Promises : A Discrete Event Simulation Approach* [Ecole nationale des Mines d'Albi-Carmaux]. <http://www.theses.fr/2016EMAC0016>
- Miclo, R., Lauras, M., Fontanili, F., Lamothe, J., & Melnyk, S. A. (2019). Demand Driven MRP : Assessment of a new approach to materials management. *International Journal of Production Research*, 57(1), 166-181. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1464230>
- Nabil, L., El Barkany, A., & El Khalfi, A. (2018). *Sales and Operations Planning (S&OP) Concepts and Models under Constraints : Literature Review*. International Journal of Engineering Research in Africa. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.34.1>
- Oger, R. (2019). *A decision support system for long-term supply chain capacity planning : A model-driven engineering approach* [These de doctorat, Ecole nationale des Mines d'Albi-Carmaux]. <http://www.theses.fr/2019EMAC0013>
- Oger, R., Lauras, M., Montreuil, B., & Benaben, F. (2020). A decision support system for strategic supply chain capacity planning under uncertainty : Conceptual framework and experiment. *Enterprise Information Systems*, 0(0), 1-45. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1793390>
- Pereira, D. F., Oliveira, J. F., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107695>
- Pittman, P., & Atwater, J. B. (2016). *APICS Dictionary, 15th Edition*. APICS.
- Ptak, C. A., & Smith, C. J. (2011). *Orlicky's material requirements planning*. McGraw Hill. http://biblioteca.uazuay.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=78328
- Ptak, C., & Smith, C. (2019). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), Version 3*. Industrial Press, Incorporated.
- Slack, N., & Lewis, M. (2002). *Operations Strategy*. Pearson Education.
- Smith, D., & Smith, C. (2014). *Demand Driven Performance*. McGraw Hill Professional.
- Tableau Software. ((s.d.)). *Tableau : Business Intelligence and Analytics Software*. Tableau. <https://www.tableau.com/home>
- Tavares Thomé, A. M., Scavarda, L. F., Fernandez, N. S., & Scavarda, A. J. (2012). Sales and operations planning : A research synthesis. *International Journal of Production Economics*, 138(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.11.027>
- Tiberius, V., Siglow, C., & Sendra-García, J. (2020). Scenarios in business and management : The current stock and research opportunities. *Journal of Business Research*, 121, 235-242. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.037>
- Tuomikangas, N., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.04.026>
- Vidal, J., Lauras, M., Lamothe, J., & Miclo, R. (2020). Toward an Aggregate Approach for Supporting Adaptive Sales And Operations Planning. *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 1031-1038. <https://doi.org/10.1109/ICIEA49774.2020.9102060>
- Vidal, J.-B., Lauras, M., Lamothe, J., & Miclo, R. (2018). Adaptive Sales & Operations Planning : Innovative Concept for Manufacturing Collaborative Decisions? In L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, & Y. Rezgui (Éds.), *Collaborative Networks of Cognitive Systems* (p. 362-374). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99127-6_31