



Schlumberger

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 des opérations de
la supply chain des Business lines RPI/RPS
-Schlumberger Algérie-**

Réalisé par :

Mr. SAAD Rayan
Mr. ABADOU Ahmed

Encadré par :

Mme. FATIMA Nibouche (ENP)
M. RAMTANE Benkeru (SLB)

Soutenu le 30 Juin 2022, Devant le jury composé de :

Mme. Bahia Bouchafaa : MCA ENP - Président
Mme. Fatima Nibouche : MCA ENP - Promoteur
Mme. Nadjwa Boukadoum : MAA ENP - Examineur



Schlumberger

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 des opérations de
la supply chain des Business lines RPI/RPS
-Schlumberger Algérie-**

Réalisé par :

Mr. SAAD Rayan
Mr. ABADOU Ahmed

Encadré par :

Mme. FATIMA Nibouche (ENP)
M. RAMTANE Benkeru (SLB)

Soutenu le 30 Juin 2022, Devant le jury composé de :

Mme. Bahia Bouchafaa : MCA ENP - Président
Mme. Fatima Nibouche : MCA ENP - Promoteur
Mme. Nadjwa Boukadoum : MAA ENP - Examineur

ملخص

الهدف من هذا العمل هو المساهمة في تحسين أداء سلسلة التوريد على خطوط الأعمال مع وجود فرصة قوية للتحسين من أجل اكتشاف الخلل الوظيفي لديهم. في الخطوة SCOR أولاً ، تم إجراء تدقيق الثانية ، من أجل تحديد خسارة أرباح آخر مرة على الشركة ، تم تصنيفها إلى تأثيرات. بعد ذلك ، تم تصنيف تأثيرات إلغاء الفرص لعدم توفر المعدات وإلغاء الفرص لعدم توفر المنتجات على أنها أهم التأثيرات على الشركة. أخيراً ، بناءً على هذه الملاحظة ، تم إجراء مجموعة من التحليلات لتحديد الأسباب الجذرية لهذه التأثيرات من أجل اقتراح حلول تحسين تهدف إلى القضاء على أسبابها وتحسين أداء سلسلة التوريد. من شلمبرجير الجزائر.

الكلمات الرئيسية. IOT ، سلسلة التوريد ، إدارة المخزون ، مخزون السلامة ، الصيانة التنبؤية ، SCOR ، التدقيق اللوجستي

Summary

The objective of this work is to contribute to the improvement of the performance of the Supply Chain of Schlumberger Algeria.

In a first step, a SCOR audit was performed on the business lines with strong opportunity for improvement in order to detect their dysfunctions. In a second step, in order to quantify the loss of profit of the latter on the company, they were categorized in effects. Subsequently, the effects of cancellation of opportunities for non-availability of equipment and cancellation of opportunities for non-availability of products were classified as the most significant effects on the company. Finally from this observation a battery of analysis was carried out to identify the root causes of these effects in order to propose solutions of improvement intended for the elimination of its causes and the improvement of the performance of the Supply Chain of Schlumberger Algeria.

Keywords: Logistics Audit, SCOR, Supply Chain, Inventory Management, Safety Stock, Predictive Maintenance, IOT.

Résumé

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la performance de la Supply Chain de Schlumberger Algérie.

Dans un premier temps, un audit SCOR a été effectué sur les business lines à forte opportunité d'amélioration afin de déceler leurs dysfonctionnements. Dans un second temps, dans le but de quantifier le manque à gagner de ses derniers sur l'entreprise, ils ont été catégorisés en effets. Par la suite les effets annulation d'opportunités pour non-disponibilité d'équipements et annulation d'opportunités pour non-disponibilité de produits, ont été classés comme effets les plus significatifs sur l'entreprise. Enfin à partir de ce constat une batterie d'analyse a été effectuée pour identifier les causes racines de ces effets afin de proposer les solutions d'amélioration destinées à l'élimination de ses causes et à l'amélioration de la performance de la Supply Chain de Schlumberger Algérie.

Mots Clés : Audit Logistique, SCOR, Supply Chain, Gestion des stock, Stock de sécurité, maintenance prédictive, IOT.

Dédicaces

Je dédie ce travail tout d'abord à mes parents pour m'avoir soutenu dans tout ce que j'ai pu faire,
A ma sœur, qui a toujours été là pour moi,
A ma grand-mère qui a toujours su trouver les bons mots,
A toute ma famille qui ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui,
Aux Papas bien sûr,
A la dream team du lycée,
Aux potos de l'athlétisme,
Aux amis du quartiers,
Et Bien entendue aux polytechniciens en général et aux indus en particulier,

R. SAAD

Dédicaces

A Mes chers parents A Toute ma famille

A Tous ceux qui me sont chers

A Tous mes amis

Je dédie le fruit de mes 22 ans d'études.

Anis

Remerciements

Nous remercions tout d'abord notre encadrante, Mme Nibouche, pour les précieux conseils qu'elle nous a prodigués et pour son soutien tout au long de notre travail.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble de nos professeurs du Génie Industriel, pour ses merveilleuses années d'apprentissage à la fois académique et social.

Nous adressons également, nos sincères remerciements à toutes l'équipe Schlumberger NAF qui nous ont si bien reçu dans les bureaux d'Alger, et dans les bases de Hassi Messaoud, plus particulièrement nos remerciements vont à Khiro, Chrif, Noureddine, Meriem et Schirine pour leurs précieuses aides et motivations. Aussi nous tenons à remercier Mr Mohammed Said Si Abderahmane, country manager sans qui rien de cela d'aurait été possible.

Nous finissons par adresser nos remerciements, à notre encadrant Mr Ramtane Benkerou qui nous a si bien accueilli et intégré à l'entreprise, Merci Ramtane pour les matchs de foot, pour Hassi, pour les nombreux moments de travail teintés de rires, mais surtout pour tout ce que tu nous a inculqués à la fois sur le plan professionnel et personnelle

Table des matières

Table des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	13
1. Etat de l'art	16
1.2 Définitions et Concepts de la Supply Chain	17
1.2.1 La logistique.....	17
1.2.2 De la logistique à la chaîne logistique	17
1.2.3 Le Supply Chain management	18
Sourcing, Procurement and Supply Management.....	18
Materials Management.....	18
Logistique et distribution.....	18
1.3 Gestion des stocks et méthodes d'approvisionnement.....	19
1.3.1 Gestion des stocks.....	19
1.3.1.1 Les différents types de stocks.....	19
1.3.1.2 Les fonctions du stock :	19
1.3.2 Méthodes d'approvisionnement	20
1.3.2.2 Méthodes d'approvisionnement par commandes prévisionnelles	25
1.4 Maintenance industrielle et IOT.....	26
1.4.1 La maintenance industrielle	26
La maintenance corrective	26
La maintenance préventive	26
La maintenance conditionnelle.....	27
La maintenance prédictive	27
1.4.2 L'IOT.....	27
1.4.3 L'IOT dans la maintenance.....	27
1.5 Outils utilisés.....	28

1.5.1 Diagramme d'Ishikawa.....	28
1.5.2 Diagramme de Pareto	29
1.5.3 Retour sur investissement (ROI).....	30
1.6 L'audit Logistique	31
1.6.1 Définition	31
1.6.2 Référentiels d'audit logistique	32
L'ASLOG.....	32
Le Supply Chain Master	32
SCOR (Supply Chain Operations Reference Model).....	33
2. Etude de l'existant	37
2-2 Présentation de Schlumberger.....	38
2-2-1 Schlumberger WorldWide.....	38
2-2-1-1 Les activités de Schlumberger	38
2-2-1-2 Divisions.....	39
2-2-1-3 Répartition des Géo Units.....	41
2-2-1-5 Valeurs de Schlumberger.....	42
2-2-1-6 Schlumberger NAF.....	42
2-2-2 Schlumberger Algérie.....	44
2-2-2-1 Introduction des divisions RPI et RPS (Coiled Tubing, Fracturation).....	44
2-2-2-2 Supply Chain de Schlumberger	46
2-3 l'Audit Logistique.....	47
2.3.1 Choix du Référentiel d'audit.....	47
2.3.2 Déroulement de l'audit.....	49
2-3-1 Processus de Planification.....	51
2-3-1-1 Planification de la Supply Chain.....	53
2-3-1-2 Planification de l'approvisionnement.....	54
2-3-1-3 Planification de la distribution.....	56
2-3-1-3 Caractérisation des dysfonctionnements du processus de planification.....	57
2-3-2 Processus d'approvisionnement.....	58
2-3-2-1 Identification des fournisseurs	60
2-3-2-2 Sélection des fournisseurs	60
2-3-2-3 Création de la commande.....	60

2-3-2-4 Transfert des articles commandés	61
2-3-2-4 Réception et Vérification de la Commande.....	65
2-3-2-5 Processus de Paiement des fournisseurs	65
2-3-2-6 Caractérisation des dysfonctionnements du processus d’approvisionnement	65
2-3-3 Processus de distribution.....	67
2-3-3-1 Préparation des marchandises	68
2-3-3-2 Acheminement des expéditions et sélection des moyens.....	68
2-3-3-3 Émission du bon de travail.....	68
2-3-3-4 Suivi de l'expédition :.....	68
2-3-3-5 Validation du coût	69
2-3-3-6 Caractérisation des dysfonctionnements du processus de distribution.....	69
2-4 Classification des dysfonctionnements.....	70
2-4-1 Catégorisation des dysfonctionnements.....	70
2-4-2 Quantification du manque à gagner dû aux dysfonctionnements.....	72
2.5 Enoncé de la problématique	73
Conclusion du chapitre.....	74
3. Partie Solution	75
3.2 Analyse des effets	76
3.2.1 Effet annulation d’opérations pour non-disponibilité de produits.....	76
3.2.2 Effet annulation d’opérations pour non-disponibilité d’équipements.....	85
3.3 Proposition de solutions d’amélioration.....	89
3.3.1 Effet annulation d’opération pour non-disponibilité de produits.....	89
3.3.1.1 Produits Locaux.....	89
3.3.1.2 Produits Locaux importés.....	89
3.3.1.3 Produits Internationaux.....	93
3.3.2 Effet annulation d’opération pour non-disponibilité d’équipements	98
3.3.3 Tableau de bord pour la fonction Approvisionnement	104
Phase 1 : Définition du périmètre de pilotage.....	104
Phase 2 : Sélection des indicateurs.....	104
Conclusion du chapitre.....	107
Conclusion générale	108
Bibliographie	110
Annexe	113

Table des figures

Figure 1 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à point de commande

Figure 2 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à re-complètement périodique

Figure 3 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement (s,S)

Figure 4 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à (T,r,S)

Figure 5 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à (T,r,Q)

Figure 6 - Illustration du graphique de revue continue d'un stock d'un lead time qui fluctue

Figure 7 - Illustration du graphique de revue périodique d'un stock d'une demande qui fluctue

Figure 8 – Illustration du diagramme d'Ichikawa

Figure 9– Exemple d'un diagramme de Pareto

Figure 10 - Schéma du référentiel Supply Chain Master

Figure 11 - Répartition des divisions au sein de Schlumberger

Figure 12 - Répartition des bassins et GeoUnit de Schlumberger dans le monde

Figure 13 – North Africa GeoUnit

Figure 14 - Structure organisationnelle de la GeoUnit NAF

Figure 15 - Zones de présence de Schlumberger en Algérie

Figure 16 - Illustration des équipements et mode opérationnel du Coiled Tubing (slb.com)

Figure 17 - Illustration des opérations de fracturation

Figure 18 - Choix du référentiel d'audit selon le secteur et zone d'activité

Figure 19 - Domaines couverts par les référentiels

Figure 20- Cartographie du niveau 1 du référentiel SCOR

Figure 21 - Cartographie du niveau 2 du référentiel SCOR

Figure 22 - Illustration de type Metro Map du flux physique des inventaires.

Figure 23 - Cartographie des macro-processus de niveau selon SCOR. Partie Planification

Figure 24 - Cartographie des processus du niveau 3 selon SCOR

Figure 25 - Cartographie des macro-processus de niveau 1. Partie Approvisionnement

Figure 26 - Metro Map du processus d'approvisionnement pour les produits et M&S

Figure 27 - Organigramme du processus d'approvisionnement pour les produits et M&S selon SCOR.

Figure 28 - Organigramme du processus de transfert du fournisseur international vers le GOLD

Figure 29 - Organigramme du processus de transport du GOLD (hub) vers les bases.

Figure 30 - Cartographie des macro-processus de niveau 1 selon SCOR - Partie Livraison

Figure 31 - Organigramme du processus de distribution

Figure 32 - Démarche de résolution des dysfonctionnements.

Figure 33 - Démarche d'analyse des effets

Figure 34 - Diagramme d'Ichikawa sur les ruptures de stocks

Figure 35 - Schéma récapitulatif du clustering des produits.

Figure 36- Diagramme de PARETO sur l'ensemble des produits internationaux de la Business Line Reservoir Performance Intervention (RPI)

Figure 37- Diagramme de PARETO sur l'ensemble des produits internationaux de la Business Line Reservoir Performance Simulation (RPS)

Figure 38 - Histogramme des retards de livraison des bons de commande au niveau des Business Line RPI/RPS

Figure 39 - Consommation des produits sur les 17 derniers mois des produits critiques

Figure 40 - Diagramme d'Ichikawa sur l'effet d'indisponibilité des équipements

Figure 41 - Prototype de SLB Supplier App

Figure 42 - Prototype de SLB Supplier App – phase recherche de produits

Figure 43 - Prototype de SLB Supplier App – partie notifications

Figure 44 - L'effet d'un stock de sécurité sur le niveau de service.

Figure 45 – Consommation des produits L071 sur les 17 derniers mois

Figure 46 – Test de normalité de la demande des produits en utilisant le logiciel Eviews

Figure 47 - Délais d'approvisionnement des produits L071

Figure 48- Test de normalité des données des lead time en utilisant le logiciel Eviews

Figure 49 - Composants d'une unité Coil Tubing

Figure 50 - Tableau de bord d'analyse des produits

Figure 51 - Tableau de bord qui regroupe les indicateurs sélectionnés

Figure A1 – Distribution de données suivant une loi normale avec les probabilités d'occurrence selon les écart types.

Figure C1 Représentation de type Metro Map de la Supply Chain des assets

Figure C2 Représentation de type Metro Map de l'approvisionnement des équipements

Figure C3 Représentation de type Metro Map de la Supply Chain des M&S

Figure C4 Représentation de type Metro Map de l'approvisionnement

Liste des tableaux

- Tableau 1 - Résumé des processus du SCOR
- Tableau 2 - Comparaison des différents référentiels
- Tableau 3 - Niveaux du processus de planification (SCOR V 12, 2017)
- Tableau 4 - Niveaux du processus d'approvisionnement (SCOR V 12, 2017)
- Tableau 5 - Niveaux du processus d'approvisionnement (SCOR V 12, 2017)
- Tableau 6 - Catégorisation des dysfonctionnements
- Tableau 7 - Paramètres d'estimation du manque à gagner des ruptures de stocks
- Tableau 8 - Estimation du manque à gagner de chacun des effets
- Tableau 9 - Diagramme d'affinité des causes liées aux rupture de stock
- Tableau 10 - Erreurs de prévision totales d'un échantillon de trois produits sur la période Janvier 2021 - Mai 2022
- Tableau 11 - Produits importants et critiques
- Tableau 12 - Diagramme d'affinité des causes liées aux rupture de stock
- Tableau 13 - Paramètres de moyenne et écart des types ainsi que leurs valeurs
- Tableau 14 - Paramètres de moyenne et écart type des délais d'approvisionnement
- Tableau 15 - Calcul du stock de sécurité des produits L071 selon le niveau de service souhaité
- Tableau 16 - Gains estimés pour la période N, N+1 et N+2
- Tableau 17 - Attribut de performance et mesures choisies
- Tableau 18 - Indicateurs de performance

Liste des abréviations

BL	Business Line
BOR	Billing over requirement
D&I	Digital & Integration
DSOH	Days of Inventory on Hand
FDP	Field Delivery Plateform
FMT	Field Material Transfert
FD	Full Duties ¹⁰
GOLD	Global Oilfield Logistics and Distribution
IOT	Internet of things
IBP	Integrated Business Planning
M&S	Materials & Spar parts
MAE	Mean Absolute Error
NAF	North Afirca
OPEP	Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole
PS	Production systems
PSD	Product and service delivery
PSC	Procurement Services Center
PO	Purchase order
RP	Reservoir Performance
RPI	Reservoir Performance Integration
RPS	Reservoir Performance Simulation
RFI	Request for Information
RFQ	Request for quotations
ROI	Return Over Investissement
SS	Stock de Sécurité
SC	Supply Chain
SCOR	Supply Chain Operations Refernce model
SLB	Schlumberger
SDS	Safety Data sheet
SOH	Stock on hand
TDS	Total Dissolved Solids
TR	Transport Request
WL	Well Construction

Introduction générale

Depuis 2014 lors de la découverte du pétrole de schiste aux états unis, l'offre pour les hydrocarbures a considérablement augmenté, entraînant ainsi une baisse considérable des prix du baril de pétrole. Associé à la crise sanitaire Covid-19 qui a eu comme conséquence une chute brutale de la demande, le pétrole a connu sa période la plus critique avec notamment un prix du baril en dessous de 0.

Ces crises ont fortement impacté les entreprises productrices de pétrole telles que Sonatrach qui, pour la reprise des cours a dû baisser sa production dans le cadre des mesures établies par l'OPEP+.

Cette baisse de la production a considérablement impacté les entreprises opérant dans le secteur du service Oil&Gas comme Schlumberger, Halliburton et Baker Hughes, qui ont connu une baisse de leur niveau d'activité ainsi que de leur revenu.

Afin de pouvoir survivre à cette baisse et demeurer compétitives, elles ont dû agir et adopter des démarches de réduction des coûts.

Cependant, le malheur des uns, fait le bonheur des autres, avec la guerre russo-ukrainienne impliquant l'arrêt quasi-total des exportations de pétrole russe et une forte pression inflationniste, le tout accompagné d'une demande solide en sortie de crise et d'une offre encore restreinte, le baril de pétrole frôle son prix record.

Aussi, dans un contexte de guerre économique, la Russie a décidé de couper l'approvisionnement en gaz vers la Pologne, la Bulgarie, la Finlande, et la France et de réduire de 60% l'approvisionnement vers l'Allemagne et l'Italie.

Consciente de l'importante opportunité qui se présente, l'Algérie compte récupérer le plus de parts de marché possibles, notamment avec la découverte des nouvelles réserves d'El Ouabed et d'Oglet En Nasser.

Schlumberger NAF, attentive à cette éminente hausse d'activité, désire maintenir sa position de leader en gagnant le plus de parts de marché possible et ceci en visant plus d'efficacité et d'efficacités à travers une optimisation de ses processus.

Parmi les fonctions à important levier de création de valeur nous retrouvons la fonction Supply Chain sur laquelle l'entreprise a décidé de se focaliser afin de réaliser ses objectifs.

C'est dans ce cadre-là que s'inscrit le présent travail, qui a pour objectif d'apporter des réponses à la question suivante:

Comment Améliorer la performance des opérations de la Supply Chain de Schlumberger Algérie ?

A partir de ce point, il fut alors question de trouver, dans un premier temps l'outil ou le moyen adéquat à l'analyse et l'amélioration de la performance des supply chain, par la suite de définir la

portée de cette analyse et d'identifier les dysfonctionnements à fort impacte sur le fonctionnement de l'entreprise pour enfin les analyser et apporter les solutions d'amélioration. Nous formulons ces points à travers les sous-questions suivantes :

Quel outil utiliser pour l'analyse de la performance des Supply Chain ?

Quels sont les dysfonctionnements incombant le plus de perte à l'entreprise ?

Comment éliminer ou du moins minimiser l'effet de ces dysfonctionnements ?

Pour mettre en route notre projet, nous avons d'abord étudié les différents référentiels d'audit des Supply Chain et avons sélectionné le SCOR, par la suite nous avons délimité notre périmètre d'études sur les deux Business Lines RPI/RPS pour enfin mener notre audit, déceler les différents dysfonctionnements, les analyser et proposer des solutions d'amélioration.

Afin de mener à bien notre projet, le travail est réparti sur trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à l'état de l'art, on y explique et aborde les différents concepts théoriques et outils qui nous ont servis pour la construction de nos solutions.

Le second chapitre est consacré à l'étude de l'existant, on y présente l'entreprise d'accueil ainsi que sa fonction Supply Chain, pour ensuite dérouler notre audit, déceler les différents dysfonctionnements et les prioriser à travers la quantification du manque à gagner qu'ils génèrent sur l'entreprise.

Le troisième et dernier chapitre est réservé à l'analyse des dysfonctionnements retenus et à la proposition des potentiels solutions d'amélioration.

Enfin, une conclusion viendra clôturer ce travail

Chapitre 1
Etat de l'art

Dans ce chapitre, nous définissons les concepts qui vont nous permettre la compréhension du présent travail. Nous commencerons dans la première partie par présenter les notions relatives aux chaînes logistiques, ensuite, dans la seconde partie nous nous intéresserons aux bases de la gestion des stocks et des méthodes d’approvisionnement, pour présenter lors de la 3^{ème} partie la maintenance industrielle et son étroit lien avec les systèmes IOT, pour finir par présenter les fondements de l’audit logistique dans la dernière partie.

1.2 Définitions et Concepts de la Supply Chain

Dans cette partie nous aborderons quelques définitions clés de notions relatives à la logistique ainsi qu’à la Supply Chain.

1.2.1 La logistique

La racine du terme logistique est d’origine militaire grecque *logistikos*, qui signifie administrer. Par la suite, ce terme a été étendu aux activités des entreprises qui se voient confrontées aux mêmes défis que les armées. Ceci se traduit, pour les entreprises, en la mise à disposition du bon produit, au bon moment, au bon endroit, au bon prix, au bon client avec les bonnes qualité et quantité.

ASLOG définit la logistique comme : « l’ensemble des activités ayant pour but la mise en place, au meilleur coût, d’une quantité de produits, à l’endroit et au moment où une demande existe. La logistique concerne toutes les opérations déterminant le mouvement des produits, telles que la localisation des usines et entrepôts, les approvisionnements, la gestion physique des encours de fabrication, l’emballage, le stockage et la gestion de stocks, la manutention et la préparation des commandes, le transport et les tournées de livraison. » (ASLOG).

On conclut donc que la logistique englobe toutes les opérations qui ont pour mission d’assurer le bon mouvement des produits à travers plusieurs maillons internes et externes. Par conséquent, la logistique se ramifie en deux branches :

- La logistique interne : elle comprend l’organisation et la gestion des flux internes de l’entreprise, à savoir la gestion des flux de production.
- La logistique externe : elle-même se divise en la gestion de deux flux :
 - Un flux amont qui concerne la logistique d’approvisionnement, c’est-à-dire, la gestion du mouvement des matières premières des fournisseurs vers l’entreprise.
 - Un flux aval qui concerne la logistique de distribution, c’est-à-dire la gestion du mouvement des produits de l’entreprise jusqu’aux clients.

1.2.2 De la logistique à la chaîne logistique

La chaîne logistique ou en anglais « Supply Chain » (SC) représente l’ensemble des entreprises qui réalisent une succession d’activités et efforts nécessaires pour la satisfaction d’un besoin client. Donc

dans le concept d’une Supply Chain, le périmètre de création de valeur au client final s’étend du fournisseur du fournisseur jusqu’au client final qui est aussi client d’un client. Les activités de la Supply Chain couvrent tout ce qui concerne le développement des produits, l’approvisionnement, la production et la logistique, ainsi que les systèmes d’information nécessaires pour coordonner ces activités.

La logistique et la chaîne logistique ont connu une forte évolution dans le temps ce qui a fait l’objet de plusieurs définitions dans la littérature. Dans le cadre de notre étude nous avons adopté la définition suivante :

Selon Chopra et Meindl (2001) « *Une Supply Chain comprend toutes les parties impliquées, directement ou indirectement, dans la satisfaction d'une demande client. La Supply Chain inclut non seulement le fabricant et le fournisseur, mais également les transporteurs, les entrepôts, les détaillants et même les clients. Au sein de chaque organisation, telle qu'un fabricant, la chaîne logistique comprend toutes les fonctions impliquées dans la réception et le traitement d'une demande client. Ces fonctions incluent, sans s'y limiter, le développement de nouveaux produits, le marketing, les opérations, la distribution, la finance et service client.* » (S. CHOPRA et P. MEINDL, 2001)

1.2.3 Le Supply Chain management

La gestion de la chaîne logistique ou la chaîne d’approvisionnement est caractérisée par la gestion de la totalité des flux de production d’un bien ou service, depuis les composants bruts jusqu’à la livraison du produit final. La gestion de la chaîne d’approvisionnement regroupe donc un ensemble de processus et activités managériales ayant évolué au fil des années et de la conjoncture actuelle et qui peut être décomposé de la manière suivante :

Sourcing, Procurement and Supply Management

Ce canal regroupe la logistique amont interne, la gestion d’approvisionnement et de relation fournisseur. Les entreprises se rendent compte de l’importance de cette branche d’activités dans l’amélioration de la performance et du levier d’amélioration qu’elle peut représenter au regard des autres fonctions.

Materials Management

Le Materials Management constitue une partie clé parmi les parties de la Supply Chain Management. Il s’agit de l’ensemble des activités de planification, gestion des stocks, entreposage de l’ensemble des biens au sein et en dehors d’une entreprise.

(S. CHOPRA et P. MEINDL, 2001)

Logistique et distribution

La gestion de la logistique, telle que définie par le Council of Logistics Management, fait référence au processus de planification, de mise en œuvre et de contrôle du flux et du stockage de biens du point d’origine au point de consommation, afin de satisfaire les besoins clients. « Les marges bénéficiaires des entreprises dépendent de la rapidité avec laquelle elles peuvent écouler leurs marchandises. Il est

important pour les entreprises de disposer d'un système de gestion de la distribution efficace afin de rester compétitives et de satisfaire les clients ’

(WILL KENTON , mis à jour 22 Mars 2022, Investopedia)

La SCM relève donc du pilotage de trois principaux flux qui caractérisent la chaîne d’approvisionnement qui sont :

Un flux physique, qui inclut le mouvement de la transformation des matières premières en produits finis puis le stockage et la manutention de ces derniers.

Un flux informationnel, qui représente l’échange d’informations nécessaires au bon fonctionnement et à la coordination entre les différents maillons de la Supply Chain.

Un flux financier, qui est un flux monétaire circulant en sens inverse du flux physique et représentant la contrepartie de ce dernier.

1.3 Gestion des stocks et méthodes d’approvisionnement

La logistique interne est, par définition, la partie de la logistique qui se réfère à l'organisation de tous les flux de matières et d'informations ayant lieu à l'intérieur des propres frontières de l'entreprise.

Parmi les activités de la gestion de la logistique interne, on retrouve la gestion des stocks.

1.3.1 Gestion des stocks

Un stock est un ensemble de produits acquis par l’entreprise en vue d’une consommation ultérieure, sa gestion est indispensable pour assurer la pérennité de l’entreprise. Les stocks doivent être bien évalués, avoir un taux de rotation cohérent et ne pas être trop importants.

La gestion des stocks consiste à planifier, organiser, diriger et contrôler les activités relatives à tous les stocks de matières gardés dans l’entreprise. Elle doit donc permettre d’assurer la continuité du service tout en incluant l’aspect d’efficacité et d’efficience. (Justine Drouvot, 2021)

1.3.1.1 Les différents types de stocks

- Les Matières Premières
- Les en-cours et composants (stock de fabrication)
- Les produits finis et les marchandises.

1.3.1.2 Les fonctions du stock :

- a. Fonction de régulation : Les stocks permettent le lissage des irrégularités D’approvisionnements et/ou de production, réduisent les risques de ruptures et favorisent le maintien d’une activité continue
- b. Fonction logistique : Les stocks permettent de maintenir les articles à Proximité de leur lieu de consommation et servir aux stratégies visant la réduction des lead time et coûts logistiques.
- c. Fonction économique : Dans le cas de remises importantes pour des achats en grande quantité, ou dans un souci d’optimisation des approvisionnements
- d. Fonction d'anticipation /spéculation : Le stockage permet profiter de l’effet spéculatif lors de la baisse de prix
- e. Fonction technique : Le stockage peut être lié à un procédé indispensable avant la consommation des articles (séchage du bois, maturation des fruits et légumes ...

(Source : Logistique conseil)

Parmi les coûts du système de gestion des stocks nous distinguons trois catégories de coûts de base :

- a. Les éléments de coût liés à l'activité d'approvisionnement,
- b. Les coûts liés à la détention des stocks,
- c. Les coûts liés aux conséquences de la rupture de stock.

Ces trois groupes devront être ajustés aux détriments des uns et des autres. Les coûts de détention augmentent de façon linéaire avec l’augmentation de la taille des lots, tandis que les coûts d’approvisionnement augmentent avec l’augmentation des quantités commandées. De même, les coûts de détention sont en relation de compromis avec les coûts de la rupture de stock.

Le but de cette gestion c’est de trouver un compromis entre la quantité à stocker et la demande.

1.3.2 Méthodes d’approvisionnement

Lorsque nous analysons l’évolution d’un stock, nous constatons que les paramètres externes qui déterminent son évolution sont la demande du client et les délais de réapprovisionnement. Par conséquent, la méthode de réapprovisionnement doit répondre aux questions Quand ? et Combien ?

Pour répondre à ces questions, les méthodes de réapprovisionnement seront caractérisées par :

- la quantité à commander : fixe ou variable ;
- la période de révision du stock : continue ou périodique ;
- le seuil, ou niveau, en dessous duquel le gestionnaire passera une commande.

Nous distinguons selon les méthodes de réapprovisionnement décrites dans la littérature, 2 familles de méthodes. La première est appelée renouvellement par la consommation. Elle regroupe les méthodes basées sur la consommation du stock. La deuxième, appelée renouvellement par les besoins futurs regroupe les méthodes basées sur les commandes prévisionnelles.

1.3.2.1 Méthodes d’approvisionnement par renouvellement de la consommation

Les méthodes de renouvellement par la consommation ou méthodes classiques, ont été développées dès les années 1930, leur objectif étant de satisfaire le client tout en minimisant le niveau de stock.

Méthode de réapprovisionnement à point de commande (r,Q)

Cette méthode se caractérise par un contrôle continu du stock (examen continu) et la quantité commandée est fixe. Le fonctionnement est le suivant : dès que la position du stock passe en dessous du niveau r , appelé point de commande, une quantité fixe Q est commandée.

La commande est reçue après un délai de livraison L . La figure 4.6 donne un exemple de réapprovisionnement selon la méthode (r, Q) . Il est difficile de regrouper les commandes car elles ne sont pas déclenchées en même temps. Le suivi des stocks est informatisé.

La quantité Q correspond à la quantité économique (formule de Wilson)

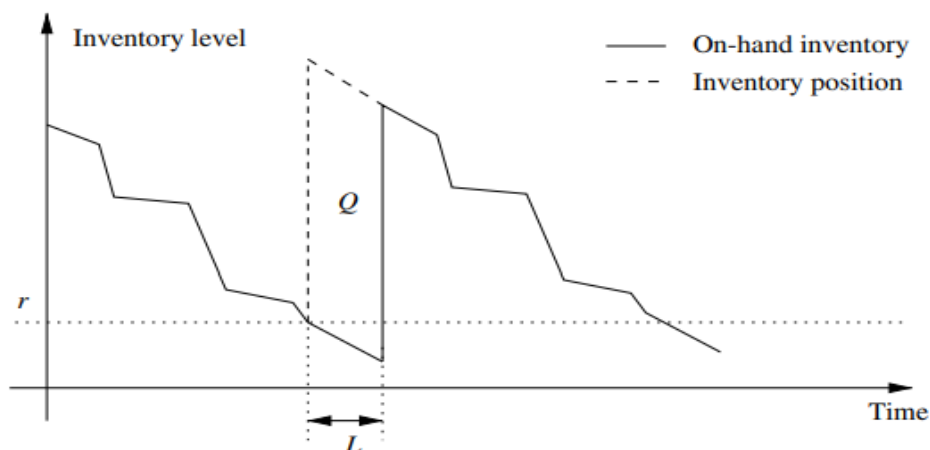


Figure 1 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à point de commande

Méthode de réapprovisionnement à re-complètement périodique (T,S)

Dans cette méthode, le suivi du stock est périodique, avec une période T et la quantité commandée est variable. La procédure est la suivante : à chaque période T , on passe une commande pour atteindre le niveau de réapprovisionnement S . La commande est ensuite reçue après un délai de livraison L . Cette méthode permet de consolider les commandes de plusieurs articles aux périodes de révision $T, 2T, \dots$. Cependant, cette méthode est "aveugle" pendant les périodes de révision. Si la demande est trop

importante entre ces périodes, il y a alors une rupture de stock. Le réapprovisionnement est effectué en petites quantités. La figure 2 donne un exemple d'évolution avec des quantités de commande (Q_1 , Q_2).

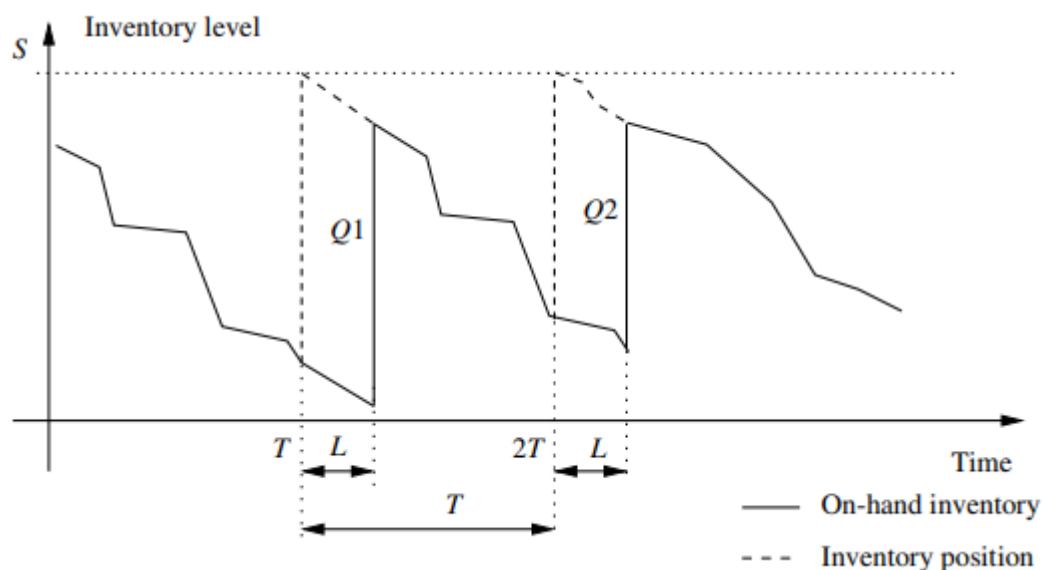


Figure 2 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à re-complètement périodique

Méthode de réapprovisionnement (s,S)

Dans cette méthode, le suivi des stocks est continu, la révision est permanente et la quantité commandée est variable. Dès que la position du stock passe en dessous d'un seuil de commande s , il est réapprovisionné jusqu'au seuil de réapprovisionnement S . La quantité commandée est fixe si les demandes sont unitaires, $Q = S - s$. En revanche, elle est variable si les demandes sont par lots. La quantité commandée est alors $Q = S$, c'est-à-dire la quantité de stock lorsqu'il descend en dessous de s . La figure 3 donne un exemple d'évolution.

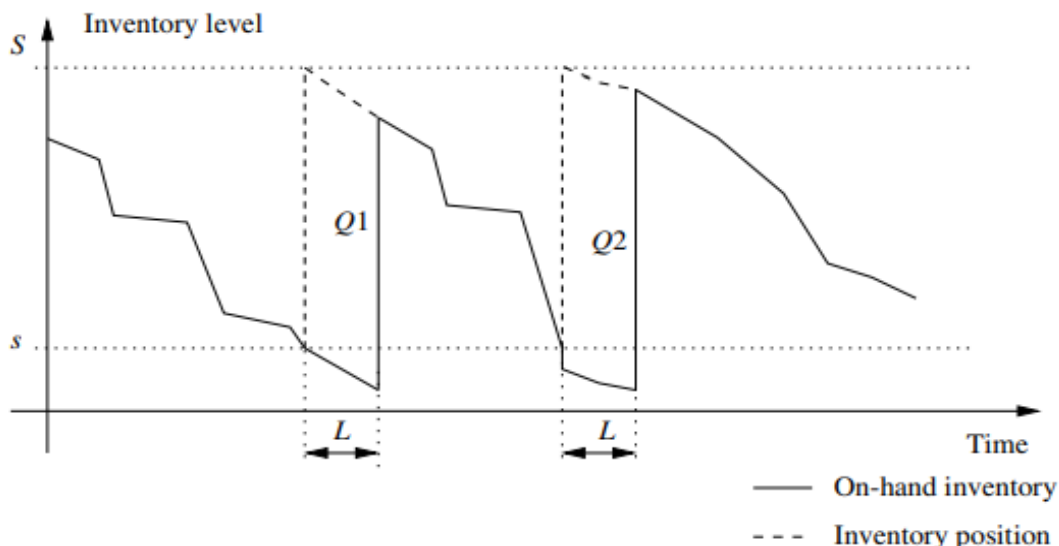


Figure 3 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement (s,S)

Méthode de réapprovisionnement (T,r,S)

Dans cette méthode, la prise de stock est périodique, avec une période T et la quantité commandée est variable. A la fin de chaque période de contrôle T , on examine le niveau du stock et on ne passe une commande que s'il est inférieur à r . La figure 4 donne un exemple d'évolution. Nous avons des quantités de commandes variables Q_1, Q_2 aux instants $T, 2T$.

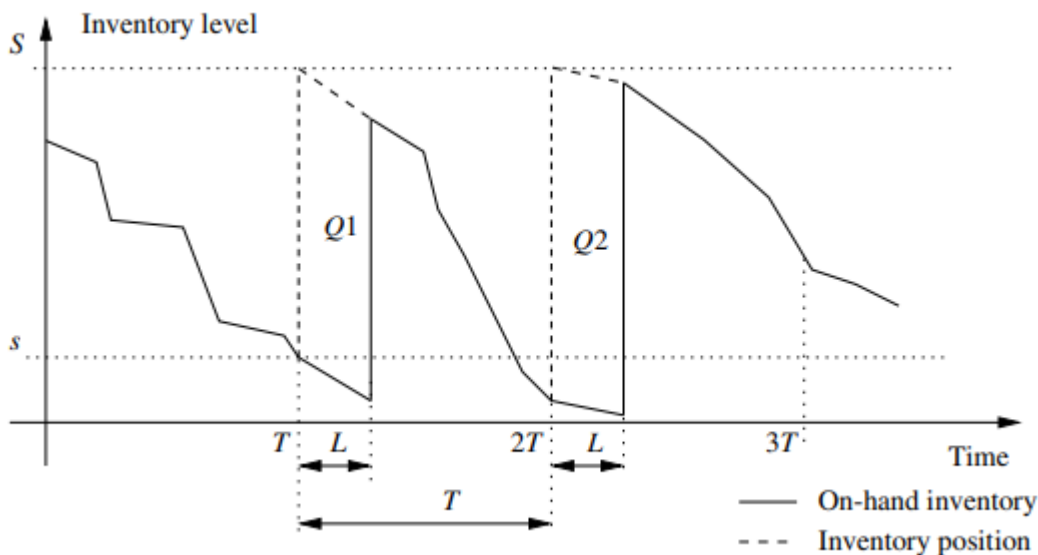


Figure 4 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à (T,r,S)

Méthode de réapprovisionnement (T,r,Q)

Dans cette méthode, le suivi des stocks est périodique, avec une période T . Cette méthode est une combinaison des méthodes (r, Q) et (T, S) . Ainsi, à la fin de chaque période T , si la position du stock est inférieure au point de commande r , alors une quantité fixe Q est commandée. Cette méthode évite

de passer des commandes de trop petite taille. La figure 5 montre un exemple de l’évolution d’un stock avec cette méthode.

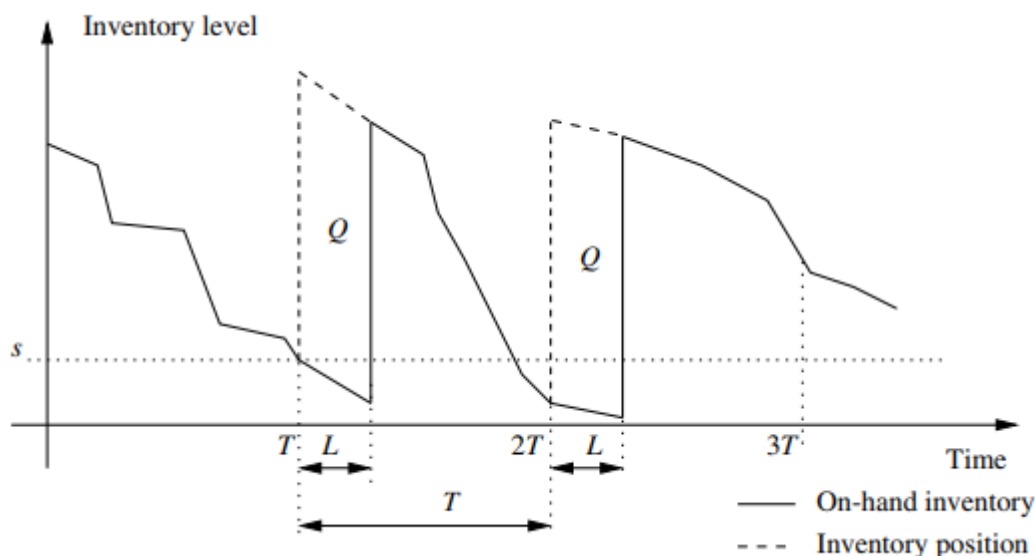


Figure 5 - Illustration du graphique de la méthode de réapprovisionnement à (T,r,Q)

(A.YALAOUI, H.CHABANE, L. AMODEO, F.YALAOUI ; Optimization of Logistics)

Stock de sécurité

Toutes les méthodes de réapprovisionnement présentées précédemment ont pour objectif principal d'avoir le coût de stockage minimum qui maintient un taux de service au client. Cependant, il peut arriver que la demande D soit plus importante que celle anticipée, et qu'on se retrouve alors en rupture de stock. Ce risque est plus important pendant la période de réapprovisionnement, car le niveau de stock est inférieur au point de commande r et s . Pour surmonter ce problème, le gestionnaire aura souvent recours à un stock de sécurité qui pourra absorber cette demande exceptionnelle.

Il n'est pas rare dans la pratique que les demandes changent de façon stochastique au même moment, et qu'il y ait une déviation dans la durée du temps de réapprovisionnement du stock par rapport à celui prévu.

Dans le cas où la variabilité des délais et la fluctuation de la demande sont normalement distribués et indépendamment l'un de l'autre, les calculs combinés aboutissent à un stock de sécurité total inférieur à la somme des deux calculs individuels. Le stock de sécurité nécessaire peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$SS = z \times \sqrt{(\text{délai moyen} \times \text{écart type des consommations})^2 + (\text{consommations moyennes} \times \text{écart type délai d'approvisionnement})^2}$$

SS : Stock de sécurité

z : coefficient de sécurité

Les figures 6 et 7 représentent respectivement l’évolution des stocks dans le cas d’un délai incertain et d’une demande incertaine.

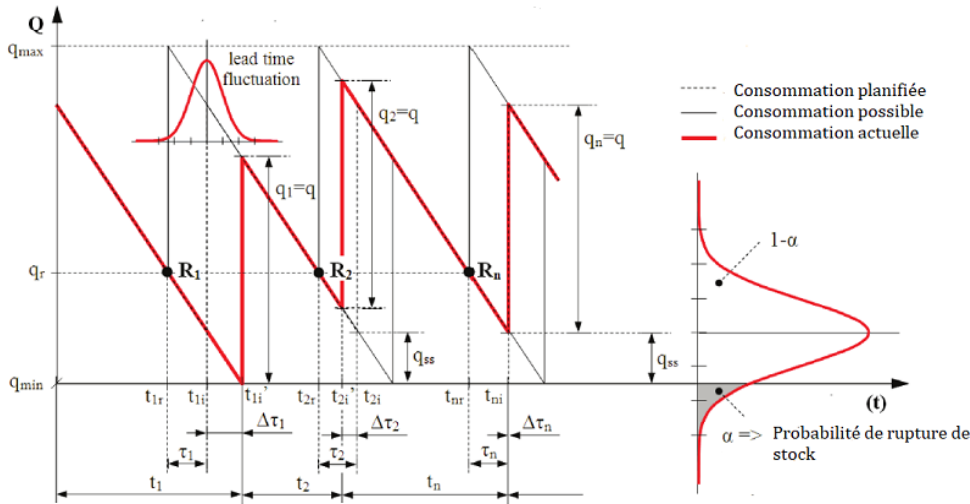


Figure 6 - Illustration du graphique de revue continue d'un stock d'un lead time qui fluctue

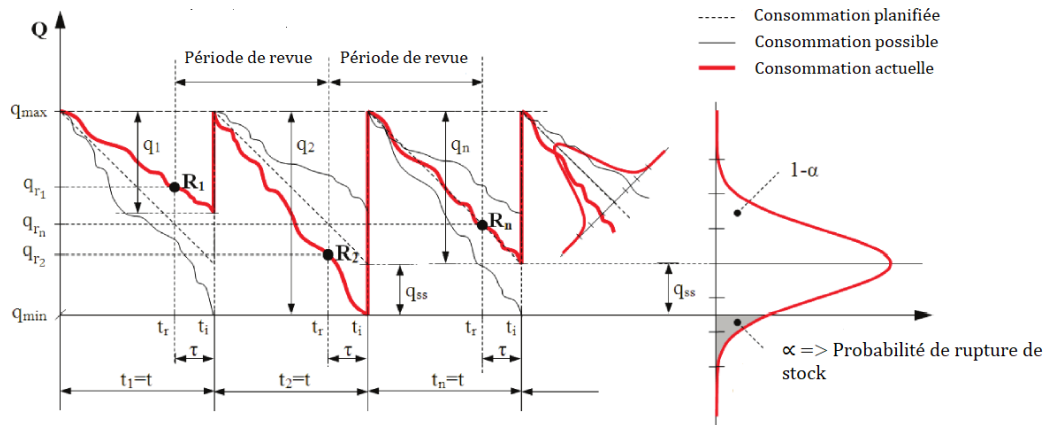


Figure 7 - Illustration du graphique de revue périodique d'un stock d'une demande qui fluctue

(J.KORPONAI, A. Banyaine. B.Illés, 2017, The effect of the safety stock on the occurrence probability of the stock shortage)

1.3.2.2 Méthodes d’approvisionnement par commandes prévisionnelles

Nous constatons que dans la littérature, les politiques proposées sont généralement des extensions des politiques de gestion de stocks classiques.

Les politiques proposées sont généralement des politiques à suivi périodique du type stock nominal.

La première politique à cet effet a été proposée en 1997 par Lee et al (1997). Elle consiste à commander, en chaque période, la quantité qui correspond à la différence entre le niveau de réapprovisionnement et la position du stock. Puisque les prévisions sont variables dans le temps, le niveau de récupération est dynamique.

La deuxième politique, est une politique à stock nominal adaptatif, à chaque période après avoir observé la demande, la quantité commandée est constituée de deux parties, la première permet de

réapprovisionner la quantité qui correspond à la dernière demande et qui vient d’être consommée, alors que la deuxième sert à ajuster le niveau de stock pour s’adapter au changement de la demande prévisionnelle.

A la suite de ces travaux, d’autres travaux ont été menés sur la question, avec comme particularité, l’utilisation du formalisme des files d’attente pour modéliser le système.

Il est à noter qu’en cas de non-fiabilité des prévisions de la demande, le choix de la méthode de réapprovisionnement doit se faire préférentiellement parmi les politiques classiques par renouvellement de la consommation (Babai, 2005).

1.4 Maintenance industrielle et IOT

Le développement du big data et de l’industrie 4.0 n’as pu épargner le domaine de la maintenance, faisant de l’utilisation d’IoT au service de cette dernière l’un des éléments les plus importants de cette industrie d’un nouvel air.

(2021, Artis)

1.4.1 La maintenance industrielle

Les processus de la maintenance industrielle constituent le pilier de la productivité des industries. Ainsi, de nombreux types d’opérations de maintenance des systèmes coexistent afin de fournir aux industriels des possibilités d’optimisation de leurs chaînes de production.

Dans la norme (NF EN 13306 X60-319), on retrouve 4 niveaux de maintenance :

La maintenance corrective

Maintenance qui regroupe la maintenance palliative ou corrective. Dès la déclaration de la panne, une intervention est programmée afin de réparer la machine et de la remettre en marche. Aucune maintenance n’est prévue en amont, le problème est réglé après son apparition.

La maintenance préventive

Cette forme de maintenance utilise des statistiques pour mettre en place des interventions à des moments clés, avant que la panne se produise. Grâce à un calendrier, des actions sont organisées de façon régulière et permettent de remplacer les pièces les plus susceptibles de poser des problèmes et de déclencher des pannes. Un gaspillage peut émerger de ce type de maintenance, en remplaçant trop souvent des pièces en bon état, et par rapport à leur durée de vie.

La maintenance conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée à l’état de l’équipement. Elle est donc dépendante de l’expérience et s’appuie sur des informations recueillies en temps réel, ce qui la distingue de la maintenance préventive systématique, effectuée indépendamment de ces informations.

(L.Soyrget, 2021, Mobility Work)

La maintenance prédictive

La maintenance prédictive est une méthode permettant de prévenir les pannes de machines et de prédire quand une défaillance de l’équipement peut survenir. Pour ce faire, les données de production sont analysées afin d’identifier des modèles faisant appel au machine learning ou à l’intelligence artificielle afin de prévoir les pannes potentielles.

(Célia Sagnier, 2019, Mobility Work)

1.4.2 L’IOT

L’IoT (Internet of Things, ou Internet des Objets), désigne l’interconnexion entre Internet et des objets. Dans la pratique, il prend la forme d’objets connectés à Internet, dont l’existence physique est ainsi reliée à une existence numérique. La quantité considérable de données collectées sur ces objets permet alors d’en améliorer le fonctionnement et l’efficacité, mais aussi de développer de nouvelles connaissances. L’IoT est généralement considéré comme la troisième évolution de l’internet.

Depuis plusieurs années, l’Internet des Objets occupe une place de plus en plus importante dans la production industrielle. Ce développement a été permis par la diffusion de la fibre optique, du cloud computing, du Big data ou encore des logiciels en SaaS, mais aussi par l’apparition de capteurs de plus en plus variés et de moins en moins chers et, bien sûr, par l’explosion de l’usage d’appareils mobiles.

L’IoT permet ainsi d’améliorer la productivité dans un grand nombre de domaines et à tel point qu’on estime qu’il a déjà, et aura encore plus à l’avenir, un impact notable sur le PIB des pays où il est utilisé dans l’industrie.

1.4.3 L’IOT dans la maintenance

Dans la pratique, l’IoT permet, grâce à des capteurs, de suivre en permanence le fonctionnement des machines à travers certains paramètres clés de détection des dysfonctionnements et défaillances. Les vibrations d’une machine sont le paramètre le plus courant : la détection de vibrations anormales annonce en effet généralement une panne prochaine.

Les autres paramètres que l’IoT permet de suivre sont, par exemple :

- La température ou la pression d’une machine,
- Sa consommation d’énergie,

- La vitesse de rotation d’une broche.

Toute donnée inhabituelle transmise par les capteurs est recueillie et analysée par la GMAO à laquelle ils sont reliés, et entraîne une intervention de maintenance lorsque celle-ci est nécessaire, avant que ne survienne la panne.

(Célia Sagnier, 2019, Mobility Work)

1.5 Outils utilisés

1.5.1 Diagramme d’Ishikawa

Le diagramme d’Ishikawa, aussi appelé diagramme de causes et effets ou encore diagramme en arêtes de poisson, est un outil de résolution de problèmes d’entreprise. Conçu par Kaoru Ishikawa, ce diagramme prend la forme d’un arbre avec plusieurs branches (ou d’une arête de poisson). On y retrouve l’effet, le problème que rencontre l’entreprise, à la tête et les causes sont modélisées par des branches. Ces causes, les « 5 M », représentent chacune une composante de l’entreprise.

Il est utilisé pour :

- Structurer une recherche de causes
- Analyser un dysfonctionnement en considérant toutes les causes probables afin d’identifier la cause racine.
- Identifier les causes d’un problème et sélectionner celles qui feront l’objet d’une analyse approfondie.

Les causes sont regroupées en 5 catégories, les 5M :

Méthode : Méthodes et processus suivis lors de la constatation des effets

Matière : Les matériaux utilisés pour la production du bien ou du service

Milieu : Le contexte du marché.

Matériel : L’ensemble des équipements qui servent à apporter de la valeur ajoutée au matériau de base.

Main-d’œuvre : La qualité de l’intervention humaine.

La méthodologie de construction d’un diagramme d’Ishikawa peut être découpée en quatre grandes étapes :

Étape 1 : Identification de l’effet

Étape 2 : Lister à l’aide d’un brainstorming toutes les causes probables de l’effet.

Étape 3 : Repérer les causes sur lesquelles l’entreprise peut agir.

Étape 4 : Tracé du diagramme et hiérarchisation des causes.

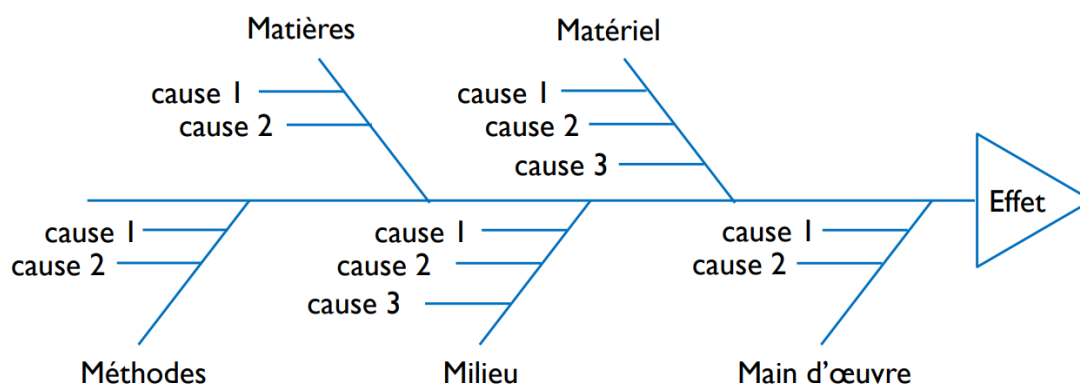


Figure 8 – Illustration du diagramme d'Ichikawa

(CESI, Méthodes de résolution de problèmes)

1.5.2 Diagramme de Pareto

Un diagramme de Pareto est un simple diagramme en bâtons qui classe des mesures connexes par ordre décroissant d'occurrence. Le principe a été développé par Vilfredo Pareto, un économiste et sociologue italien qui a mené une étude en Europe au début des années 1900 sur la richesse et la pauvreté. Il a constaté que la richesse était concentrée entre les mains d'une minorité et la pauvreté entre les mains de la majorité. Le principe est basé sur la répartition inégale des choses dans l'univers. C'est la loi du "petit nombre significatif contre le grand nombre trivial". Les quelques éléments significatifs représentent généralement 80 % de l'ensemble, tandis que les éléments insignifiants en représentent environ 20 %.

Le but d'un diagramme de Pareto est de séparer les aspects significatifs d'un problème des aspects triviaux. En séparant graphiquement les aspects d'un problème, une équipe saura où diriger ses efforts d'amélioration. La réduction des barres les plus importantes identifiées dans le diagramme contribuera davantage à l'amélioration globale que la réduction des barres plus petites.

Exemple :

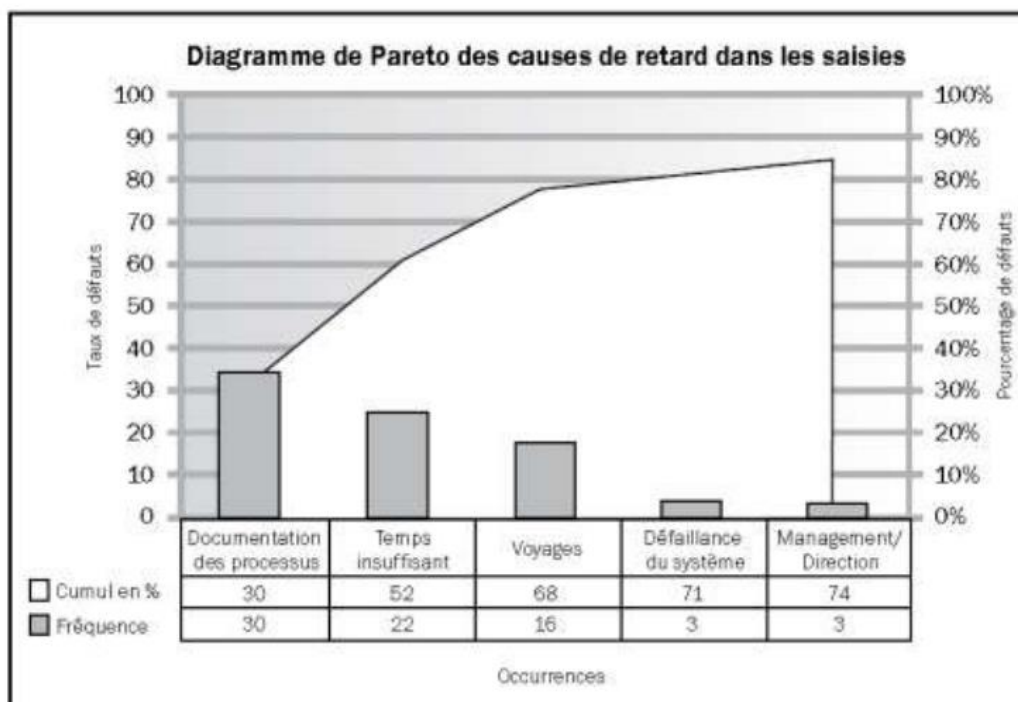


Figure 9- Exemple d’un diagramme de Pareto

1.5.3 Retour sur investissement (ROI)

Le retour sur investissement, également désigné ROI (pour Return On Investment), constitue un indicateur financier permettant de déterminer la rentabilité des capitaux investis.

Autrement dit, cet outil permet de mesurer le gain ou la perte générée par chaque montant investi dans un projet.

La formule mathématique retenue pour calculer cet indicateur est généralement la suivante :

Retour sur investissement ou ROI = ((gain de l’investissement – coût de l’investissement) / coût de l’investissement) x 100

$$\text{Retour sur investissement (ROI)} = \frac{(\text{gain} - \text{cout de l'investissement})}{\text{cout de l'investissement}} \times 100$$

Il est principalement utilisé afin de :

- Déterminer parmi plusieurs projets lequel est le plus porteur en termes de rentabilité.

- Mesurer si la rentabilité de l’investissement demeure en adéquation avec ce qui avait été préalablement envisagé.

(Rédaction, 2019, Journal du Net)

1.6 L’audit Logistique

L’un des outils les plus utilisés lors de l’analyse, de la mesure et de l’amélioration des performances des Supply Chain d’entreprises est l’audit logistique.

1.6.1 Définition

Sur le plan normatif, la norme ISO 10011 définit l’audit logistique comme étant :

“Un examen méthodique et indépendant, en vue de déterminer si les activités et résultats relatifs à la logistique, satisfont aux dispositions préétablies (cahier des charges, normes, etc.) et si ces dispositions sont mises en œuvre de façon efficace et si elles sont aptes à atteindre les objectifs”

Ce type d’investigation s’est développé depuis que les entreprises ont pris conscience de la conséquence de la fonction logistique sur leur performance, et plus encore depuis que ces fonctions sont soit externalisées, soit parallèlement placées sous la responsabilité des fournisseurs et sous-traitants dans le cadre d’une Supply Chain.

Les solutions logistiques étant très variables en fonction des secteurs d’activités et des objectifs des entreprises, l’audit logistique, même s’il se base sur un référentiel, relève plus d’une approche Benchmarking.

On distingue généralement deux types d’audit :

Les audits internes : Ils sont généralement conduits par des spécialistes à l’intérieur de l’entreprise.

Les audits externes : Ils sont menés par des experts, des clients experts tels que les grandes entreprises ayant à faire des audits pour mesurer la performance de leurs fournisseurs, des organismes, des assureurs ou par des consultants extérieurs, indépendants ou faisant partie d’un cabinet spécialisé.

Le but d’un audit logistique est de vérifier au-delà des performances mesurées :

- Si le fonctionnement d’un site ou d’un système logistique est tel qu’il garantit une performance déterminée pour le coût le plus bas,
- Quelles sont les points à améliorer en termes de performance de services et de coûts,
- Quel sont les plans et l’échéance des améliorations nécessaires.

1.6.2 Référentiels d’audit logistique

Le référentiel d’audit, appelé aussi critères d’audit, est l’ensemble de procédures ou exigences déterminées et vérifiables. Autrement dit, c’est la référence vis à vis de laquelle des preuves d’audit sont comparées.

Ces référentiels peuvent être généralistes, c à d utilisés dans plusieurs secteurs, ou bien spécialisés, donc de métier.

Nous retrouvons parmi les principaux référentiels pour l’évaluation logistique :

- L’ASLOG
- Le Supply Chain Master
- Le SCOR

L’ASLOG

Sur la base du référentiel mis au point par Volvo dans les années 90, l’ASLOG (l’Association Française pour la Logistique) a bâti en 1997 un référentiel logistique comptant 53 questions orientées de 5 grands chapitres : La démarche, La logistique de l’après-vente, la conception, l’approvisionnement et la commercialisation.

Cette première version, n’ayant pas pris en charge suffisamment la problématique du flux aval, a fait l’objet de plusieurs adaptations pour s’articuler aujourd’hui autour de dix axes :

- Management,
- Stratégie et Planification ;
- Conception et Projets ;
- Approvisionner ;
- Produire ;
- Déplacer ;
- Stocker ;
- Vendre ;
- Retours et Après-vente ;
- Indicateurs de pilotage ;
- Progrès Permanent.

Ce référentiel s’adresse aux PME/PMI ainsi qu’aux grands groupes qui veulent bâtir une démarche d’amélioration continue, avec pour objectif prioritaire, d’atteindre le niveau d’excellence et de mettre en place les bonnes pratiques de la logistique.

Le Supply Chain Master

Le SCM est un référentiel appliqué dans le secteur de l’industrie de produits de large consommation. Son avantage est qu’il est développé dans un langage commun avec celui des référentiels utilisés par les grands donneurs d’ordre tels SCOR ou Class A, quand bien même il est conçu pour les PME employant 20 à 400 personnes.

Composée de vingt-cinq (25) modules, la roue logistique symbolisant le référentiel SCM présente dans la Figure 8 couvre ainsi l’intégralité des composantes de la logistique et du Supply Chain Management.



Figure 10 - Schéma du référentiel Supply Chain Master

SCOR (Supply Chain Operations Reference Model)

Le modèle SCOR (Supply-Chain Operations Reference) a été développé en 1996 par le Supply Chain Council (SCC), organisation regroupant à l’origine deux cabinets de conseil : AMR (Advanced Manufacturing Research) et PRTM (Pittiglio Rabin Todd & McGrath’s) et 69 sociétés américaines (Texas Instruments, Procter & Gamble, Federal Express, Dow Chemical...).

Le SCC compte aujourd’hui plus de 1000 partenaires industriels, dont les entreprises les plus performantes. Les membres de cette organisation ont mis en évidence le fait qu’il n’existe pas de différence entre une entreprise industrielle et une entreprise délivrant des services : le point commun à tout modèle économique est le client. En effet, il n’existe pas de Supply-Chain sans client. Le modèle SCOR a été développé pour décrire les activités d’une entreprise associées à toutes les phases permettant de satisfaire les demandes clients.

Le modèle de référence SCOR se compose de 4 sections principales :

- Performance : Métriques standard pour décrire la performance des processus et définir les objectifs stratégiques.
- Processus : Descriptions standard des processus de gestion et des relations entre les processus
- Pratiques : Pratiques de gestion qui produisent une amélioration significative de la performance des processus
- Personnel : Définitions standard des compétences requises pour exécuter les processus de la chaîne d'approvisionnement.

Performances

La section performance du SCOR se concentre sur la mesure et l’évaluation des processus opérationnels de la chaîne d’approvisionnement. Cette mesure se fait selon des indicateurs répartis en cinq axes de performance :

- La fiabilité : performances des livraisons.
- La réactivité : délai d’exécution des commandes.
- La flexibilité : flexibilité aux variations de commande.
- Les coûts logistiques : coûts logistique et des produits vendus.
- La gestion des actifs : flux financiers et fond de roulement.

Processus

Le SCOR est organisé autour de 5 principaux types de processus de niveau 1 appelés “processus SCOR” : Plan, Source, Make, Deliver et Return.

Chaque processus de niveau 1 est décomposé en processus de niveau 2 classé en 3 types Planning, Execution ou Enable, comme le montre le Tableau 1.

Comme Sub processus du niveau 2, les processus de niveau 3 décrivent étape par étape les tâches réelles qui sont (ou peuvent être) exécutées pour chaque processus de niveau 2.

Les entreprises peuvent élaborer des descriptions de processus au-delà du niveau 3, qui relèvent d’industrie, de produits, ou de technologies spécifiques. Ces processus sont identifiés comme processus de niveau 4.

Une brève définition des processus de niveau 2 est la suivante :

1-P1 (Planifier la chaîne d’approvisionnement) : Le développement et l’établissement d’un plan d’action sur une période déterminée, spécifiée, représentant une appropriation projetée des ressources de la chaîne d’approvisionnement pour répondre aux exigences de celle ci.

2- P2 (Plan source) : Le développement et l’établissement d’un plan d’action sur une période donnée représentant une appropriation prévue de ressources matérielles pour répondre aux besoins d’approvisionnement.

3- P3 (Plan Make) : L’élaboration et l’établissement d’un plan d’action sur une période déterminée représentant une affectation prévue de ressources de production pour répondre aux besoins de production.

4- P4 (Plan Deliver) : Le développement et l’établissement d’un plan d’action sur une période spécifiée représentant une affectation prévue de ressources de livraison pour répondre aux exigences de livraison.

5- S1 (Source Stocked Product) : L’approvisionnement, la livraison, la réception et le transfert d’articles de matières premières, de sous-ensembles, de produits et/ou de services.

6- S2 (Source Make-to-Order) : L'approvisionnement et la livraison d'un produit construit selon une conception spécifique ou ou configuré en fonction des exigences d'une commande d'un client particulier.

7- S3 (Source Engineer-to-Order) : La négociation, l'approvisionnement et la livraison d'assemblages ou de produits ou services spécialisés qui sont conçus et construits en fonction des exigences ou des spécifications d'une commande ou d'un contrat particulier.

8- M1 (Make-to-Stock) : Les produits fabriqués sur stock sont destinés à être expédiés à partir de produits finis ou "sur étagère".

9- M2 (Make-to-Order) : Le processus de fabrication dans un environnement de fabrication à la commande. Les produits sont fabriqués après la réception de la commande du client.

10- M3 (Engineer-to-Order) : Le processus de fabrication d'articles distincts, tels que des pièces qui conservent

leur identité au cours du processus de transformation et qui sont destinés à être achevés après la réception d'une commande spécifique du client.

11- D1 (Livrer un produit stocké) : Le processus de livraison d'un produit qui est maintenu dans un état de

produits finis avant la réception d'une commande ferme du client.

12- D2 (Livraison de produits sur commande) : Le processus de livraison d'un produit qui est fabriqué, assemblé ou configuré à partir de pièces ou de sous-ensembles standard.

13- D3 (Deliver Engineer-to-Order) : Le processus de livraison d'un produit qui est conçu, fabriqué et assemblé à partir d'une nomenclature qui comprend une ou plusieurs pièces personnalisées.

Tableau 1 - Résumé des processus du SCOR

Level 2 Processes						
	P	S	M	D	R	
P_n	P1	P2	P3	P4	P5	
E_x	...	S1	M1	D1	SR1	
		S2	M2	D2	DR1	
		S3	M3	D3	SR2	
				D4	DR2	
E_n	EP	ES	EM	ED	ER	

Pratiques

Une pratique est une façon unique de configurer un processus ou un ensemble de processus. L'unicité peut être liée à l'automatisation du processus, à une technologie appliquée au processus, à des compétences spéciales appliquées au processus, à une séquence unique d'exécution du processus ou à une méthode unique de distribution et de connexion des processus entre les organisations. Toutes les pratiques ont des liens avec un ou plusieurs processus, une ou plusieurs mesures et, le cas échéant, une ou plusieurs compétences. Les pratiques du SCOR sont classées pour simplifier l'identification des activités par domaine d'intérêt :

- Analyse/amélioration des processus d’entreprise
- Assistance à la clientèle
- Gestion de la distribution
- Gestion de l’information
- Gestion des stocks
- Manutention des matériaux
- Introduction de nouveaux produits
- Order Engineering (ETO)
- Gestion des commandes
- Gestion du personnel (formation)
- Planification et prévisions
- Exécution de la production
- Gestion du cycle de vie des produits
- Achats et marchés publics
- Logistique inversée
- Gestion des risques/sécurité
- Gestion de la chaîne d’approvisionnement durable
- Gestion des transports
- Entreposage.

Personnel

Cette section contient les standards pour manager les talents dans la chaîne logistique.

Elle complète les autres sections en offrant une vue plus générale de cette chaîne. Les éléments clés de cette section sont : Compétence, Expérience et Aptitude.

Dans ce chapitre, l’introduction aux concepts liés à la chaîne logistique ainsi qu’à sa gestion ont mis en évidence l’important levier de création de valeur que cette fonction représente pour l’entreprise. La partie traitant de la gestion des stock nous a permis de nous familiariser avec les différentes méthodes d’approvisionnement et leurs spécificités. Aussi la partie dédiée maintenance a permis de mettre en évidence l’importance des IoT dans le monde de la maintenance industrielle. Enfin la partie traitant de de l’audit logistique nous a permis de découvrir les notions de base d’un audit logistique ainsi que les différents référentiels existants

Chapitre 2
Etude de l'existant

Ce chapitre est dédié à l'étude de l'existant. Il est subdivisé en trois parties, la première est consacrée à la présentation de l'entreprise, de ses activités et de son organisation. La seconde partie, s'intéresse au déroulement de l'audit logistique. Lors de la dernière partie, nous procédons à la catégorisation des dysfonctionnements résultant de l'audit et à la quantification du manque à gagner résultant afin de retenir ceux sur lesquels se basera le reste de notre travail.

2-2 Présentation de Schlumberger

A travers cette partie, nous allons présenter l'entreprise où nous avons effectué notre stage de fin d'études. Nous présenterons dans un premier temps Schlumberger world worldwide, puis nous parlerons de Schlumberger North Africa pour enfin s'intéresser à Schlumberger Algérie et sa supply chain.

2-2-1 Schlumberger WorldWide

Schlumberger Limited (SLB) est une entreprise multinationale de services et d'équipements pétroliers. Elle fut fondée en France en 1926, sous le nom de « Société de Prospection Electrique » par les deux frères alsaciens Conrad et Marcel Schlumberger, grâce à leurs idées innovantes pour détecter différents types de roches par conductivité électrique. Cette compagnie franco-américaine propose une large gamme de services, de technologies et de solutions tout au long du processus pétrolier, de la découverte et la prospection jusqu'à la fin de vie du puits, en passant par le forage. (Source slb.com) Schlumberger emploie environ 82 000 personnes représentant plus de 160 nationalités et travaillant dans plus de 120 pays. Elle possède quatre bureaux exécutifs principaux situés à Paris, Houston, Londres et La Haye (2021, Who We Are ; slb.com)

2-2-1-1 Les activités de Schlumberger

En général, elle offre la gamme de services la plus complète, de la sismique de surface au forage, en passant par l'évaluation des formations, la complétion de puits et les services de stimulation, l'optimisation de la production, les études de réservoir, la construction de puits et la gestion de projet. Elle fournit à ses clients les technologies avancées et l'expertise nécessaires pour identifier, développer et gérer efficacement les hydrocarbures. L'activité de Schlumberger consiste donc en :

- Caractérisation des réservoirs
- Forage
- Production de réservoirs

En général, elle offre la gamme de services la plus complète, de la sismique de surface au forage, en passant par l'évaluation des formations, la complétion de puits et les services de stimulation, l'optimisation de la production, les études de réservoir, la construction de puits et la gestion de projet. Elle fournit à ses clients les technologies avancées et l'expertise nécessaires pour identifier, développer et gérer efficacement les hydrocarbures.

2-2-1-2 Divisions

Schlumberger s'est organisée en quatre divisions regroupant plusieurs Business Lines (BL). Ces divisions sont : **Digital & Integration** , **Reservoir Performance**, **Production Systems** et **Well Construction**.

Les divisions ont amélioré les portefeuilles des fonctionnalités alignées sur les flux de travail des clients. Chaque division offre des possibilités de croissance grâce à la transition des clients vers l'efficacité du capital, l'amélioration de la production et de la récupération et la réduction de l'empreinte carbone (Le Peuch, 2020).

Digital & Integration

La division Digital & Integration comprend les technologies numériques et l'intégration des données. Elle regroupe les business lignes suivantes :

- **Digital subsurface solutions** : Fournit la technologie et le service pour les activités Digital subsurface.
- **Exploration Data** : Fournit les services d'exploitation de données.
- **Digital Operations Solutions** : Cette business line permet de disposer une gamme complète d'opérations digitales au sein d'une seule et même organisation.
- **Integrated Well Construction** : Sa mission est de définir et de piloter durablement les performances des projets de Well Performance.
- **Asset Performance Solutions** : Création de valeur en résolvant les problèmes de production et en améliorant les performances des réservoirs à différentes échelles grâce au déploiement d'une expertise mondiale, de flux de travail établis et de technologies de pointe.

Production Systems

La division Production Systems stimule l'intégration totale du système, de l'interface réservoir-puits à mi-chemin. Les business Line sont :

- **Well Production Systems** : Dans les systèmes de production de puits, cette business line comprend les services d'extraction des hydrocarbures de la surface du sable à la surface pendant toute la durée de vie du puits.
- **Surface Production Systems** : Délivrer la meilleure technologie et service à travers un portefeuille d'activités wellhead digital connecté, fracturation et élévation artificielle.
- **Subsea Production Systems** : Systèmes de production et de traitement sous-marins.

- **Midstream Production Systems** : Vannes, systèmes de traitement, chimie de production et installations.

Well Construction

La division Well Construction (WC) combine la gamme complète de produits et de services pour maximiser l'efficacité du forage et le contact avec le réservoir. Les business Lines sont :

- **Well Construction measurement** : Acquisition de données de forage
- **Well Construction Drilling** : Forage dirigé.
- **Well Construction Fluids** : Fluides de forage et cimentation des puits.
- **Well Construction equipment** : Appareils et équipements de forage, équipements de contrôle de la pression.

Reservoir Performance

- **Reservoir Performance Evaluation** : Le portefeuille RP Evaluation comprend des services d'évaluation par câble, des tests Down hole, des analyses d'échantillonnage de réservoir ainsi qu'un réseau de laboratoires de roches et de fluides dans le monde entier.
- **Reservoir Performance Intervention** : Combine le meilleur des technologies dans le domaine de la production et de l'intervention avec des équipes d'experts de terrain. En combinant les portefeuilles de services de production filaire, Slickline + DSL, Coiled Tubing, TCP, et Surface Well Testing, la business line est bien équipée afin de faire face aux défis techniques en matière de perforation, de gestion de la production, de surveillance et d'interventions mécaniques.
- **Reservoir Performance Simulation** : Le portefeuille Simulation comprend la fracturation hydraulique, l'acidification de la matrice et les services de gestion des sables (fluides et pompage). La stimulation reste l'un des segments les plus importants ayant la croissance la plus rapide de l'industrie.



Figure 11 - Répartition des divisions au sein de Schlumberger

2-2-1-3 Répartition des Géo Units

En 2020, Schlumberger a planifié la restructuration de ses Business Units pour adopter une organisation se basant sur les bassins et les divisions. Cette initiative a été prise dans l'optique de s'adapter aux nouveaux défis et challenges qu'impose le secteur de l'énergie et auxquels fait face Schlumberger.

La restructuration s'articule par l'existence de quatre divisions qui seraient alignées avec l'ensemble de l'activité et services offerts par Schlumberger. Les divisions sont : Digital & Integration, Reservoir Performance, Well Construction et Production Systems.

La répartition des cinq bassins et 30 GeoUnit s'est faite de sorte à satisfaire le besoin spécifique de chaque région. *Source* : JPT Schlumberger Restructure Business Units

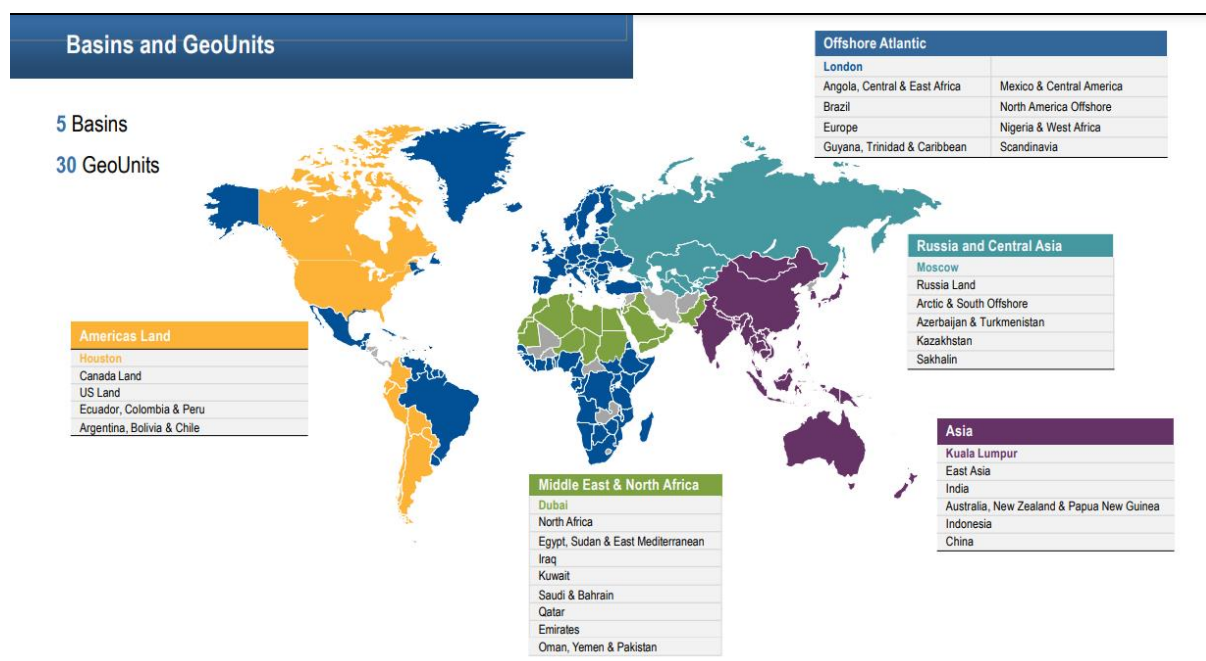


Figure 12 - Répartition des bassins et GeoUnit de Schlumberger dans le monde

2-2-1-5 Valeurs de Schlumberger

Schlumberger s'engage à fournir des technologies et des services qui améliorent et optimisent les performances de ses clients tout en tirant le meilleur parti de ses atouts uniques. À cette fin, elle compte sur trois valeurs établies de longue date pour guider ses décisions dans la poursuite de ses ambitions :

- **Le profit** : L'entreprise est déterminée à produire des profits supérieurs pour garantir sa croissance.
- **La ressource humaine** : L'entreprise considère qu'un potentiel humain épanoui, Ambitieux d'exceller dans n'importe quel environnement et dévoué à la sécurité et au service de la clientèle dans le monde entier est sa plus grande force et la clé de son succès ;
- **La technologie** : Depuis 1926, SLB n'a pas cessé de développer des technologies de pointe car elle est convaincue que le secret du succès de l'entreprise est de réinvestir les profits dans la recherche et le développement pour assurer une qualité inégalable et maintenir son avantage concurrentiel ;

2-2-1-6 Schlumberger NAF

Le siège social de Schlumberger NAF se situe à Alger, à la zone d'activités d'Amara de Cheraga, route d'Ouled-Fayet.

Schlumberger Ltd fait son entrée sur le marché nord-africain sous l'appellation « Schlumberger North Africa geomarket (NAF) », regroupant ainsi les cinq (5) pays de cette région : Algérie, Maroc, Tunisie, Libye et Tchad.



Figure 13 – North Africa GeoUnit

La région représente pour l'entreprise une réelle source de revenu aux vues des multitudes sites pétroliers qu'abrite cette région principalement le Sahara Algérien et le désert Libyque.

Ses principaux clients sont Sonatrach, National Oil Corporation, ENI, BP, Occidental Petroleum Corporation, ExxonMobil, Glencore, Repsol.

Sa structure organisationnelle est présentée sur la figure n° 14

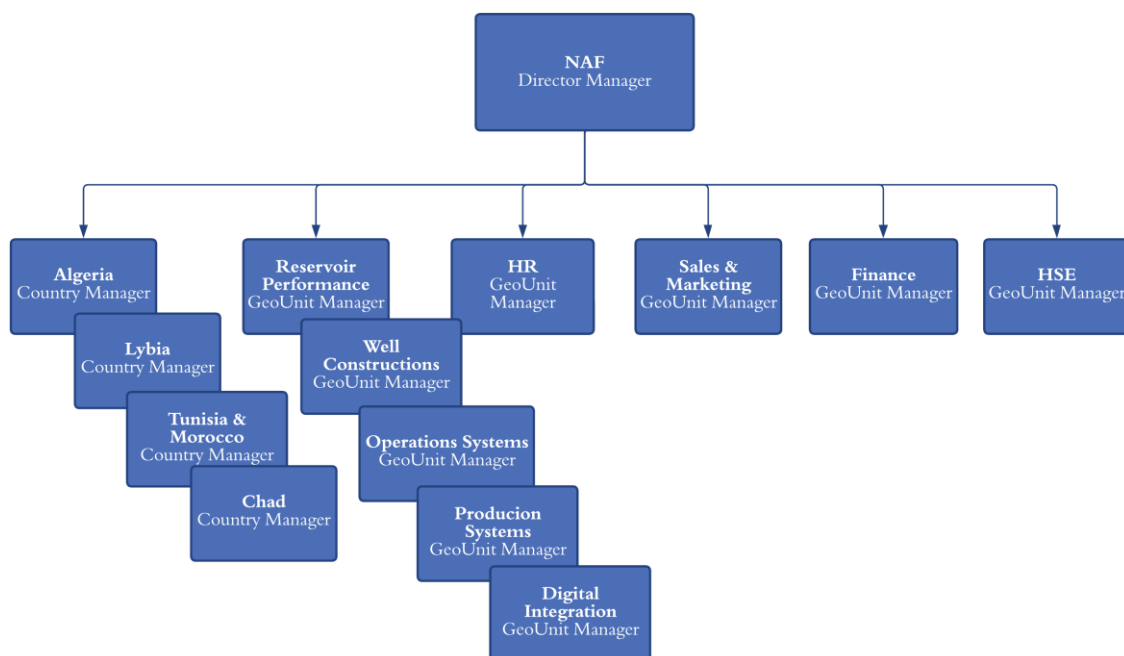


Figure 14 - Structure organisationnelle de la GeoUnit NAF

2-2-2 Schlumberger Algérie

Schlumberger fait son entrée sur le marché algérien en 1955 et exerce son activité sous le toit de deux entités légales «Service Pétrolier Schlumberger (SPS)» et «Compagnie d'Opérations Pétrolières Schlumberger (COPS)».

L'Algérie fait partie de la NAF GeoUnit, pour laquelle elle représente un marché clé puisqu'elle lui apporte plus de 60% de son chiffre d'affaires.

Quant à ses bases opérationnelles, elles se situent dans trois zones d'activités dans le sud du pays.

Les localisations des installations de Schlumberger sont représentées sur la figure n° 15

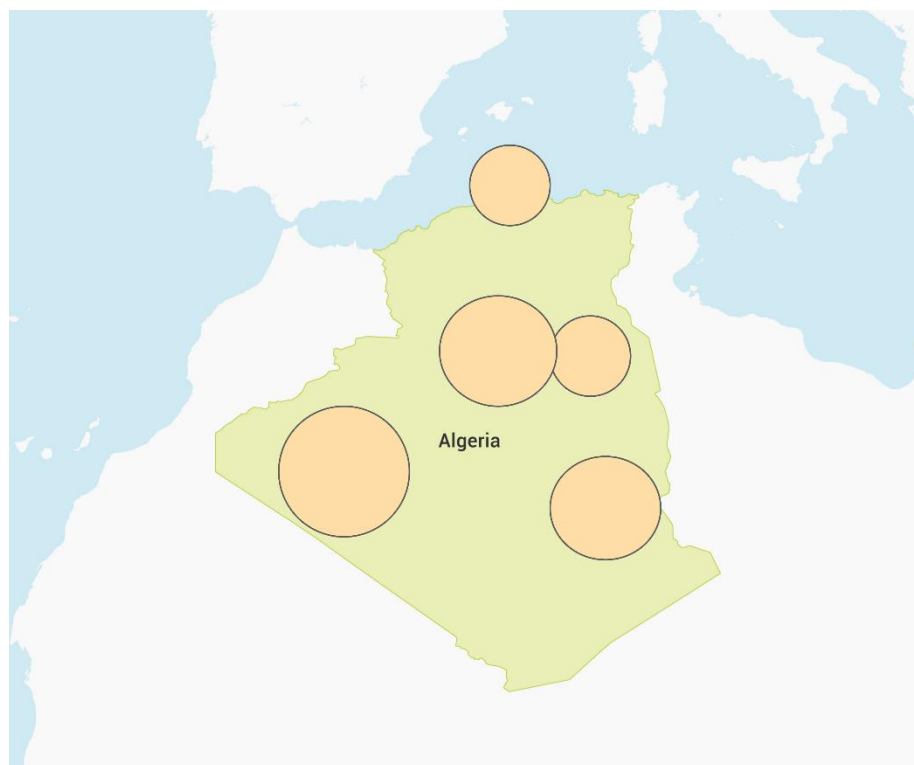


Figure 15 - Zones de présence de Schlumberger en Algérie

2-2-2-1 Introduction des divisions RPI et RPS (Coiled Tubing, Fracturation)

Pour les besoins de notre travail, nous définissons deux activités majeures de Schlumberger faisant partie de la division Reservoir Performance et sur lesquels va être centré le projet.

Coiled Tubing :

Cette branche d'activité se situe au niveau de la Business Line 'Intervention' de la division Reservoir Performance. Le Coiled Tubing qui permet de réaliser rapidement et sous pression certaines interventions sur puits, est avant tout un appareil qui permet de circuler dans le puits. L'unité coiled-tubing est constituée d'un tube métallique continu enroulé sur une bobine ou tambour et qui peut être descendu ou remonté dans un puits en production. Une des applications les plus communes dans le CT est le nettoyage et l'élimination des matériaux obstruant les flux de pétrole ou gaz par circulation d'un fluide adapté (eau, alcool,...). Il est aussi utilisé pour :

- Alléger la colonne hydrostatique préalablement à la perforation.
- Démarrer ou redémarrer un puits par circulation d'un liquide léger (azote)
- Réaliser un gaz-lift temporaire

-

(slb.com)

La figure n° 16 illustre une unité de Coiled Tubing ainsi que le mode de fonctionnement de l'opération.

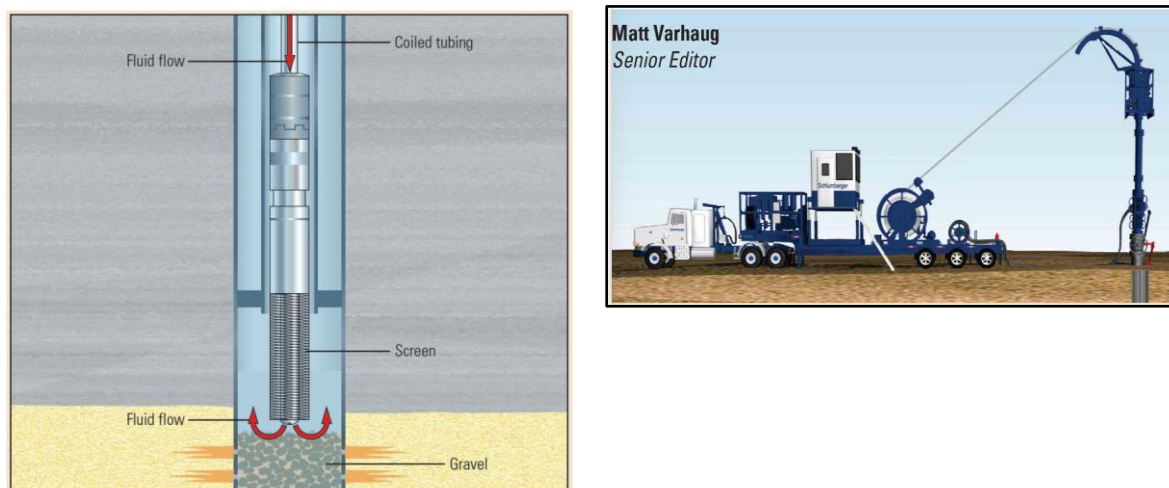


Figure 16 - Illustration des équipements et mode opérationnel du Coiled Tubing (slb.com)

- L'activité du Coiled Tubing constitue 69% des revenus de Schlumberger Algérie.
- Les coûts opérationnels y sont très élevés, le business line représente donc des opportunités d'améliorations intéressantes.

Fracturation

La fracturation hydraulique, ou frack, est une méthode de forage utilisée pour extraire le pétrole ou le gaz naturel des profondeurs de la Terre. Dans le processus de fracturation, les fissures dans et sous la

surface de la terre sont ouvertes et élargies par l'injection d'eau, de produits chimiques et de sable à haute pression tel que présenté sur la figure n°17

(Université du Michigan Energy)

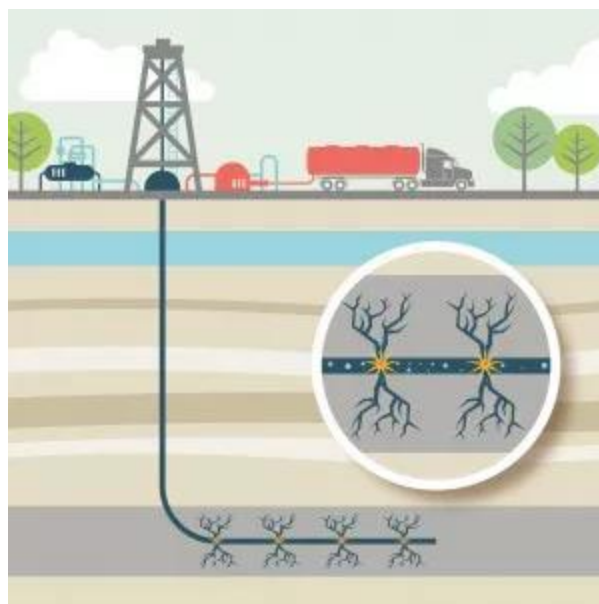


Figure 17 - Illustration des opérations de fracturation

Source: Université du Michigan Energy

2-2-2-2 Supply Chain de Schlumberger

La Supply Chain de Schlumberger est caractérisée par l'ensemble des activités d'approvisionnement, de logistique domestique et internationale incluant la planification de transport, la gestion des flux matériels et l'entreposage.

La Supply Chain de Schlumberger est considérée comme une fonction de support parmi les fonctions Ressources Humaines, Finance, Information et technologie.

L'activité de Schlumberger se situe dans la partie Upstream de la chaîne d'approvisionnement du secteur Oil & Gas et est spécialisée dans la partie extraction des matières premières.

La performance de la Supply Chain revêt une importance capitale et sa bonne gestion constitue un axe stratégique dans la performance de l'entreprise.

La Supply Chain de Schlumberger est composée des trois départements suivants :

- **Achats et approvisionnements (P&S)** : constitué à son tour des sous-fonctions Sourcing pour l'identification des fournisseurs et Procurement pour l'exécution des contrats.
- **Global Distribution** : a pour objectif la fourniture et le suivi des commandes. Il est lui-même constitué des sous-fonctions :
 - Import/export : pour la gestion et le suivi des opérations d'importation et d'exportation d'équipements et de produits nécessaires à l'activité des BLs ;

- Transport domestique : pour l'optimisation du transport local, plus particulièrement le transfert des équipements et produits des bases vers les chantiers où se déroulent les opérations ;
- Materials Management : pour la gestion des flux matériels et des stocks de l'entreprise. Pour une meilleure gestion, les articles sont classés en 3 types :
 - M&S (Materials and Supplies) : représentent les produits qui sont destinés à la maintenance et dont le paiement s'effectue après la réception ;
 - L'inventaire financier : représente les produits et consommables (ciment, produits chimiques, explosifs . . .) qui sont vendus aux clients et dont le paiement s'effectue après la consommation ;
 - Actif : représente une ressource matérielle ou immatérielle destinée à fournir un service aux clients. Le coût de cette dernière est égal à l'amortissement de la ressource pendant son utilisation par Schlumberger Algérie ;

Les types de produits M&S et « inventaire financier » sont divisés en 3 catégories :

- CAT1 : catégorie des pièces de rechange ;
- CAT2 : catégorie des articles dont la consommation est grande ;
- CAT3 : catégorie des équipements utilisés dans des projets spéciaux ;

- **Facility Management** : qui assure la maintenance et la gestion des équipements et des installations de l'entreprise.

2-3 l'Audit Logistique

Afin d'entamer notre audit, la première étape à effectuer est de retenir le référentiel d'audit adéquat à la supply chain de schlumberger pour ensuite dérouler l'audit.

2.3.1 Choix du Référentiel d'audit

Pour notre étude, nous avons porté notre choix de référentiel sur le modèle SCOR. Ce choix a été motivé par le fait que cet outil permette une approche par processus donnant une vision globale et intégrée du système logistique et une plus grande portée d'analyse ainsi qu'une amélioration profonde de la SC basée sur un benchmark avec les pratiques des entreprises les plus performantes (best practices), aussi de part sa structure le modèle SCOR est plus adéquat par rapport à l'activité de entreprises qui font dans les services.

Aussi, avant de retenir le SCOR, nous avons comparé les différents référentiels selon 4 axes:

La taille de l'entreprise :

Le tableau n°2 présente une comparaison entre les différents référentiels en fonction de la taille de l'entreprise.

Tableau 2 - Comparaison des différents référentiels

Référentiel d'audit	Taille de l'entreprise
SCM	20 à 400
ASLOG	>500
SCOR	Très grande entreprises

L'orientation des activités de l'entreprise, et leur focalisation principale :

La figure n° 18 présente les référentiels adéquats selon l'orientation nationale ou internationale des activités de l'entreprise associé à son cœur d'activité (Production ou Distribution).

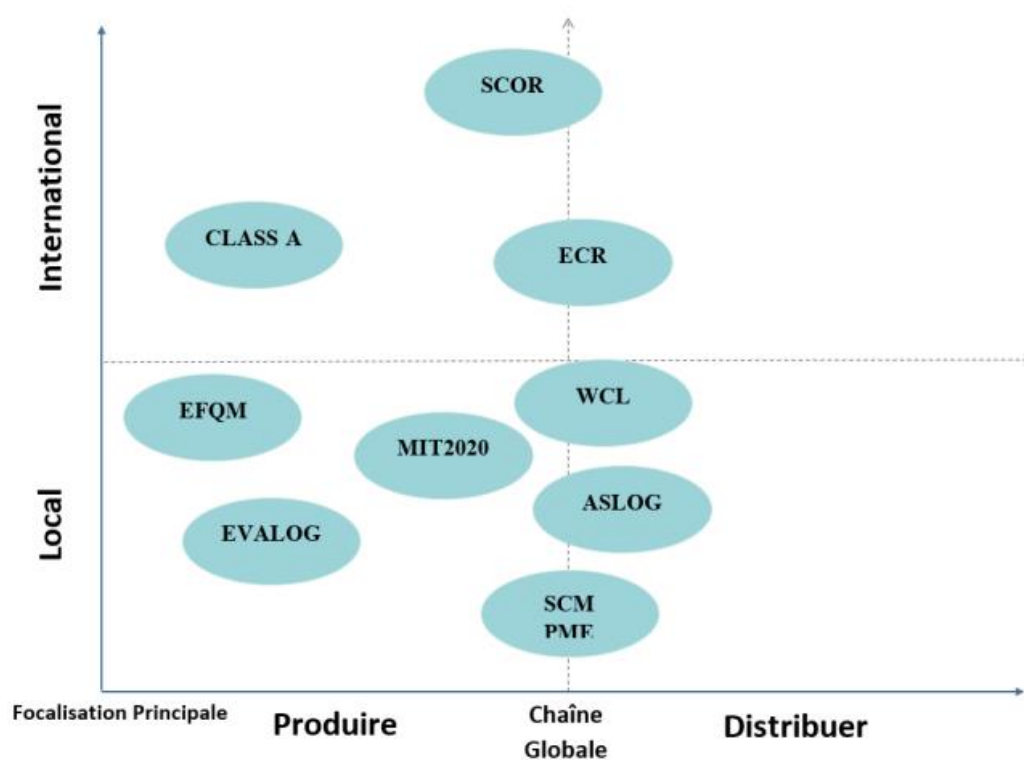


Figure 18 - Choix du référentiel d'audit selon le secteur et zone d'activité

Couverture des Domaines :

La figure n° 19 nous renseigne sur les différents domaines couverts par les référentiels en question.



Figure 19 - Domaines couverts par les référentiels

En prenant en comptes les critères ci-dessus, le référentiel le plus adapté pour l'audit de l'entreprise Schlumberger est le référentiel SCOR de part :

- La taille et l'orientation internationale de l'entreprise ;
- L'application du référentiel sur l'ensemble de la Supply Chain ;

D'autre part, le SCOR permet de définir précisément quelles sont les activités considérées comme appartenant à la chaîne logistique de manière plus exhaustive et plus structurée.

2.3.2 Déroulement de l'audit

Au cours de cette partie, nous allons délimiter le périmètre de l'étude tout en décrivant les étapes suivies pour la réalisation de notre audit selon le référentiel SCOR.

Après concertation avec le corps managérial et constatation du ratio des coûts opérationnels/Revenu relatif aux Business Lines Reservoir Performance Simulation (RPS) et Reservoir Performance Intégration (RPI) qui avoisine les 70% pour chacune, nous avons choisi d'y délimiter notre étude en vue de l'importante marge d'optimisation qu'elles représentent.

Pour commencer, nous allons décomposer chaque processus selon les trois niveaux énoncés par le référentiel SCOR V12.0. Puis, nous allons décrire chaque processus de niveau 3.

En annexe B seront présentées les grilles d'évaluation par processus ainsi que leurs cartographies.

Les processus sujets d'audit pour ces BL sont les processus de planification, d'approvisionnement et de distribution. Etant des BL dédiées à des services pétroliers, ces dernières ne disposent donc pas de processus de production.

La figure n° 20 représente une cartographie de niveau 1 contenant les processus sujets de notre Audit.

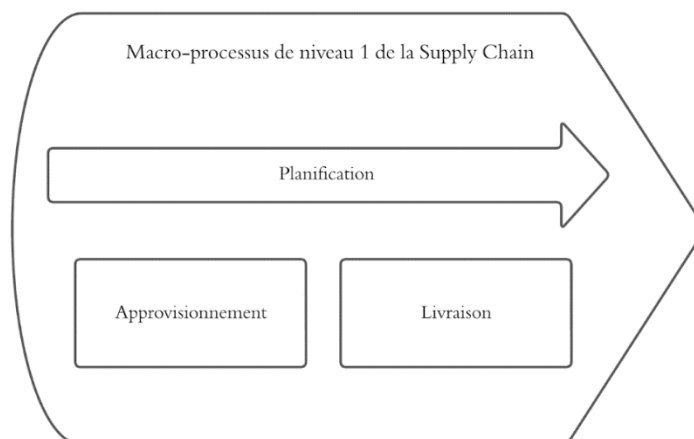


Figure 20- Cartographie du niveau 1 du référentiel SCOR

La figure n° 21 Représente la cartographie du niveau 2 des processus de niveau 1 retenus.

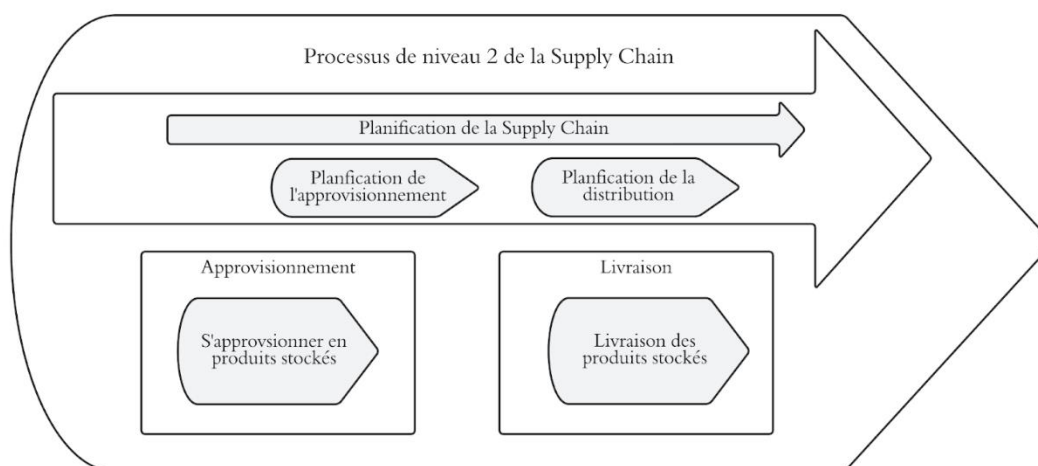


Figure 21 - Cartographie du niveau 2 du référentiel SCOR

La gestion de la chaîne d'approvisionnement de Schlumberger consiste, comme vu précédemment en la gestion d'**actifs** nécessaires au service, **des produits chimiques** ainsi que des **M&S** (pièces de rechange).

La Figure n°22 illustre tout le processus de gestion des flux de produits chimiques au sein de la Supply Chain de Schlumberger représenté par la Metro Map qui regroupe les trois parties : planification, approvisionnement et livraison et qui font l'objet de notre analyse dans le cadre de notre audit SCOR.

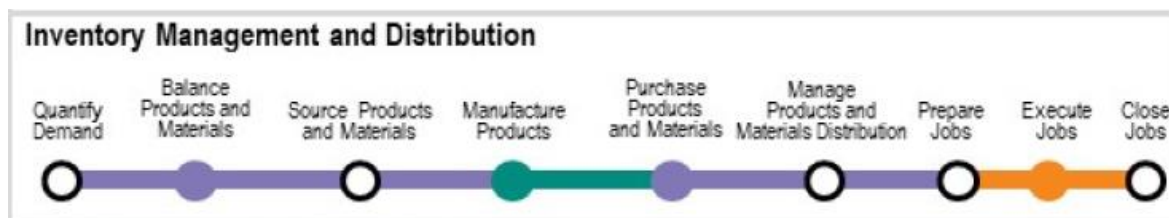
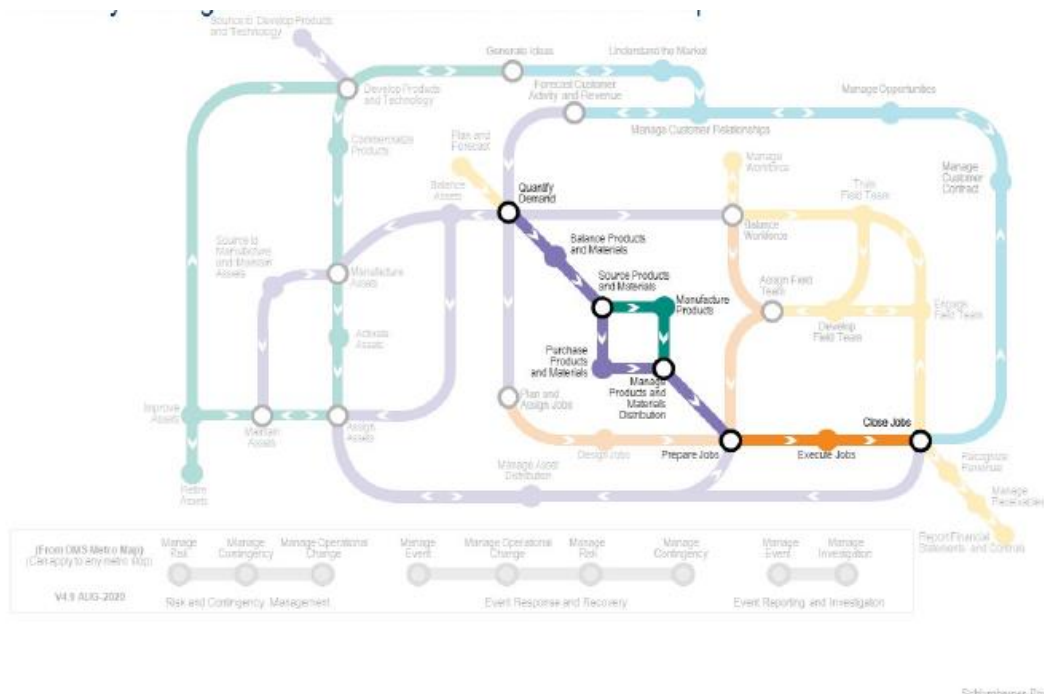


Figure 22 - Illustration de type Metro Map du flux physique des inventaires. (produits chimiques) (Planning & SC, 2020, Schlumberger)

La partie M&S et Assets sont présentés dans l'annexe C1, C2, C3 et C4

2-3-1 Processus de Planification

En fonction de l'activité des deux Business Lines, nous avons décidé d'éclater le processus de planification en 3 processus de niveau 2 qui sont la planification de la supply chain, la planification de l'approvisionnement ainsi que la planification de la distribution. Ces processus seront eux même décomposés en 4 processus de niveau 3 comme le représente le tableau n° 3.

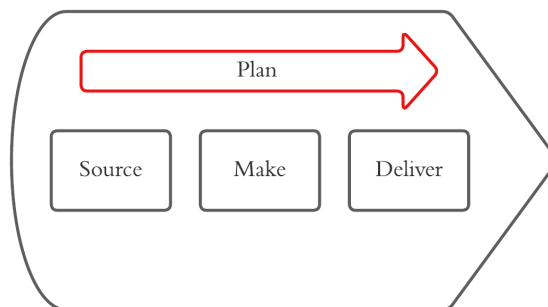


Figure 23 - Cartographie des macro-processus de niveau selon SCOR. Partie Planification

Tableau 3 - Niveaux du processus de planification (SCOR V 12, 2017)

Niveau 1	Plan		
Niveau 2	P1. Planification de la Supply Chain	P2 .Planification de l'approvisionnement	P3 Planification de la distribution
Niveau 3	P1.1 Identifier, prioriser et agréger les besoins de la Supply Chain P1.2 Identifier, préparer les ressources de la Supply Chain P1.3 Équilibrer les besoins et ressources de la Supply Chain P1.4 Etablissement du plan de la Supply Chain	P2.1 Identifier, prioriser et agréger les besoins en approvisionnement P2.2 Identifier, préparer les ressources de de l'approvisionnement P2.3 Équilibrer les besoins et ressources de l'approvisionnement P2.4 Etablissement d'un plan de d'approvisionnement	P3.1 Identifier, prioriser et agréger les besoins en distribution P3.2 Identifier, préparer les ressources de distribution P3.3 Équilibrer les besoins et ressources P3.4 Etablissement d'un plan de livraison

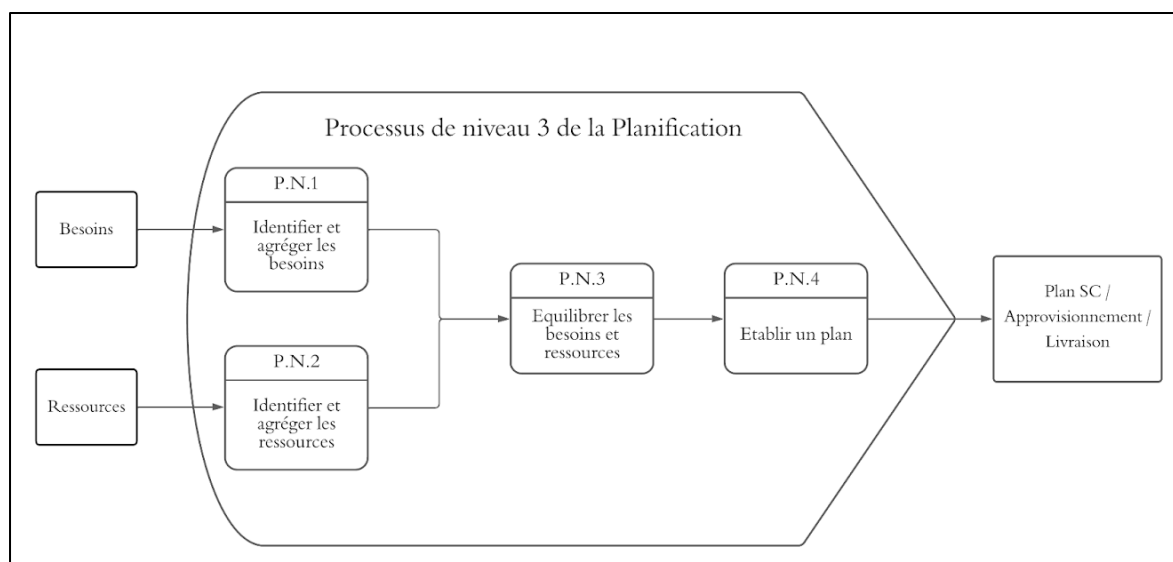


Figure 24 - Cartographie des processus du niveau 3 selon SCOR

2-3-1-1 Planification de la Supply Chain

Nous nous intéressons dans cette partie à la planification globale des opérations de la Supply Chain, essentiellement à la planification des équipements nécessaires aux opérations, et cela dès l'émission d'un appel d'offres.

Identifier, prioriser et agréger les besoins de la Supply Chain

A partir du Global Activity Capture (GAC), plateforme établie par l'équipe Marketing, répertoriant sur un horizon de 3 à 5 ans l'activité à venir sur le marché pétrolier mondial ainsi que les appels d'offres concernant le secteur, l'équipe du Sales and Commercial s'occupe d'étudier la rentabilité du contrat en réalisant des prévisions sur les besoins en produits chimiques, M&S, transports, Workforce ainsi qu'en équipements.

Ces prévisions sont basées sur l'historique des opérations ainsi que sur un cahier des charges envoyé par le client qui comporte tous les détails du service demandé (localisation, volume des activités, durée et détails techniques...).

Ainsi les coûts relatifs au contrat sont estimés et comparés au revenu attendu afin de prendre une décision sur la signature d'un contrat ou non. Une fois cette étude menée, les prévisions en termes de produits sont insérées sur l'Integrated Business Plan (IBP) sur un horizon de 12 mois. Les quantités sont multipliées par un pour les contrats signés et par la probabilité de signature pour les contrats non encore signés.

En fonction du contrat, Dedicated ou call out Les équipements sont assignés ou non chez le client, dans le cas d'un contrat call out l'équipement reste à la disponibilité de l'entreprise, et dans l'autre cas l'équipement est alloué au client.

Identifier et préparer les ressources de la Supply Chain

A Horizon de 5 ans, le top management établit une planification stratégique concernant le nombre d'unités de fracturation ou de Coil tubing à posséder en fonction de l'activité prévue. Actuellement, l'entreprise dispose de 6 unités de Coil Tubing et d'une unité de fracturation.

Équilibrer les besoins et ressources de la Supply Chain

Dès l'émission d'un appel d'offre, on procède à la vérification de la disponibilité des équipements nécessaires aux opérations en fonction des activités prévues. Un power BI nous permet de faire l'asset planning en ayant une vue sur les équipements en transit qui sont soit en maintenance soit en call stack.

Si l'équipement n'est pas disponible, nous vérifions dans un premier temps la possibilité d'acquérir ce dernier à partir de Schlumberger WorldWide et cela après la réalisation d'une étude de rentabilité en comparant les coûts relatifs au cheminement de ces outils vers l'Algérie avec le revenu potentiel généré.

Si les équipements ne sont pas disponibles au niveau de Schlumberger WorldWide, nous étudions la possibilité de leur acquisition par Capex (Demande d'investissement), et cela grâce à une étude Coût-Profit afin de comparer les coûts de cette acquisition (coûts logistiques, amortissements...) au revenu potentiel généré.

Une fois la disponibilité du matériel vérifiée et le contrat signé, une étude de coût est menée en continu afin d'optimiser les coûts de transports ainsi que le rendement de l'équipement.

2-3-1-2 Planification de l'approvisionnement

La planification de l'approvisionnement chez Schlumberger regroupe la planification pour 2 catégories :

- Inventory : cette catégorie regroupe tous les consommables facturés aux clients et utilisés sur chantier lors des opérations qu'effectue Schlumberger (ex : ciment, produits chimiques, explosifs, ...).
- M&S (Material and spare parts): différents consommables utilisés pour la maintenance des équipements(pièces de rechange...

En fonction de ces deux catégories, nous retenons les processus de niveau 3 suivant :

- **Identifier, prioriser et agréger les besoins de l'approvisionnement**

Pour les produits, l'identification des besoins se fait sur l'Integrated Business Planning (IBP). Ce dernier répertorie la planification des jobs pour les 12 prochains mois, à l'aide d'un outil de machine

learning BOR (Billing over requirement). Nous pouvons avoir une prévision des quantités nécessaires en fonction de l'historique des consommations, du type d'opération et du client.

Aussi l'équipe des Product and Service delivery (PSD), à l'aide des informations techniques dont elle dispose estime la quantité des produits nécessaire. Une fois par mois une vérification des prévisions est faite ainsi qu'une comparaison entre la quantité prévue sur l'FDP et celle prévue par les PSD afin de prendre la quantité la plus adéquate pour le job en question.

Pour les M&S, ils sont divisés en deux catégories et leur planification diffère d'une catégorie à une autre.

- **Catégorie 1 :** (Down for Repair) Pour celle-ci, la planification se fait selon un plan de maintenance établi moyennant un budget défini. Elle concerne les pièces importantes et critiques.
- **Catégorie 2 :** cette catégorie est destinée aux pièces de rechange à haute fréquence de consommation où une gestion par stock est possible.

- **Identifier et préparer les ressources de l'approvisionnement**

Afin d'évaluer ses stocks, le gestionnaire du stock a recours au Good issues SAP. En effet, à la réception de la commande, le gestionnaire introduit directement la marchandise reçue sur le système, et à la sortie d'une commande il confirme le FLM demandé par l'ingénieur. Les quantités sont instantanément corrigées sur le système.

L'entrepôt est divisé en zones par segment, et une place est allouée à chaque type de produits en veillant à garder les produits à forte fréquence de consommation à portée de main. Les mouvements des produits se font selon la politique FIFO (First In First Out) et sont tous étiquetés afin de les suivre sur le système.

- **Équilibrer les besoins et les ressources de l'approvisionnement**

L'équilibre entre les besoins et les ressources se fait à travers le Supply Planning, Une plateforme SAP où sont répertoriés les stocks actuels ainsi que la prévision de la demande.

Le réapprovisionnement est effectué en fonction des prévisions, en prenant comme délai de réapprovisionnement un mois pour les fournisseurs locaux et 3mois pour les fournisseurs internationaux.

Pour les produits locaux tels que le Xylène ou le Nitrogène, des bons de commande sont émis à l'année afin d'être le plus réactif possible, avec notamment des livraisons journalières pour le nitrogène.

Pour les pièces de rechange de catégorie 2, la politique d'approvisionnement est celle du reapprovisionnement périodique, de façon à reapprovisionner régulièrement le stock pour atteindre une valeur S_{max} . Elle est déroulée une fois par mois en automatique replenishment.

2-3-1-3 Planification de la distribution

La planification de la distribution, prends en compte la planification de la distribution de l'équipement ainsi que des produits des bases Schlumberger vers les puits de production.

Les processus de niveau 3 retenus sont les suivants :

- **Identifier, prioriser et agréger les besoins de la distribution**

L'évaluation des besoins en matière de transport se fait en fonction du volume d'activité actuel, si on constate une variation structurelle en termes d'activité, les besoins sont réévalués afin de disposer des ressources nécessaires.

- **Identifier, prioriser et agréger les ressources de la distribution**

Ayant pour objectif de se focaliser sur ses activités principales Schlumberger sous traite entièrement sa flotte pour le transport domestique. Elle dispose pour cela de deux types de ressources :

- Monthly Rental truck : ce sont des véhicules loués pour une période déterminée, généralement d'un mois. Durant cette période, l'entreprise paie un coût journalier fixe. L'entreprise se doit alors de maximiser l'utilisation de ces véhicules durant cette période pour les rentabiliser. De ce fait, il est nécessaire d'avoir une bonne visibilité et donc, de bonnes prévisions.
- Call out Rental truck : ce sont des véhicules loués pour un trajet donné. Le coût de la location est fonction de la destination, du trajet emprunté et du nombre de jours d'immobilisation du véhicule. L'entreprise a recours à ce type de ressource lorsqu'aucun « Monthly Rental » n'est disponible, lorsqu'il n'y a pas de visibilité sur le besoin au cours du mois ou lorsque le besoin en transport est faible. Le coût journalier d'utilisation de cette ressource est plus important que celui de la première.

Pour sélectionner ses fournisseurs de véhicules, SLB signe des contrats en adoptant le critère du mieux disant grâce à un appel d'offres. Ces fournisseurs sont audités régulièrement et leurs véhicules doivent être certifiés selon les exigences de la compagnie avant qu'ils ne puissent être utilisés. Il est également à noter que, dans le cas du Monthly Rental, il n'y a pas de délai d'attente pour le traitement de la commande, notamment pour l'obtention de l'approbation du prestataire. Ce qui n'est pas le cas pour le Call out Rental truck.

- **Équilibrer les besoins et les ressources de la distribution**

L'équilibre entre les besoins et les ressources de la distribution se fait seulement à la réception du transport requis, le service domestique logistique ne disposant pas de visibilité sur la planification des activités et ne possédant donc pas de plan de distribution.

Le service alloue donc le matériel de transport en fonction de la disponibilité des Monthly rental, et en cas de non disponibilité il fait appel aux call-out afin de louer le matériel pour une courte durée avec un cout plus important.

2-3-1-3 Caractérisation des dysfonctionnements du processus de planification

A travers notre audit du processus de planification, nous avons identifié différents dysfonctionnements, certains à travers le SCOR, et d'autres à travers nos processus d'audit généraux, interviews, vérification d'indicateurs..

Dysfonctionnements selon SCOR

A travers les grilles d'évaluations SCOR du processus de planification, nous avons identifié les dysfonctionnements suivants :

- **Absence de planification mensuelle pour le transport**

Selon le rapport Power BI du service domestique logistique, dans 80% des cas, ce service responsable du transport des équipements et produits depuis les bases Schlumberger vers les puits, reçoit la demande pour le transport moins de 24h avant la réalisation du job.

- **Non utilisation du Vendor Management Inventory**

Manque de communication avec les fournisseurs locaux et non partage des responsabilités avec l'entreprise.

D'autres dysfonctionnements ont été identifiés lors de l'audit. Il s'agit de :

- **Annulation de Job pour non-disponibilité d'équipements**

Il arrive fréquemment que l'entreprise laisse passer des opportunités en raison de la non-disponibilité des équipements nécessaires aux opérations.

- **Non-Respect du planning mensuel des activités engendrant une non-fiabilité des prévisions pour les activités et les quantités de produits**

La politique de l'entreprise est de chercher continuellement des opportunités et de les saisir. On accepte donc toujours les demandes non planifiées, sans mesurer leur impact, le client ne disposant pas d'assez d'informations sur les jobs à venir. On se retrouve donc avec une planification qui est rarement respectée.

- **Gestion des stocks (produits) essentiellement basée sur des prévisions non fiables**

Le non-respect du planning mensuel engendre des prévisions non fiables sur les quantités de produits, alors que la gestion des stocks est essentiellement basée sur ces prévisions.

- **Non Prise en compte de la variabilité du lead time lors du réapprovisionnement des marchandises**

Nous constatons, que pour tous les produits internationaux un lead time fixe est pris en compte lors du réapprovisionnement sans la prise en compte de la variabilité de ce dernier en fonction du produit ou de la commande.

2-3-2 Processus d'approvisionnement

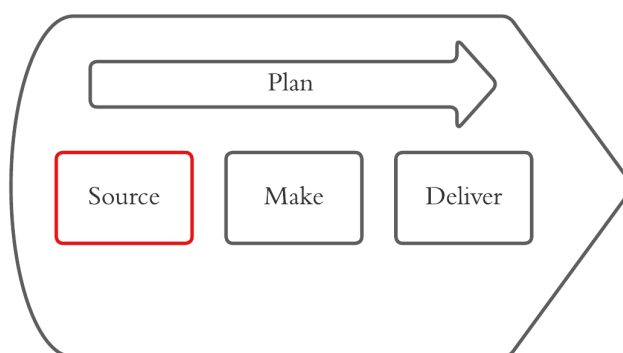


Figure 25 - Cartographie des macro-processus de niveau 1. Partie Approvisionnement

La politique d'approvisionnement chez Schlumberger s'effectue en fonction du type et de la catégorie du produit, à cet effet on retrouve les 3 types d'approvisionnement décrits dans le référentiel SCOR à savoir :

- **Approvisionnement pour un produit sur stock** : produits stratégiques, à forte consommation et avec un lead time important.
- **Approvisionnement pour un produit à la commande** : produits dont le temps de réapprovisionnement est relativement court, la consommation est relativement faible et les risques d'approvisionnement sont maîtrisés.
- **Approvisionnement pour un produit à la conception** : essentiellement pour la satisfaction de nouveaux besoins non pris en charge par les fournisseurs déjà existants dans la base de données.

Les figures n°26 et 27 illustre l'ensemble du processus d'approvisionnement pour les produits et M&S présentée par Schlumberger et selon SCOR respectivement.

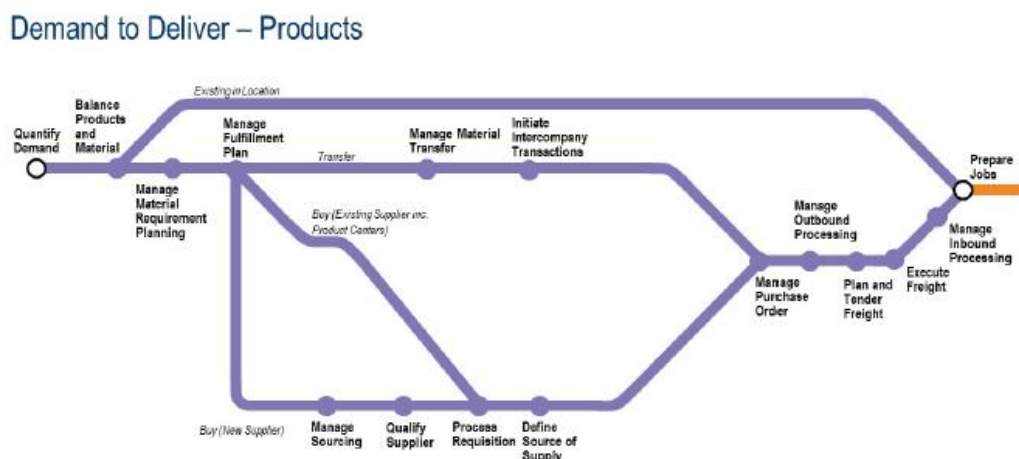


Figure 26 - Metro Map du processus d'approvisionnement pour les produits et M&S

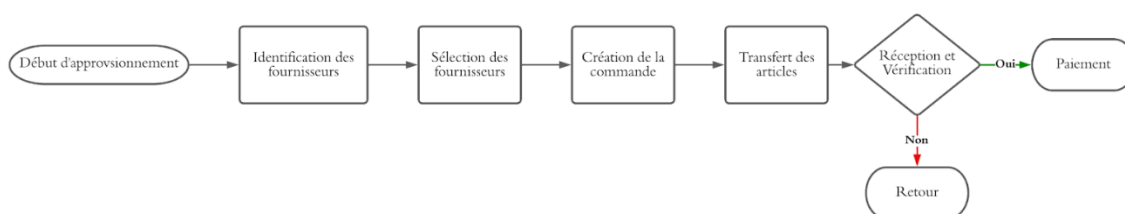


Figure 27 - Organigramme du processus d'approvisionnement pour les produits et M&S selon SCOR.

Les processus de niveau 3 pour les trois stratégies d'approvisionnement seront décrits simultanément, les points de différence, s'il y en a, seront bien entendu relevés, voir à cet effet, le tableau n°4.

Tableau 4 - Niveaux du processus d'approvisionnement (SCOR V 12, 2017)

Niveau 1	Source		
Niveau 2	S1. Source Stocked Product	S2 .Source Make to Order Product	S3 Source Engineer-to-order Product
Niveau 3	S1.1 Planifier la livraison des produits	S2.1 Planifier la livraison des produits	S3.1 Identifier les sources d'approvisionnement

	S1.2 Recevoir les produits	S2.2 Recevoir les produits	S3.2 Sélectionner le fournisseur final et négocier
	S1.3 Vérifier les produits	S2.3 Vérifier les produits	S3.3 Planifier la livraison des produits
	S1.4 Transférer les produits	S2.4 Transférer les produits	S3.4 Recevoir les produits S3.5 Vérifier les produits
	S1.5 Autoriser le paiement fournisseur	S2.5 Autoriser le paiement fournisseur	S3.6 Transférer les produits S3.7 Autoriser le paiement fournisseur

2-3-2-1 Identification des fournisseurs

Une fois par année, l'équipe sourcing se doit d'actualiser le catalogue des fournisseurs. Pour cela, elle commence par dresser une liste de produits par ordre d'importance en fonction des prévisions et des Spend Analysis.

Une fois cette liste dressée, une identification des fournisseurs se fait via le catalogue existant ou bien via la base données ou les pages jaunes, les foires, ainsi que les conférences..

Les fournisseurs ainsi identifiés font l'objet d'une présélection en répondant à un request for information (RFI). Ces fournisseurs seront ainsi présélectionnés en fonction de l'information récoltée.

2-3-2-2 Sélection des fournisseurs

Une fois les fournisseurs présélectionnés, ces derniers reçoivent un appel d'offre via la plateforme Arima. Ils feront d'abord l'objet d'une enquête de crédit, ensuite il recevront toutes les spécifications techniques des produits via le SDS et le TDS. Le fournisseur envoie ensuite un certificat d'analyse et un échantillon qui sera analysé par les laboratoires Schlumberger.

Enfin vient l'étape négociation de contrat afin de déterminer les modalités ainsi qu'un prix fixe pour les produits (ce qui n'est pas souvent le cas).

Une fois le contrat signé, les fournisseurs seront automatiquement ajoutés au catalogue fournisseurs.

2-3-2-3 Création de la commande

Une fois le besoin ressenti, le P&A planning leader prend en charge le lancement du réapprovisionnement. Il se tourne en priorité vers les opportunités FMT qui consistent à rechercher la quantité du produit demandée au niveau des différentes entités de Schlumberger à travers le monde.

Si aucune opportunité ne se présente, le demandeur consulte les catalogues Line afin de trouver les fournisseurs offrant les produits en question. Ensuite, en fonction du prix ainsi que du Lead time, le demandeur choisit un fournisseur. Ce dernier crée une shopping card qui doit passer par une chaîne d'approbation. Chaque niveau hiérarchique est limité par un seuil d'approbation déterminé par les montants des paniers. Par la suite un PO est généré et envoyé au fournisseur.

Si l'article ne figure pas sur les catalogues, une commande spéciale sera créée pour le HUB Procurement Service Center en Roumanie. En leur envoyant la taxonomie du produit en question, l'équipe sur place s'occupe de trouver les fournisseurs parmi une source liste préétablie par l'équipe sourcing et crée un Request for Quotations (RFQ). En fonction des réponses à cette demande, le choix d'un fournisseur est fait et le PO est généré.

2-3-2-4 Transfert des articles commandés

Le transfert des articles commandés diffère selon les fournisseurs, qu'ils soient locaux, ou internationaux gérés par le service GOLD.

A/ Articles internationaux

Afin de répondre aux besoins des différentes Business Lines, Gold fait appel à deux stratégies d'approvisionnement :

- **Buy to Order** : Achats auprès des fournisseurs en se basant sur la commande émise par le PL concerné.
- **Buy to Stock** : Achats préalables afin de constituer un stock pour les articles considérés critiques afin de réduire le lead time au maximum.

Nous décrivons dans ce qui suit, étape par étape le processus suivi afin de transférer la commande depuis les fournisseurs vers le Gold, puis depuis le GOLD vers les Bases des opérations.

Processus de transfert depuis le fournisseur international vers le GOLD

L'entité GOLD transfère les détails de la commande au fournisseur qui se charge de la préparation de la commande. Une fois la commande prête, une pré-alerte est transmise au GOLD pour annoncer l'arrivée de la commande au niveau du HUB le plus proche de sa localisation.

En fonction de l'incoterm du contrat, EX-Works ou DAP, le fournisseur se voit assurer ou non la livraison vers le Hub. Dans le cas d'un incoterm DAP, c'est au fournisseur d'assurer la

livraison, et pour un incoterm EX-Works, on fait appel à un prestataire externe pour assurer le transfert.

Pour une commande destinée à l'alimentation des stocks du GOLD, les articles sont stockés par le prestataire logistique (3PL) dans l'attente d'une commande en provenance des BL.

S'il s'agit par contre de la commande d'une BL, le GOLD transmet la facture au service « Import/Export » en notifiant le prestataire logistique. Il stocke ensuite la commande dans l'attente d'une approbation d'envoi (Green light) de leur part. Ceci doit se faire après vérification des types de marchandise via leur HTC code afin d'être en accord avec les requis de la douane du pays importateur.

Le service « Import/Export » avec la collaboration du prestataire logistique vérifie un certain nombre de critères. Si tout est en règle, le feu vert est donné au GOLD. Celui-ci autorise, après consolidation de la commande, son transfert depuis le point de stockage (Hub Gold ou air d'entrepôt du prestataire 3PL) vers le point d'entrée choisi par le département logistique (Port /aéroport/route).

La figure n° 28 représente le processus de transfert depuis le fournisseur international vers le GOLD

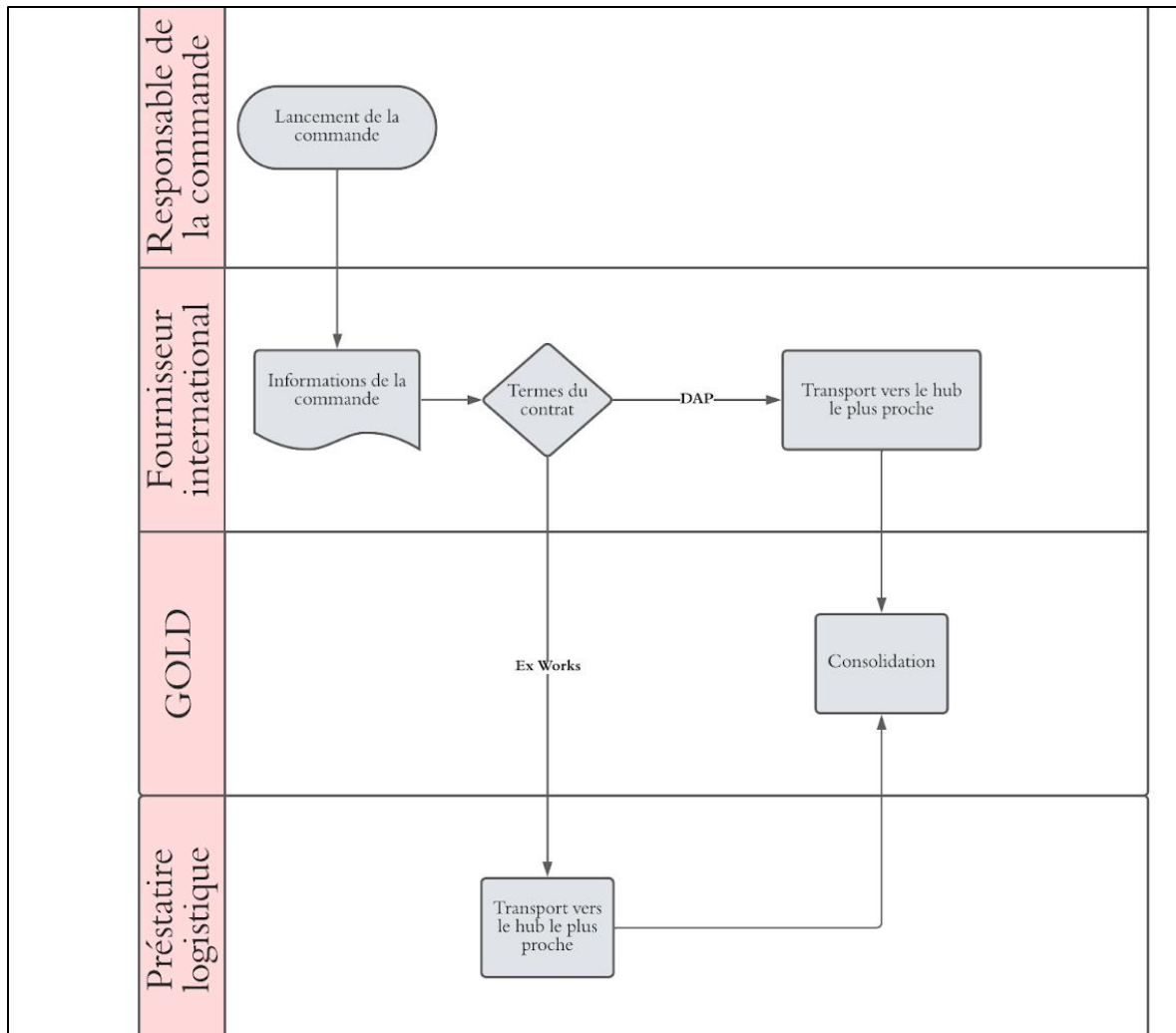


Figure 28 - Organigramme du processus de transfert du fournisseur international vers le GOLD

Processus de Transfert vers les lieux de stockage

Le scope du GOLD s'arrête une fois la marchandise arrivée au point d'arrivée (Port ou Aéroport). 10 à 15 jours avant l'arrivée de la commande au port/aéroport, le GOLD envoie une seconde préalerte pour notifier de l'arrivée de la commande et transmet le reste des documents nécessaires au dédouanement.

Une fois les documents nécessaires au dédouanement reçus, l'équipe import/export se doit de préparer le dossier de dédouanement et de soumettre ce dernier au transitaire, qui lui préparera les documents dont il est en charge afin de soumettre le dossier complet à la douane pour qu'ils traitent le dossier.

Le traitement du dossier par la douane se fait selon le régime FD (Full Duties) ou VAT (exemption des frais de TVA). Pour le régime FD, la douane accorde l'autorisation de sortie après avoir étudié le dossier, et pour le régime VAT, l'équipe de SLB se doit de soumettre le dossier d'exemption après que

le transitaire ait déposé le dossier complet. Ensuite après le traitement du dossier, l'autorisation de sortie est octroyée.

Une fois l'autorisation octroyée, le transitaire se charge de charger la marchandise et de la livrer aux bases opérationnelles.

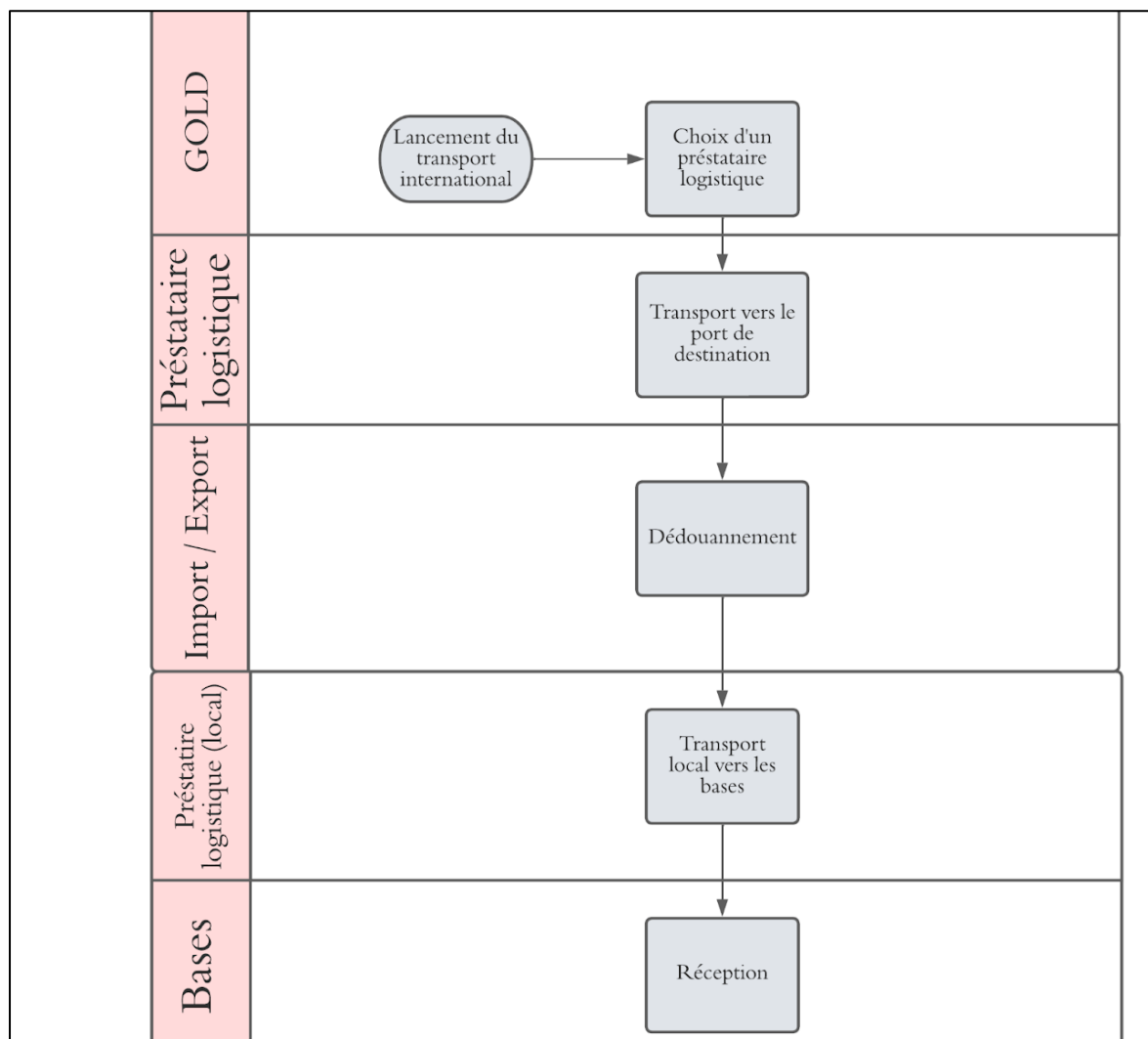


Figure 29 - Organigramme du processus de transport du GOLD (hub) vers les bases.

La figure n° 29 représente le processus de transport depuis le GOLD vers les bases opérationnelles.

Articles locaux

Les articles locaux sont livrés aux bases opérationnelles en fonction du type de l'incoterm. Si ce dernier indique que c'est au fournisseur d'effectuer la commande, alors ce dernier se charge de la livraison jusqu'aux bases opérationnelles.

Si au contraire, les termes spécifient que c'est à l'entreprise d'effectuer la livraison, alors cette dernière est effectuée par le service logistique domestique qui prend en charge la livraison.

2-3-2-4 Réception et Vérification de la Commande

A la réception du chargement, le gestionnaire vérifie tout d'abord la destination du produit en question. Ensuite, il passe à la vérification du numéro de PO. Une fois ce dernier vérifié, on passe à la vérification du packaging pour s'assurer que le produit en question n'a subi aucun dommage tout en vérifiant la date d'expiration du produit.

Une inspection visuelle est menée et on passe ensuite à la pesée de la marchandise. (Pont Bascule).

Une fois la vérification terminée, le MM passe à l'introduction des quantités sur SAP.

2-3-2-5 Processus de Paiement des fournisseurs

Le paiement diffère selon le type de fournisseurs, qu'ils soient locaux ou internationaux :

- Fournisseurs internationaux : Schlumberger Worldwide procède au paiement du fournisseur dès la réception du feu vert de la part du département « Distribution - Logistic », puis facture l'ensemble des coûts logistiques associés à l'expédition de la commande.
- Fournisseur local : Après que le gestionnaire de stocks (GDS) ait déclaré la bonne réception de la marchandise, le département « Finance » compare le PO à cette déclaration et à la facture. Cette comparaison est appelée : Three Ways Match. Si tout est conforme, il procède au paiement du fournisseur.

2-3-2-6 Caractérisation des dysfonctionnements du processus d'approvisionnement

A travers notre audit du processus d'approvisionnement, nous avons identifié différents dysfonctionnements, certains à travers le SCOR, et d'autres à travers nos processus d'audit généraux, interviews, vérification d'indicateurs.

Dysfonctionnement selon SCOR

A travers les grilles d'évaluations SCOR du processus d'approvisionnement, nous avons identifié les dysfonctionnements suivants :

- **Absence de méthodes de contrôle qualité lors de la réception des commandes**

A la réception des commandes dans les bases opérationnelles, aucune méthode de contrôle qualité n'est utilisée afin de s'assurer de la qualité du lot réceptionné.

- **Non utilisation du Vendor Management Inventory**

Manque de communication avec les fournisseurs locaux et non partage des responsabilités avec ces derniers.

- **Manque de suivi de la performance**

Nous constatons que la majorité des indicateurs définis selon SCOR, ne sont pas suivis. Par ailleurs, les indicateurs suivis par l'entreprise tels que le DSOH sont rarement vérifiés.

D'autres dysfonctionnements ont été identifiés lors de l'audit. Il s'agit de :

- **Rupture de stock des produits et M&S**

A travers nos interviews avec les Planning Leads et Material specialists pour les produits chimiques et les M&S, nous avons constaté de fréquentes ruptures de stocks.

- **Manque de suivi de la performance des fournisseurs**

Malgré l'existence de procédures de suivi de la performance des fournisseurs, elles ne sont pas utilisées et les fournisseurs ne subissent pas de pénalités en cas de manquements.

- **Retard de paiement des fournisseurs locaux**

Bien que le délai mentionné sur les contrats soit de 70 jours, il arrive fréquemment que les fournisseurs soient payés bien après ce délai.

- **Manque de communication avec les fournisseurs locaux**

A travers notre audit, nous constatons l'absence de communication avec les fournisseurs en amont de la commande. En effet, on ne communique avec le fournisseur que pour passer la commande. Cette absence de communication concernant leurs niveaux des stocks amplifie l'incertitude concernant l'approvisionnement.

- **Dépendance aux fournisseurs internationaux**

Devant l'offre locale limitée, il est essentiel pour l'entreprise de s'approvisionner sur les marchés internationaux, provoquant ainsi un important temps d'approvisionnement comparativement à un approvisionnement local.

2-3-3 Processus de distribution

Ce processus est lancé lorsqu'une demande de mobilisation ou de démobilisation d'équipements au sein de la GeoUnit entre des bases et/ou des sites de forage est reçue.

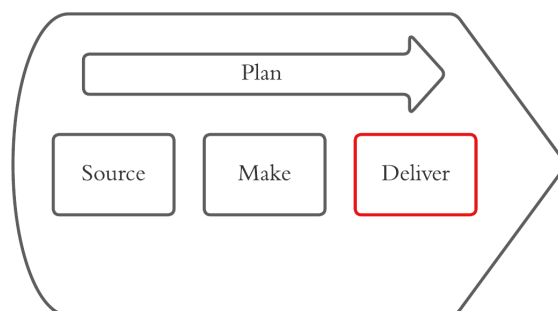


Figure 30 - Cartographie des macro-processus de niveau 1 selon SCOR - Partie Livraison

Tableau 5 - Niveaux du processus d'approvisionnement (SCOR V 12, 2017)

Niveau 1	Distribution		
Niveau 2	D1. Deliver Stocked Product	D2 .Deliver Make to Order Product	D3 Deliver Engineer-to-order Product
Niveau 3	sD1.1 Traiter les demandes de renseignements et les devis sD1.2 Recevoir, saisir et valider la commande sD1.3 Réserver les stocks et déterminer la date de livraison sD1.4 Regrouper les commandes sD1.5 Créer des chargements sD1.6 Acheminer les envois sD1.7 Sélectionner les transporteurs et tarifier les envois sD1.8 Recevoir les produits de la source	sD2.1 Traiter les demandes de renseignements et les devis sD2.2 Recevoir, configurer, saisir et valider la commande sD2.3 Réserver les stocks et déterminer la date de livraison sD2.4 Regrouper les commandes sD2.5 Créer des chargements sD2.6 Acheminer les envois sD2.7 Sélectionner les transporteurs et tarifier les envois sD2.8 Recevoir les produits de la source ou du fabricant sD2.9 Prélever le produit sD2.10 Emballer le produit	sD3.1 Traiter les demandes de renseignements et les devis sD3.2 Recevoir, configurer, saisir et valider la commande sD3.3 Réserver les stocks et déterminer la date de livraison sD3.4 Regrouper les commandes sD3.5 Créer des chargements sD3.6 Acheminer les envois sD3.7 Sélectionner les transporteurs et tarifier les envois sD3.8 Recevoir les produits de la source

	<p>ou du fabricant sD1.9 Prélever le produit sD1.10 Emballer le produit sD1.11 Charger le produit et générer les documents sD1.12 Expédier le produit</p> <p>sD1.13 Réception et vérification du produit par le client sD1.14 Installer le produit sD1.15 Facturation</p>	<p>sD2.11 Charger le produit et générer les documents d'expédition sD2.12 Expédier le produit sD2.13 Réception et vérification du produit par le client sD2.14 Installer le produit sD2.15 Facturation</p>	<p>ou du fabricant sD3.9 Prélever le produit sD3.10 Emballer le produit sD3.11 Charger le produit et générer les documents d'expédition sD3.12 Expédier le produit sD3.13 Réception et vérification du produit par le client sD3.14 Installer le produit sD3.15 Facturation</p>
--	---	--	---

2-3-3-1 Préparation des marchandises

Le coordinateur des ressources (le demandeur) s'engage avec le TLM, le PSD ou le magasinier à préparer les marchandises pour le transport.

Le responsable de l'inventaire correspondant à la demande s'assure que l'emballage est prêt et communique les détails du chargement au coordinateur qui, à son tour, va créer le Transport Request.

2-3-3-2 Acheminement des expéditions et sélection des moyens

Le planificateur de la logistique domestique valide la requête de transport (transport request) selon la qualité et l'exhaustivité des informations qui serviront par la suite à la sélection de l'option logistique appropriée en fonction de la date de livraison et des coûts requis et obtient l'approbation appropriée du gestionnaire de la division GU P&SC. Les opportunités d'optimisation de l'acheminement de l'expédition peut s'étendre à l'exploration et l'identification de possibilités de consolidation qu'il s'agisse d'ajouter les nouvelles commandes à une expédition existante ou d'en créer une nouvelle.

2-3-3-3 Émission du bon de travail

Le spécialiste de la planification de la Domestic logistic émet ensuite un ordre de travail au prestataire de services logistiques en utilisant les tarifs contractuels ou les appels d'offres.

2-3-3-4 Suivi de l'expédition :

Une fois le bon de travail émis, le coordinateur Domestic logistic assure le suivi de l'envoi. Il coordonne avec l'équipe SBS et le fournisseur de services logistiques pour assurer l'enlèvement de la cargaison en temps voulu, puis surveille l'envoi jusqu'à ce qu'il atteigne sa destination finale, en

mettant à jour les données qui serviront à la fin de mesurer le temps de cycle du processus et passer à l'étape de facturation.

Il est à préciser que pour les bases qui ne sont pas prises en charge par les share services, une autre entité s'occupera de la livraison.

2-3-3-5 Validation du coût

Une fois la transaction terminée, le coordinateur de la logistique interne informe le spécialiste de la facturation, qui examine et accepte les coûts de livraison finaux.

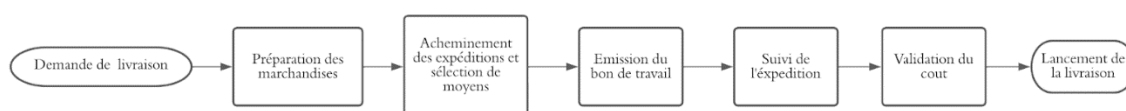


Figure 31 - Organigramme du processus de distribution

La figure n°31 représente le processus de distribution à partir de la demande de transport au lancement de la livraison

2-3-3-6 Caractérisation des dysfonctionnements du processus de distribution

A travers notre audit du processus de planification, nous avons identifié différents dysfonctionnements, certains à travers le SCOR, et d'autres à travers nos processus d'audit généraux, interviews, vérification d'indicateurs.

Dysfonctionnement selon SCOR

A travers les grilles d'évaluations SCOR du processus de planification, nous avons identifié les dysfonctionnements suivants :

Absence de plan mensuel de distribution

Selon le rapport Power BI du service domestique logistique, dans 80% des cas, ce service responsable du transport des équipements et produits depuis les bases Schlumberger vers les puits, reçoit la demande pour le transport moins de 24h avant la réalisation du job.

D'autres dysfonctionnements ont été identifiés lors de l'audit. Il s'agit de :

Lenteur du processus de certification des véhicules en callout rental

En cas de forte demande pour le transport et de disponibilité de tous les véhicules en Monthly rental, l'entreprise a recours au call out rental afin de couvrir son besoin. Il est important de préciser qu'avant d'acquérir le véhicule, il est indispensable que ce dernier soit certifié conforme.

2-4 Classification des dysfonctionnements

Lors de cette partie nous nous intéresseront aux étapes 1 et 2 de la figure n°32, ces étapes prendront en charge la catégorisation des dysfonctionnements ainsi que l'estimation du manque à gagner du à ces derniers.

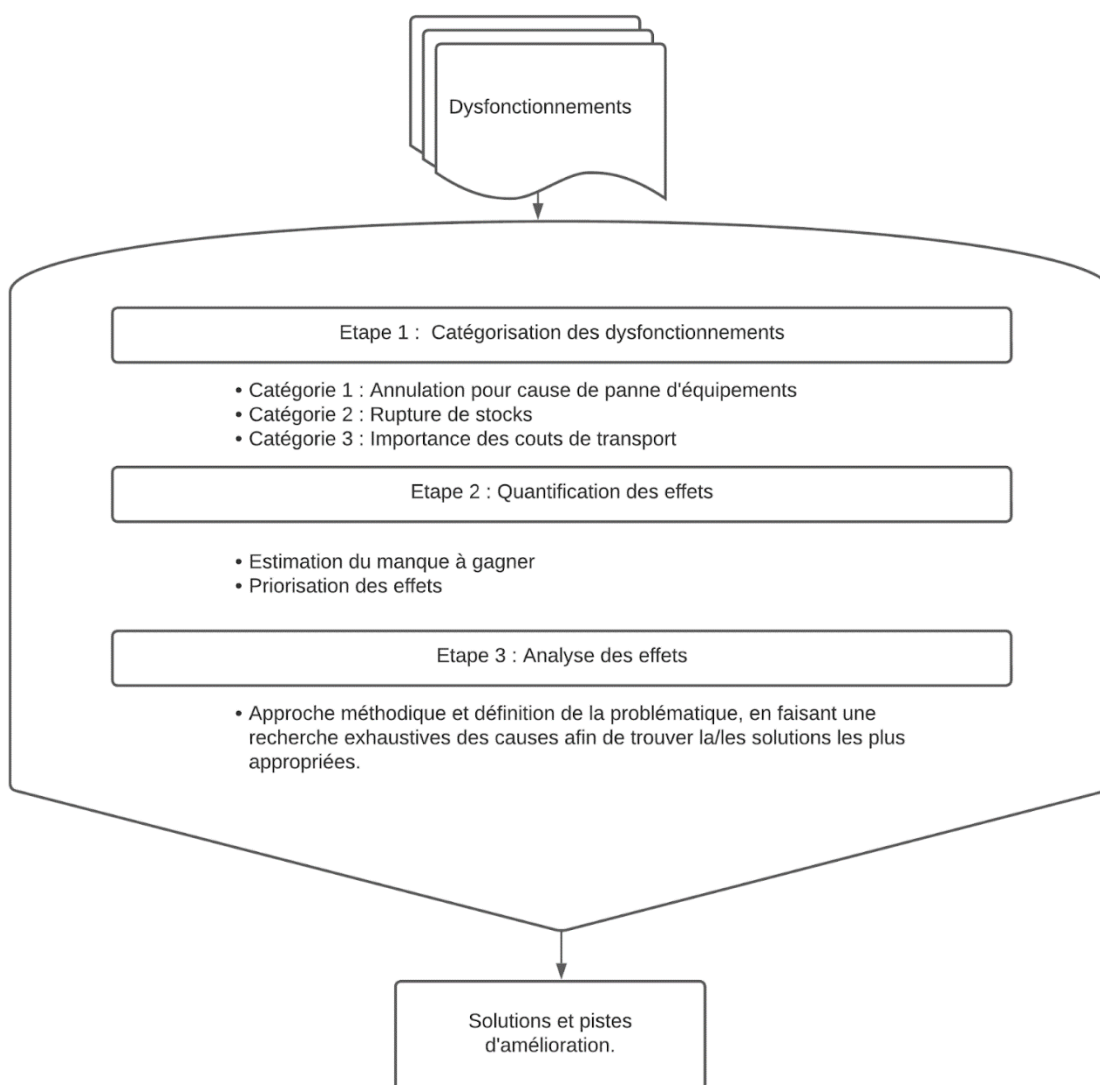


Figure 32 - Démarche de résolution des dysfonctionnements.

2-4-1 Catégorisation des dysfonctionnements

Les dysfonctionnements décelés ont pu être catégorisés selon leurs effets sur le bon fonctionnement de l'activité en 3 catégories :

- **Catégorie 1 : Annulation d'opérations pour non-disponibilité d'équipements**

Cette catégorie regroupe les dysfonctionnements ayant directement ou indirectement pour effet l'annulation d'un job pour non-disponibilité des équipements nécessaires à la réalisation du service.

- **Catégorie 2 : Annulation d'opérations pour non-disponibilité de produits**

Comme la catégorie précédente, celle-ci regroupe les dysfonctionnements ayant directement ou indirectement pour effet l'annulation d'un job pour non-disponibilité de produits (inventory).

- **Catégorie 3 : Annulation d'opérations pour non-disponibilité de ressources de transport**

Cette catégorie représente essentiellement les dysfonctionnements ayant pour effet l'annulation d'un job pour non-disponibilité des ressources nécessaires au transport des équipements, des équipes et des produits vers les puits de production.

Les différents dysfonctionnements sont catégorisés dans le tableau n° 6

Tableau 6 - Catégorisation des dysfonctionnements

Annulation d'opérations pour non-disponibilité d'équipements	Annulation d'opérations pour non-disponibilité de produits	Annulation d'opérations pour non-disponibilité de ressources de transport
Rupture de stock M&S	Rupture de stocks Produits	Absence de planification mensuelle pour le transport
Manque de suivi de la performance des fournisseurs M&Q	Non utilisation du Vendor Management Inventory	Lenteur du processus de certification des véhicules en callout rental.
Manque de communication avec les fournisseurs locaux (M&S)	Manque de suivi de la performance des fournisseurs Produits	
Dépendance aux fournisseurs internationaux(M&S)	Manque de communication avec les fournisseurs locaux (Produits)	
	Dépendance aux fournisseurs internationaux (M&S)	

2-4-2 Quantification du manque à gagner dû aux dysfonctionnements

Lors de cette partie, nous allons estimer le manque à gagner engendré par les dysfonctionnements décelés selon leur catégorie, et ceci dans le but de nous faire une idée sur l'ordre de grandeur ainsi que sur l'importance des effets engendrés sur l'activité de l'entreprise.

- **Catégorie 1 : Annulation d'opérations pour non disponibilité d'équipements**

A travers un entretien avec le Sales engineer, nous avons confirmé la fréquente indisponibilité des équipements, ainsi que l'annulation ou la perte d'opportunités due à cette indisponibilité.

Aussi, nous avons constaté que ces pertes d'opportunités n'étaient pas systématiquement répertoriées et enregistrées.

Cela dit, pour les pertes d'opportunités répertoriées, leur manque à gagner est quantifié et s'élève à une moyenne mensuelle de **300 K\$**.

- **Catégorie 2 : Annulation d'opérations pour non-disponibilité de produits**

A la différence des opportunités manquées pour cause de non-disponibilité d'équipements, il n'existe aucun suivi des jobs ou opportunités annulés pour cause de ruptures de stocks.

Nous allons estimer ce manque à gagner en considérons les paramètres et les estimations présentés dans le tableau n° 7

Tableau 7 - Paramètres d'estimation du manque à gagner des ruptures de stocks

Revenu d'un job	Nombre actuel de jobs /mois	Délai minimum de réapprovisionnement en urgence
Pour les opérations de coil tubing, le revenu moyen est estimé à 30k \$	Moyenne de 15 jobs	10 jours pour le réapprovisionnement en urgence des produits critiques

En prenant en compte, qu'en cas de rupture de stock pour les produits critiques, un délai de 10 jours minimum est nécessaire à leur réapprovisionnement en urgence.

En l'espace de 10 jours de stock out, une moyenne d'annulation de 5 jobs sera constatée à raison de 30 K\$ le job.

Ce qui nous donne un manque à gagner mensuel d'environ **150K \$**.

- **Catégorie 3 : Annulation d'opérations pour non-disponibilité de ressources de transport**

Lors de notre entretien avec le Domestic logistic leader, ce dernier nous a expliqué que les dysfonctionnements décelés entraînaient rarement voire jamais, l'annulation d'un job.

Toutefois, la réalisation du job devient ce fait de manière urgente et pénalise ainsi l'équipe domestic logistique. Et comme expliqué durant l'audit, dans le cas où l'entreprise ne dispose plus de ressources en monthly rental elle a tout simplement recours au call out afin d'assurer le transport, avec un cout un peu plus élevé mais incomparable au coût d'annulation d'un job.

Tableau 8 - Estimation du manque à gagner de chacun des effets

L'effet	Le manque à gagner mensuel (\$)
Annulation d'opérations pour non-disponibilité d'équipements	300K
Annulation d'opérations pour non-disponibilité de produits	150K
Annulation de job pour non-disponibilité de ressources de transport :	-

Le résultat de cette étude détermine les effets ("et dysfonctionnements") qui méritent une attention particulière et qui feront l'objet de notre proposition de solutions principales, à savoir l'annulation de job pour non-disponibilité d'équipements et l'annulation de job pour non-disponibilité de produits.

2.5 Enoncé de la problématique

Une fois avoir réaliser notre audit, et décelé les différents dysfonctionnements incombant à la supply Chain des business lines étudiées, nous avons catégoriser ces derniers en différents effets subits par l'entreprise, ensuite nous avons estimé le manque à gagner du à ces effets pour les prioriser et identifier les plus importants.

Ainsi, nous affirmons que les effets à plus fort impact sur le fonctionnement des deux business lines sont l'annulation d'opportunité pour non-disponibilité d'équipements et celle pour non disponibilité de produits avec un manque à gagner mensuel moyen de 300K\$ pour le premier effet, et un important risque de manque à gagner de 150k\$ pour le deuxième effet, faisant ainsi perdre à l'entreprise d'importants revenus.

Ainsi, devant ces dysfonctionnements et leurs importants manques à gagner, nous ne pouvons que confirmer la nécessité de répondre à la question posée au départ de l'étude , d'autre part l'audit que nous avons mené nous a permis d'affiner la problématique en identifiants les dysfonctionnements à fort impact sur lesquels se focalisera le reste de notre travail.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la suite de notre travail. L'objectif est de contribuer à l'amélioration de la performance de la Supply Chain des business lines RPI/RPS grâce à l'analyse et l'amélioration des effets : Annulation de job pour non-disponibilité d'équipements et Annulation de job pour non disponibilité de produits.

Afin de répondre à cette problématique, nous allons dans un premier temps effectuer une analyse des effets afin d'identifier leurs causes racines, et une fois ces causes identifiés nous proposeront des solutions destinées à éradiquer ces causes, ou du moins à les minimiser.

Conclusion du chapitre

Lors de ce chapitre, nous nous sommes d'abord familiarisés avec l'entreprise sujette de notre étude, ensuite nous avons établi la portée du projet pour réaliser notre audit et déceler les différents dysfonctionnements selon le référentiel SCOR.

Enfin, nous avons catégorisé ces dysfonctionnements, quantifié leurs effets en terme de manque à gagner afin d'identifier ceux sur lesquels se concentrera notre analyse, à savoir l'annulation d'opportunités pour non disponibilité d'équipements et la non disponibilité de produits

Chapitre 3

Analyse des effets et proposition de Solution

Au cours de ce dernier chapitre, nous allons commencer par analyser les effets retenus à la fin du chapitre 2 afin de déceler leurs causes racines, ensuite en fonction de ces causes nous proposerons des solutions d'amélioration. Le chapitre sera clôturé par la réalisation d'un tableau de bord dédié au processus de réapprovisionnement, processus connaissant un important manque de suivi de sa performance.

3.2 Analyse des effets

Les principaux effets déterminés et priorisés, nous recherchons à travers une approche méthodique les causes racines afin de trouver les solutions les plus appropriées pour chacune d'entre elles.

La démarche adoptée dans la résolution du problème nous permet de faire une recherche exhaustive des causes et de cibler par la suite les causes racines de la manière présentée sur la figure n° 33

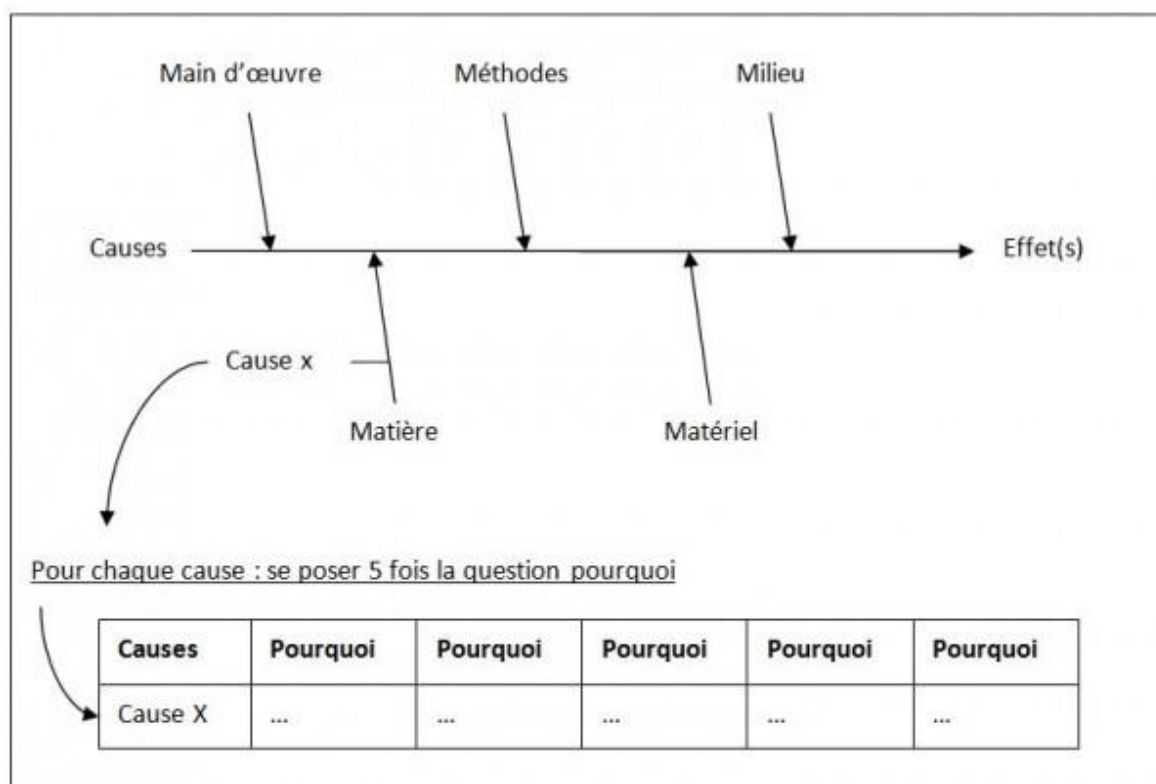


Figure 33 - Démarche d'analyse des effets

3.2.1 Effet annulation d'opérations pour non-disponibilité de produits

Après un brainstorming sur les sources d'indisponibilité des produits effectué avec l'ingénieur PSD, le planning lead produit ainsi que le Material purchasing specialist, l'outil qui permet maintenant visualiser l'ensemble des causes le diagramme de causes et effets, sur lequel nous mettons l'ensemble

des causes selon les 5M (Matière, Main d’œuvre, Moyens, Moyens financiers, Méthodes). La figure n° 34 présente

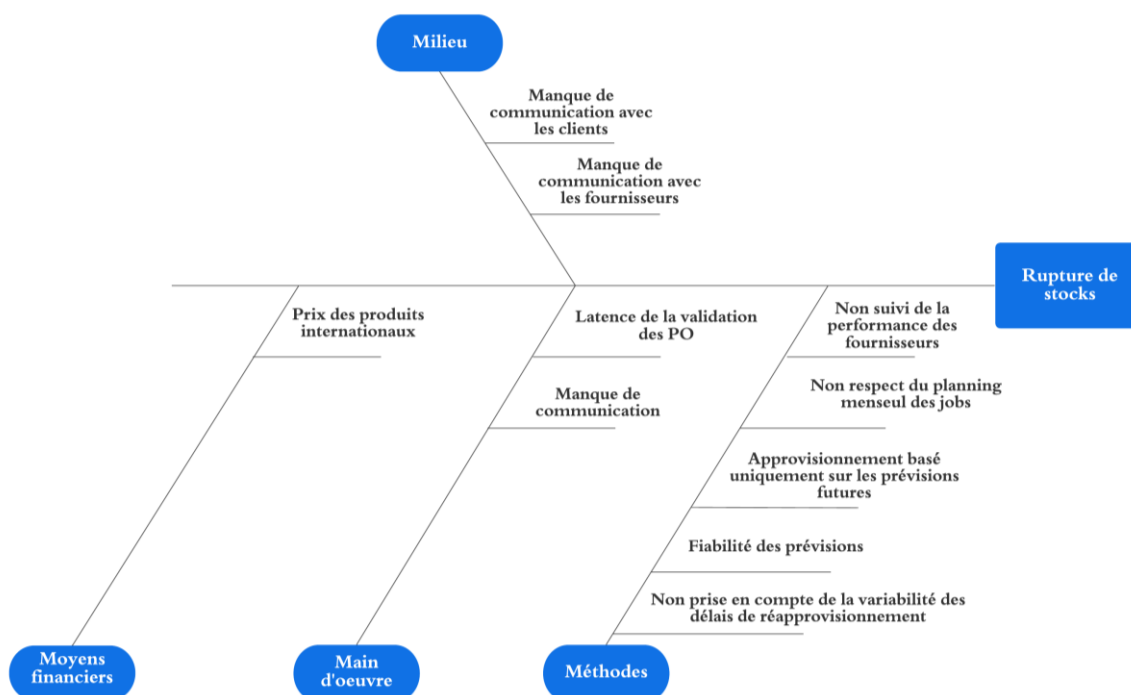


Figure 34 - Diagramme d'Ichikawa sur les ruptures de stocks

Ce diagramme nous permet de mieux percevoir les causes, mais il reste insuffisant afin de détecter les causes racines.

A l'issue du diagramme de causes et effets, nous avons utilisé un outil que nous jugeons très adéquat, c'est le diagramme d'affinités qui permet d'affiner les causes similaires dans une même catégorie. Le tableau n° 9 illustre le regroupement de l'ensemble des causes à travers l'utilisation du diagramme d'affinité.

Tableau 9 - Diagramme d'affinité des causes liées aux ruptures de stock

Causes liées au processus de réapprovisionnement	Causes liées à la prévision
<p>Approvisionnement basé essentiellement sur les prévisions.</p> <p>Manque de communication accru avec les fournisseurs.</p> <p>Non Validation des PO à temps.</p> <p>Manque de communication entre le MM et P&A.</p>	<p>Non-respect du planning mensuel des activités.</p> <p>Fiabilité des prévisions.</p>

Non prise en compte de la variabilité du temps de réapprovisionnement. Absence de stock de sécurité	
--	--

Dans ce qui suit, nous allons analyser et étudier chaque catégorie afin de déceler les causes racines entraînant l'effet étudié.

A. La Prévision

La fiabilité des prévisions des ventes, ou “sales forecast accuracy” en anglais est un indicateur clé en Supply Chain et logistique.

Si les prévisions sont fiables, ceci permettra de diminuer nos ruptures de stock, d'augmenter notre taux de service et de réduire le coût de notre Supply Chain.

Nous présentons dans le tableau n° 10 un échantillon des consommations et des prévisions de trois produits sur les 17 derniers mois et nous calculons les erreurs de prévision.

Tableau 10 - Erreurs de prévision totales d'un échantillon de trois produits sur la période Janvier 2021 - Mai 2022

Material ID	Consommation et prévision / produit	Erreur de prévision	% d'erreur
A026	446720,7387		
	111412,8421	335307,8966	75%
A201	5153,539839		
	1009,48883	4144,051009	80%
A261	4429,117257		
	724,400511	3704,716746	84%



L'horizon de prévision utilisé au niveau de l'équipe Sourcing est de 3 mois. Il s'agit donc de l'intervalle de temps entre le moment où les prévisions sont faites et le moment où les stocks sont consommés.

Ensuite, par la méthode Mean Absolute Error qui consiste en la division du total des erreurs absolues par la demande totale, On obtient le taux d'erreur :

$MAE = \text{Somme de l'erreur totale} / \text{Demande totale} = 69 \%$

$$MAE = \frac{\text{Somme de l'erreur totale}}{\text{Demande totale}} = 69 \%$$

Ainsi le KPI de fiabilité ou Le Forecast Accuracy indique une fiabilité de prévision de 31%.

Afin d'identifier les causes de la non-fiabilité des prévisions, l'outil le plus adéquat et les 5 pourquoi :

Pourquoi le taux de fiabilité des prévisions est-il bas ?

→ Les consommations prévues sont très différentes de ce qui est réellement consommé.

Pourquoi y a-t-il une différence des consommations prévues et consommées ?

→ La planification est non respectés.

Pourquoi la planification n'est-elle pas respectée ?

→ Le client ne communique et ne possède pas de plan pour les opérations prévus, et avec la crise actuelle, on ne peut se fier à nos prévisions.

Il s'agit donc d'un problème externe à l'entreprise auquel elle devra s'adapter.
--

B. Processus de réapprovisionnement

Afin d'analyser le processus de réapprovisionnement, il est nécessaire de se familiariser avec les différents types de produits nécessaires aux opérations ainsi qu'avec les différentes stratégies mises en place afin de gérer le réapprovisionnement de ces derniers.

Après avoir étudié le processus d'approvisionnement (Chapitre 2), nous sommes arrivés à classer les différents articles en 3 catégories, essentiellement selon leur provenance ainsi que leur Lead time.

- **Catégorie 1 : Produits locaux**

Cette catégorie regroupe exclusivement les articles produits en Algérie, tels que le Xylène (A026), le Nitrogène (N002) ou l'Acide (H003).

- **Catégorie 2 : Fournisseurs locaux**

La catégorie 2 regroupe les articles provenant de fournisseurs locaux mais issus de l'importation (importateurs).

Nous citons le J285, le M117 ou encore le Y006.

- **Catégorie 3 : Fournisseurs internationaux**

La catégorie en question regroupe les produits émanant de fournisseurs internationaux, à travers le service GOLD : L071, F112...

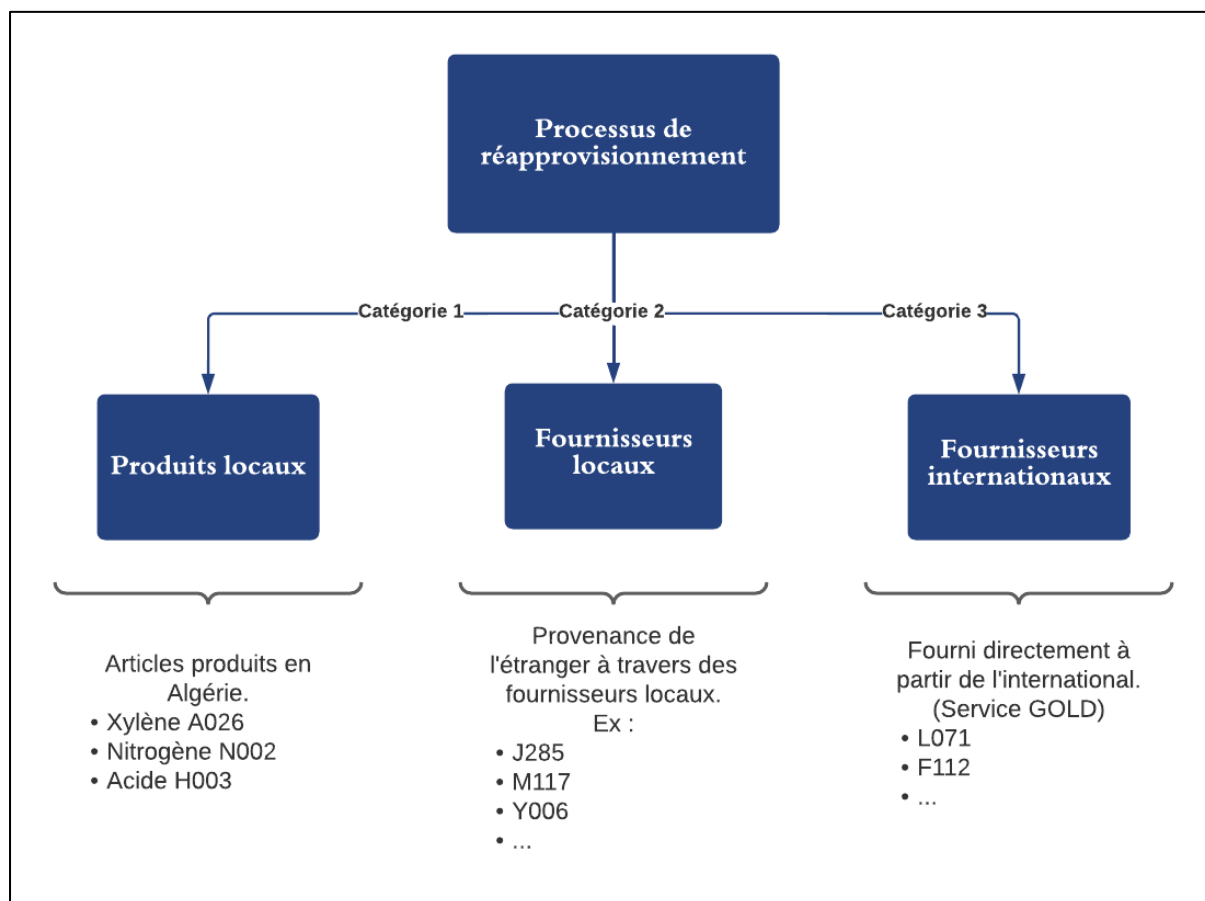


Figure 35 - Schéma récapitulatif du clustering des produits.

Dans ce qui suit, nous allons analyser en détails le processus de réapprovisionnement pour chaque catégorie, essayer d'y déceler les dysfonctionnements et proposer des solutions d'amélioration.

Produits Locaux

Parmi les produits utilisés, nous retrouvons 3 qui sont produits localement, à savoir le Xylène, le Nitrogène, ainsi que l'Acide.

Xylène : Pour le réapprovisionnement en Xylène, Un bon de commande est établi à l'année. Ainsi le réapprovisionnement est effectué en fonction du besoin avec un lead time estimé à 4 jours (le temps d'envoyer le camion-citerne à Skikda et qu'il revienne), la capacité de stockage étant de 30M3.

Nitrogène : Même chose que pour le xylène, un bon de commande est établi à l'année avec cette fois ci une livraison journalière effectué par les fournisseurs à savoir Lind Gas et Cal Gaz, la capacité de stockage étant 100M3.

Acide : On retrouve ici, le même processus avec un bon de commande à l'année et réapprovisionnement selon le besoin avec un lead time allant de 1 à 2 jours pour une capacité de stockage de 60M3.

Selon notre audit, nous constatons que pour ces produits, on a rarement des ruptures de stock, cela est essentiellement dû à leur disponibilité et à leur faible délai de réapprovisionnement.

Cela dit, les risques de rupture de stock pour ces produits proviennent essentiellement des producteurs, comme en pleine crise Covid où la production de gaz était intégralement destinée à la production de gaz médicaux, ce qui a provoqué un manque accru de Nitrogène sur toute l'activité. Aussi, nous constatons un manque de disponibilité des camions citerne pour le transport du Xylène.

Produits Locaux importés

Étant considérés comme étant des produits locaux, leur réapprovisionnement est effectué en fonction des prévisions, en prenant en compte 1 mois pour le délai de réapprovisionnement. Cependant il arrive fréquemment que le fournisseur se retrouve en rupture de stocks, ce qui impacte de manière directe le délai de réapprovisionnement provoquant ainsi des ruptures de stocks pour l'entreprise.

Nous constatons que le dysfonctionnement majeur intervenant dans ce processus est le manque de communication avec les fournisseurs sur leurs niveaux de stocks.

Produits importés

Le principal facteur qui caractérise ce segment de produits est le délai d'approvisionnement. Le lead time d'importation des produits importés ont la particularité d'être relativement très importants et incertains, spécialement dans l'environnement et le contexte dans lequel évolue Schlumberger Algérie. L'approvisionnement en produits chimiques, se base essentiellement sur les prévisions faites au niveau du FDP.

Le faible taux de fiabilité de la prévision jumelé à la non prise en compte potentielle de la variabilité du lead time donne lieu à des ruptures de stocks auxquelles il est important de pallier.

Afin d'entamer notre analyse, nous décidons de classer l'ensemble des produits importés que nous possédons dans notre catalogue de produits de chacune des divisions par ordre de priorité. Cette

priorisation va se baser sur deux critères qui vont nous permettre de déterminer les produits qui feront l'objet d'une attention particulière. Ces critères sont :

- Consommation : Nous priorisons les produits à travers la valeur de la consommation que nous calculons en multipliant la consommation par le prix. Les figures n° 36 et 37 représente respectivement le résultat de l'analyse Pareto faite sur les divisions RPI / RPS.

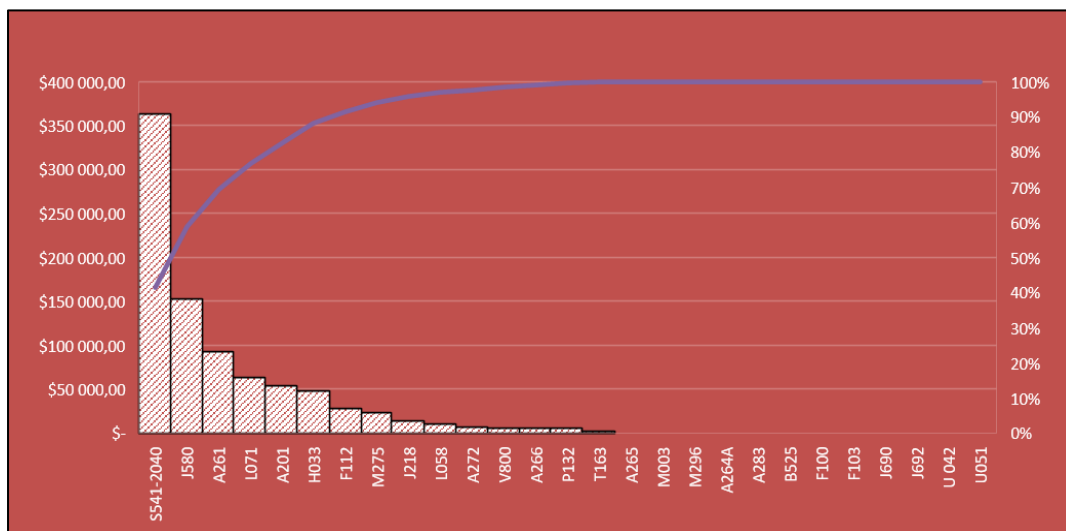


Figure 36- Diagramme de PARETO sur l'ensemble des produits internationaux de la Business Line Reservoir Performance Intervention (RPI)

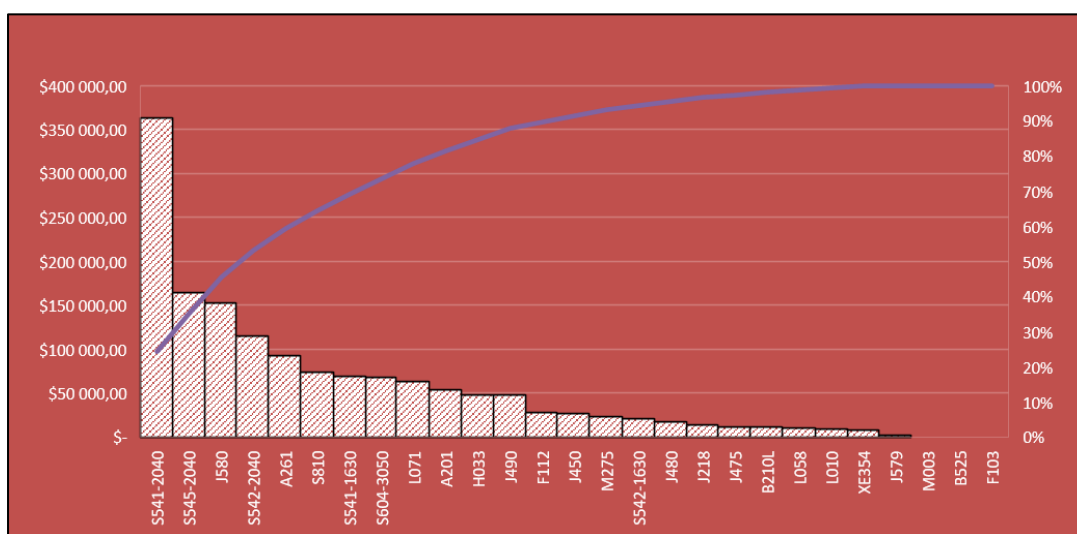


Figure 37- Diagramme de PARETO sur l'ensemble des produits internationaux de la Business Line Reservoir Performance Simulation (RPS)

- Criticité : Sur les produits les plus consommés, certains sont présentés comme étant critiques par leur importance et nécessité au niveau des différents jobs. Leur absence provoquera l'arrêt du job.

A travers une entrevue avec l'ingénieur production and Delivery, et après lui avoir présenté les produits à fortes valeurs, ce dernier a identifié les produits critiques qui sont :

- L071
- S541-2040

Tableau n° 11 illustre le résultat de l'analyse des produits internationaux importants et critiques.

Tableau 11 - Produits importants et critiques

Business Line	Produit important et critique	Description
RPI	L071	Temporary Clay Stabilizer
RPS	L071	Temporary Clay Stabilizer
RPS	S541-2040	SinterLite Bauxite S541-20/40, 3300LB

Une fois les produits critiques à haute fréquence de consommation identifiés, nous passons à l'analyse des aléas susceptibles d'être à l'origine de ruptures de stocks.

Aléas causés par la non prise en compte de la variabilité du lead time

A partir des Purchase Order (bons de commande) enregistrés depuis l'année 2020 nous analysons la prise en compte ou non de la variabilité des délais de réapprovisionnement lors du réapprovisionnement. Pour ce faire nous allons comparer entre la date 'Original Required Date' qui représente la date de livraison voulue avec le 'Release Date', qui représente la date où la livraison est autorisée à quitter le port pour rejoindre la base.

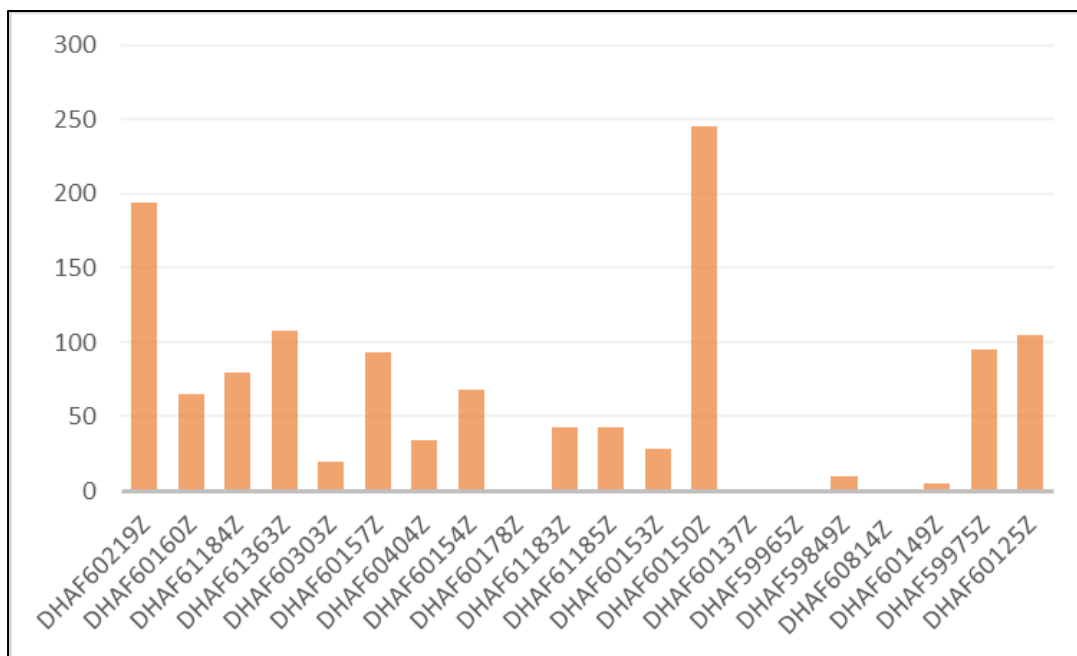


Figure 38 - Histogramme des retards de livraison des bons de commande au niveau des Business Line RPI/RPS

L'historique de la figure n° 38 nous montre les retards entre la date voulue et la date réelle de réception de l'ensemble des PO depuis l'année 2020. On remarque d'importants retards qui sont de 102 jours en moyenne qui confirment la non prise en compte de la variabilité des lead times.

Aléas causés par la demande incertaine et la non-fiabilité des prévisions

Dans ce qui suit, nous présentons les données de consommation des produits importants et critiques. La consommation des produits est mensuelle et est directement liée aux activités des jobs.

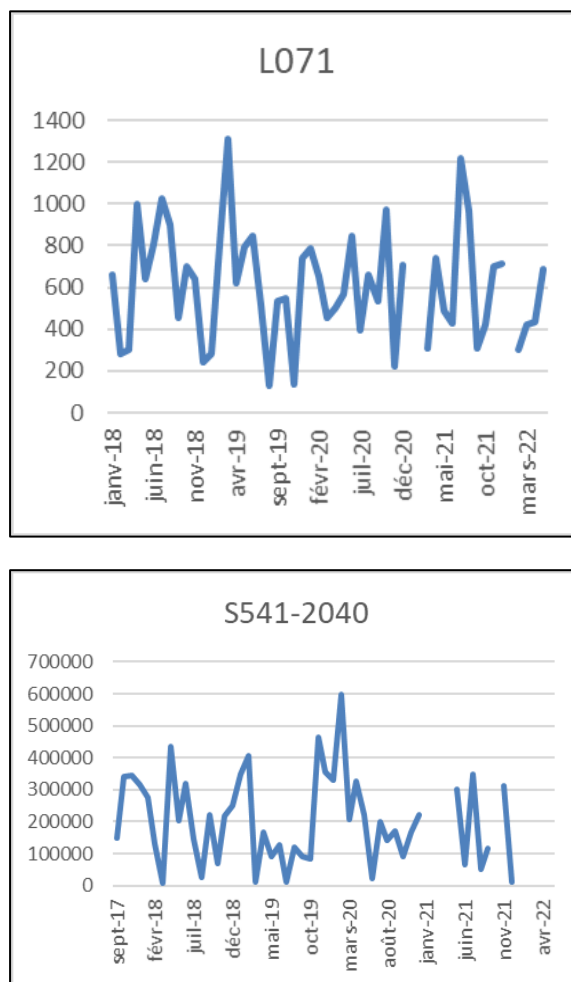


Figure 39 - Consommation des produits sur les 17 derniers mois des produits critiques

Les graphiques de la figure n° 39 montrent la consommation des produits jugés prioritaires en fonction des mois. Nous remarquons d'importantes variations, ce qui nous amène à dire que la demande est instable. Ne pouvant pas être prévus et planifiés de manière fiable, des stocks de sécurité revus de manière périodique et continue seront nécessaires pour pallier ce problème.

A l'issue de cette partie, nous avons confirmé les causes racines des ruptures pour les produits internationaux qui sont : la non prise en compte de la variabilité des lead times ainsi que la non-fiabilité des prévisions sur des demandes incertaines.

A travers ces confirmations nous arrivons à la conclusion que la politique de gestion de stock suivie par Schlumberger n'est pas efficace dans cette situation, pour cause de prévisions non fiables et de lead time incertain.

3.2.2 Effet annulation d'opérations pour non-disponibilité d'équipements

Après un brainstorming sur les sources d'indisponibilité des équipements effectué avec le coordinateur pièces de rechange NAF ainsi qu'avec l'ingénieur responsable de la maintenance, l'outil qui permet

maintenant de visualiser les causes est le diagramme de causes et effets, sur lequel nous mettons l'ensemble des causes selon les 5M (Matière, Main d'œuvre, Moyens, Moyens financiers, Méthodes).

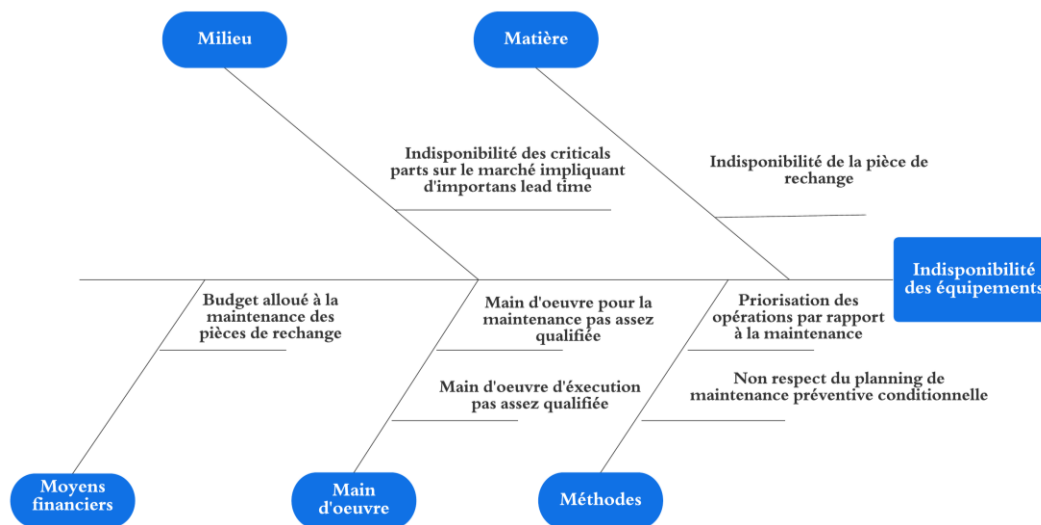


Figure 40 - Diagramme d'Ishikawa sur l'effet d'indisponibilité des équipements

Ce diagramme nous permet de mieux cerner les causes, mais il reste insuffisant afin de détecter les causes racines.

A l'issue du diagramme de causes et effets, comme précédemment, nous avons utilisé le diagramme d'affinités qui permet d'affiner les causes similaires dans une même catégorie (voir tableau n° 12).

Tableau 12 - Diagramme d'affinité des causes liées aux rupture de stock

Causes liées à l'approvisionnement en pièces de rechange	Causes liées au Processus de maintenance
<p>Indisponibilité des critical parts sur les marchés à proximités, induisant d'importants lead time d'approvisionnement.</p> <p>Indisponibilité de la pièce de rechange</p>	<p>Non-respect du planning de maintenance préventive conditionnelle.</p> <p>Priorisation des opérations par rapport à la maintenance.</p> <p>Faible budget alloué à la maintenance et aux pièces de rechange.</p>

	Main d'œuvre n'est pas assez qualifiée
--	--

Dans ce qui suit, nous allons analyser et étudier chaque catégorie afin de déceler les causes racines entraînant l'effet étudié.

A. Approvisionnement en pièces de rechange

Comme mentionné dans la partie audit du processus d'approvisionnement, les pièces de rechange sont catégorisées en 2 catégories :

- Les highs runners: ce sont les pièces de rechange fréquemment utilisées, et sujettes à un réapprovisionnement continu. Il arrive qu'ils subissent des ruptures de stock mais il est rare que ces ruptures conduisent à une indisponibilité d'équipements.
- les critical parts: il s'agit de pièces importantes, non sujettes au réapprovisionnement automatique mais à un plan de maintenance moyennant un budget préétabli.

Leur indisponibilité conduit inévitablement à l'indisponibilité de l'équipement. Elle dépendra de 2 paramètres essentiels, à savoir :

- L'approbation de la commande de la pièce : Il arrive que l'approbation du PO prennent beaucoup de temps pour cause de non-disponibilité de budget.
- Le lead time : Temps nécessaire pour la réception de la pièce critique, provenant essentiellement des états unis. La pièce met minimum 4 à 5 mois avant d'arriver.

N'étant pas intéressant sur le plan financier de stocker ces pièces critiques et coûteuses, leur gestion est faite sur la base d'un plan de maintenance des équipements, intervenant dans le cadre du processus de maintenance.

B. Processus de maintenance

La stratégie de maintenance mise en place pour les équipements des divisions RPI, RPS est la maintenance conditionnelle. Elle s'appuie sur l'état réel de la machine et elle permet de mieux gérer les interventions en fonction de l'usure de la machine ou de sa dégradation.

À intervalle d'heures régulier (entre 250 et 500 heures de production), les unités subissent différentes vérifications. Ces vérifications ainsi que leurs intervalles, diffèrent selon la partie et la pièce critique à vérifier.

Ces vérifications ont pour principal objectif, la constatation de l'usure d'une pièce ou de sa dégradation afin d'anticiper son arrêt et lancer la commande de la pièce de rechange dès la constatation de la dégradation et éviter ainsi l'arrêt de la machine pour non disponibilité de pièces de rechange.

Le Failure investigation, fichier répertoriant les causes racines des pannes d'équipement, nous donne comme information que 65% des pannes sont dues à la non constatation de l'usure ou de la dégradation des pièces et donc au non-respect du planning de la maintenance conditionnelle.

Utilisons l'outil des 5 Pourquoi afin d'identifier la cause racine de l'importante part des pannes dues au non-respect du planning de maintenance conditionnelle :

Pourquoi une grande part (65%) des pannes est-elle due à la non constatation de l'usure ou de la dégradation des pièces ?

→ Parce que les vérifications planifiées n'ont pas été effectuées

Pourquoi n'ont-elles pas été effectuées ?

→ Parce que la priorité est laissée aux opérations par rapport à la maintenance

A travers notre analyse, nous sommes parvenus à déceler les causes racines de la non-disponibilité d'équipements qui sont :

- **Un faible budget dédié aux M&S et à la maintenance**

Cette cause est actuellement illustrée, avec une unité coil tubing indisponible, une estimation pour sa remise en marche a été faite à 200K\$, mais les commandes ne sont pas encore lancées par manque de budget, sachant que l'unité en question, en fonction du volume d'activité actuel peut engendrer un revenu de 150k\$ mensuel.

Il arrive aussi, qu'après constatation de l'usure d'une pièce, la commande pour remplacer celle-ci ne soit pas approuvée pour les mêmes raisons.

- **Non-respect du planning de la maintenance conditionnelle :**

La priorité pour l'entreprise est laissée aux opérations par rapport à la maintenance, autrement dit, si un job se présente lors de la période de maintenance ou de vérification de l'équipement, ce dernier est alloué au job et ne subit aucune vérification.

Comme mentionné précédemment, selon le Failure Investigation 65% des arrêts sont dus au non-respect du planning de la maintenance, n'ayant pas l'occasion de remarquer l'usure d'une pièce, celle-ci tombe en panne sans avoir anticiper la commande de sa pièce de rechange. Nous nous retrouvons donc avec tout l'équipement en arrêt pour une durée minimale de 4 à 5 mois en raison de l'important lead time des pièces critiques.

3.3 Proposition de solutions d'amélioration

Lors de cette partie, en fonction des causes racines identifiées lors de la partie précédente, nous allons proposer des solutions d'amélioration destinées à éliminer ou du moins à minimiser les effets subis par l'entreprise.

3.3.1 Effet annulation d'opération pour non-disponibilité de produits

Dans ce qui suit, nous proposons par catégorie d'articles les solutions que nous jugeons adéquates aux dysfonctionnements décelés.

3.3.1.1 Produits Locaux

Comme mentionné lors de la partie analyse des effets, grâce à leur faible délai de réapprovisionnement, les produits locaux sont rarement en rupture de stock.

Cela dit, afin d'optimiser les coûts de ces derniers nous proposons à l'entreprise d'étudier la rentabilité de la création d'unités de production au plus près des zones d'opérations et ceci en partenariat avec ses principaux concurrents afin de partager l'investissement et de créer des économies d'échelles, cette proposition concerne essentiellement les produits Nitrogène et Acide.

3.3.1.2 Produits Locaux importés

Afin de limiter le risque de rupture de stock sur les produits locaux, l'idée est d'avoir une visibilité en temps réel sur les stocks des fournisseurs, ainsi que sur leur programme de réapprovisionnement, mais mieux encore, laisser au fournisseur la responsabilité de gérer le stock de l'entreprise serait la solution optimale.

A cet effet nous proposons 3 solutions, classées par facilité de déploiement :

SLB Suppliers App

Cette solution consiste en la mise en place d'une application Schlumberger répertoriant en temps réel le niveau de stock de ses fournisseurs locaux, leurs commandes passées ainsi que la date de réception des prochaines.

Le fournisseur sera automatiquement invité à s'identifier sur l'application dès son introduction dans le catalogue fournisseurs.

Aussi, le purchasing specialist, recevra des notifications sur l'arrivé de nouveaux stocks ou lorsque les stocks des fournisseurs atteignent un seuil critique.

Cela permettra à l'entreprise d'avoir une longueur d'avance sur ses concurrents et d'anticiper sur la disponibilité des produits.

Les figures n° 41 présente l'application et ses différentes fonctionnalités à travers un prototype.

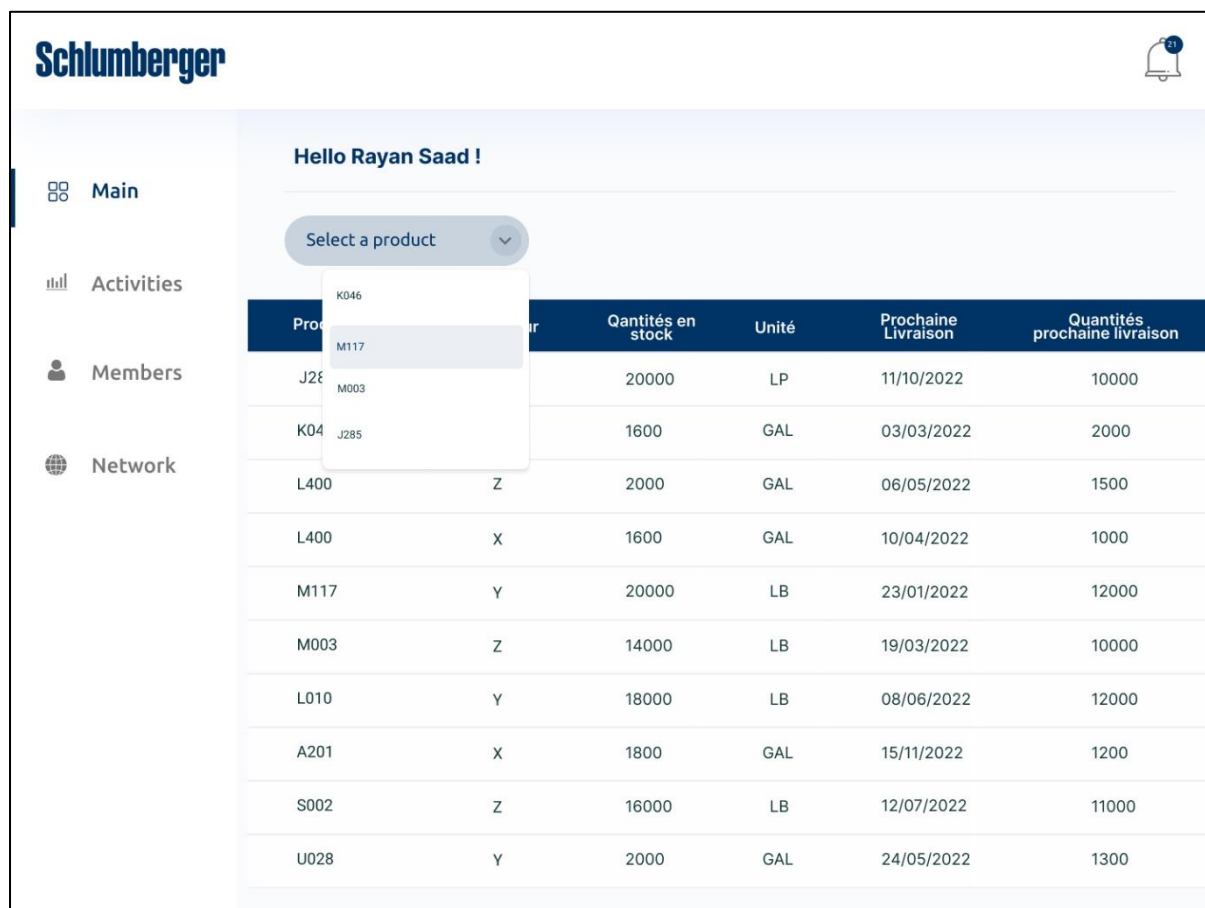


Figure 41 - Prototype de SLB Supplier App

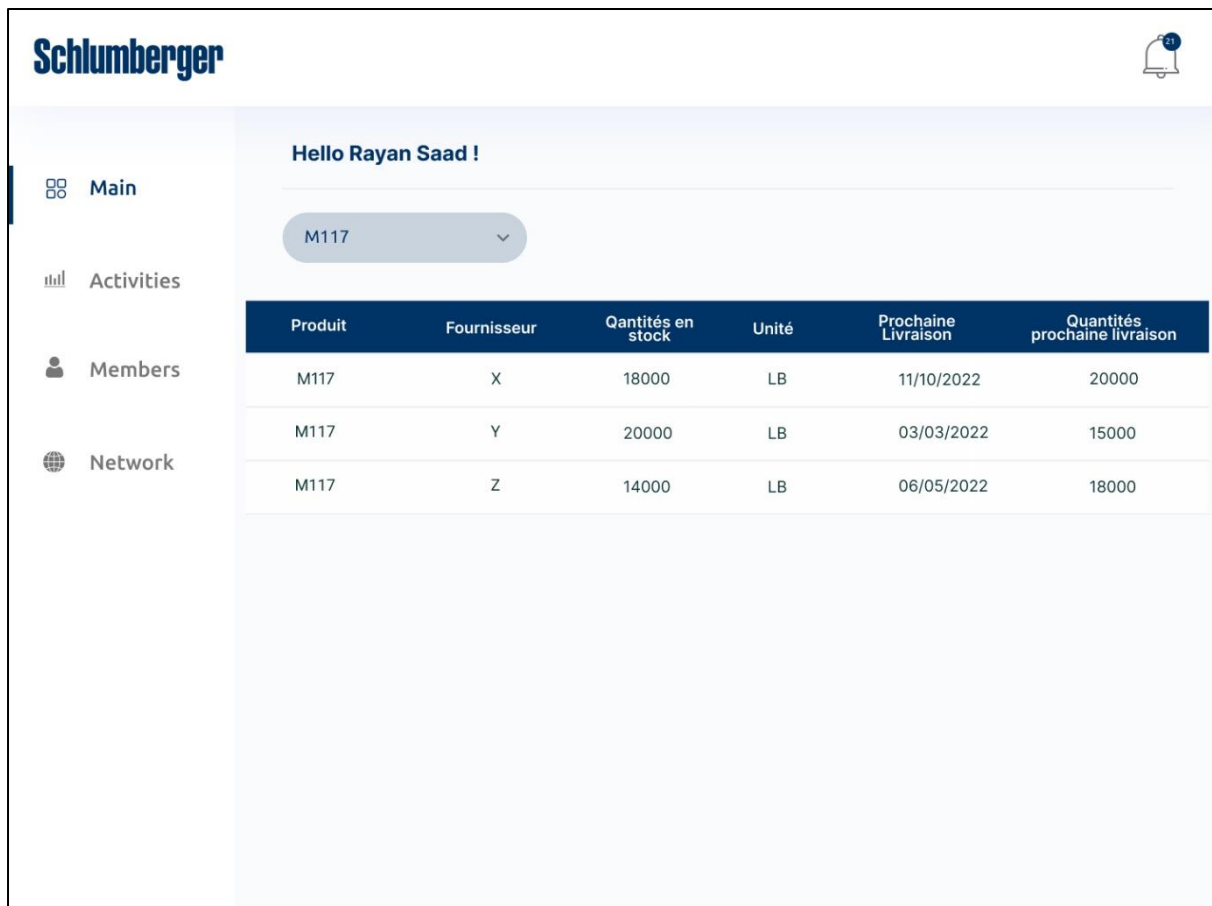


Figure 42 - Prototype de SLB Supplier App – phase recherche de produits

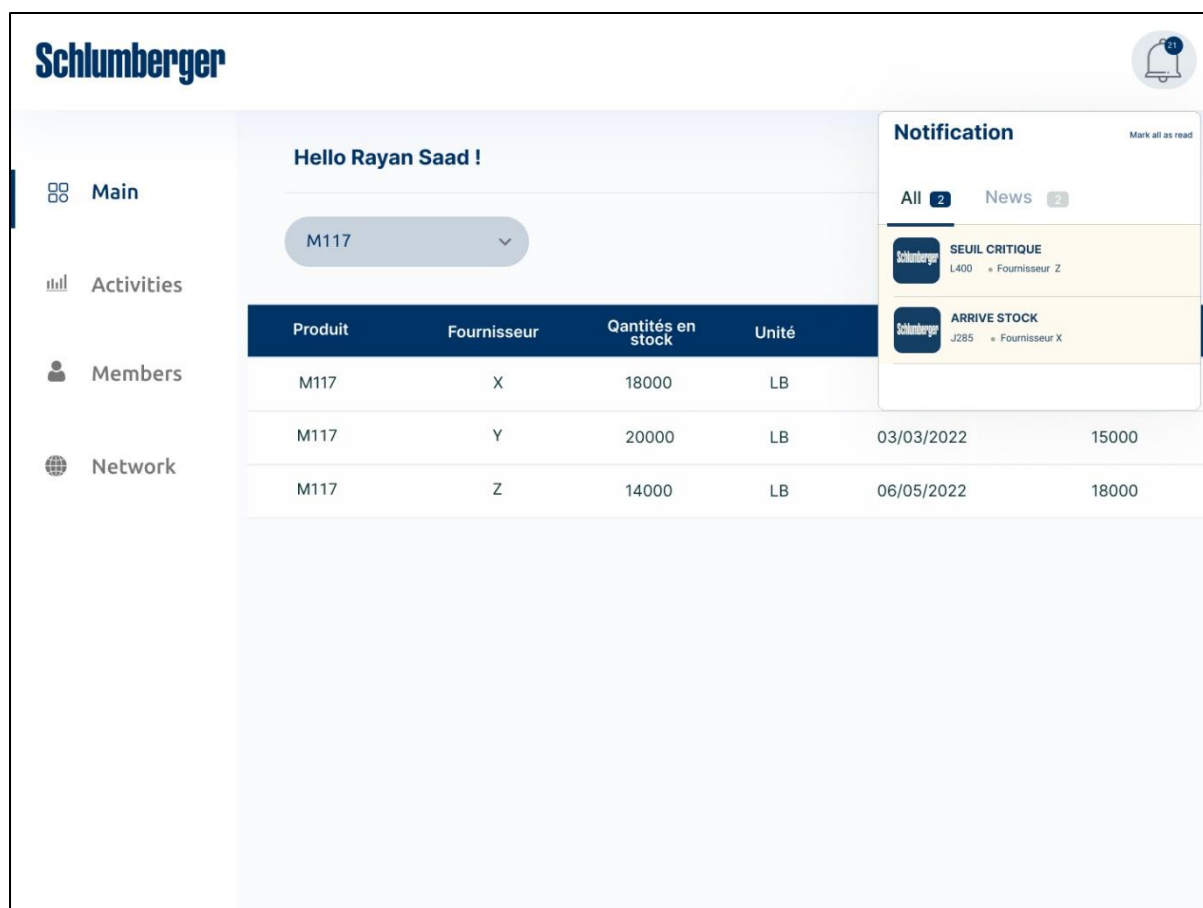


Figure 43 - Prototype de SLB Supplier App – partie notifications

La figure n° 43 représente un exemple de notification pouvant reçu par le purchasing specialist.

Consignment inventory

Nous proposons de négocier avec les fournisseurs, un contrat de consignment agreement, dans lequel un stock de produits sera consigné dans un local Schlumberger ou autre tout en laissant la propriété du stock au fournisseur.

Étant donné que l'entreprise n'achète pas réellement le stock tant qu'il n'a pas été consommé, les produits invendus peuvent être retournés.

Cette solution est particulièrement avantageuse, car elle permet à l'entreprise de ne jamais être à court de produits tout en maximisant son cash-flow et en réduisant le risque financier lié au produit.

Cette solution est aussi intéressante pour le fournisseur, dans la mesure où il lui est garanti d'être le seul à fournir l'entreprise sur le produit en question.

Afin d'arriver à la signature du contrat, il est indispensable de se mettre d'accord sur les points suivants :

- Commission facturée par le fournisseur
- Livraison et ramassage de la marchandise

- Durée de conservation de la marchandise non consommée
- Les intervalles de paiement

Utilisation du Consignment inventory sur SAP :

- La 1ère étape : est donc d'avoir le feu vert du fournisseur afin de transférer le stock vers le lieu de stockage et pour ce faire, nous allons créer un Purchase Order sans entrées financières.
- La 2ème étape : étant de recevoir physiquement le stock, un goods receipt est généré une fois le stock reçu. Cette entrée de marchandises va faire augmenter la quantité du stock pour la consignation liée à ce fournisseur et comme le stock est propriété du fournisseur, aucune écriture financière n'est comptabilisée à ce stade.
- La 3ème étape consiste en l'enregistrement du stock consommé, SAP fournit le transfert du produit d'abord vers le stockage avec l'entrée financière du Goods receipt
- Puis, une autre écriture financière est enregistrée, pour la consommation des articles.

Vendor managed inventory

L'utilisation du Vendor-Managed Inventory qui permet au fournisseur de gérer les stocks de l'entreprise figure parmi les SCOR Best Practices.

Le fournisseur n'attend donc plus de recevoir la commande pour réapprovisionner le stock de l'entreprise. La gestion du stock est ainsi externalisée. De ce fait, le magasinier ne se chargera que de la réception et de la vérification des articles. Par ailleurs, en utilisant cette pratique, l'entreprise devra partager son système d'information avec ses fournisseurs.

3.3.1.3 Produits Internationaux

Pour assurer une continuité de service pour les jobs qui nécessitent des produits indisponibles localement il est important de disposer d'une stratégie de gestion des stocks efficace et surtout, adaptée à l'environnement externe et aux conditions imposées par le marché algérien en particulier. La solution proposée consiste en la prise en compte de la multitude de facteurs imprévisibles du marché en utilisant une revue périodique et continue des stocks se basant sur un modèle probabiliste.

Les ruptures de stock sont causées, comme vu précédemment, par une incertitude de la demande et une variabilité des lead times. Pour pallier l'effet de ces facteurs, nous proposons la mise en place d'un stock de sécurité prenant en compte la variabilité de la demande ainsi que celle du temps d'approvisionnement et cela pour les produits critiques identifiés précédemment.

Conscient de la politique de minimisation des stocks de adoptée par l'entreprise, nous allons établir les quantités des stocks de sécurité en fonction du niveau de service exigé par la dite politique. Ce qui permettra à l'entreprise de trouver l'équilibre entre la quantité des stocks et le niveau de service voulu.

Aussi, les stocks de sécurité ne seront pas établis pour la totalité des produits internationaux, mais seulement pour les produits critiques dont la rupture causerait l'annulation du job, ce qui nous permettra de maintenir un taux général de DSOH relativement bas.

Niveau de service

Par niveau de service nous désignons le ratio (nombre)livraisons en temps voulu sur (nombre)l'ensemble des livraisons. Celui-ci peut se calculer aussi par période. (jours de rupture / La période).

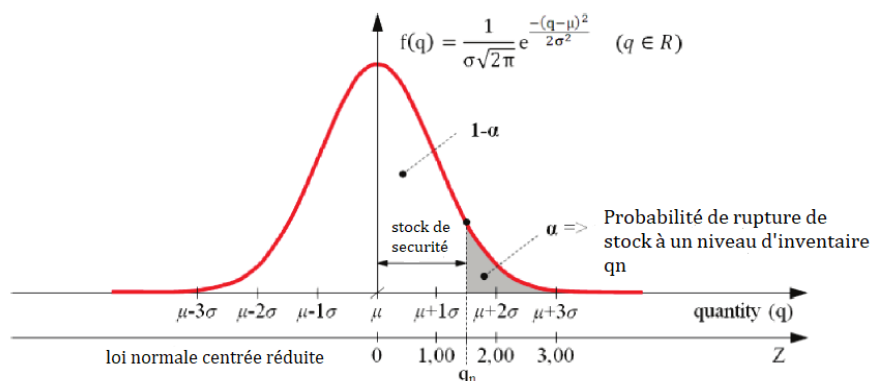


Figure 44 - L'effet d'un stock de sécurité sur le niveau de service.

La figure n° 44 présente la relation du niveau de stock avec le niveau de service. L'introduction de cette solution nous permet donc d'avoir en premier lieu un suivi du niveau de service mais aussi sa maîtrise à chaque réapprovisionnement par la détermination d'un niveau de stock adéquat qui introduit le stock de sécurité et qui permet d'éviter les ruptures de stocks des produits voulus aux temps voulus.

Il s'agit donc de mettre en place un indicateur pour suivre le taux de rupture de stock.

$$\text{Taux de rupture de stock} = \frac{\text{Période de rupture de stock}}{\text{La période analysée}}$$

Le niveau de service sera quant à lui exprimé comme suit :

$$\text{Niveau de service} = \frac{1}{\text{Rupture de stock}}$$

Prenons le L071 qui a été classé comme étant un produit critique et déterminons son stock de sécurité.

Nous supposons tout d'abord que la demande pour le produit ainsi que son lead time suivent une loi normale, suppositions qu'on se doit de confirmer dans ce qui suit.

Demande du produit

La demande du produit L071 est représentée par le graphique de la figure n° 45. Afin d'éviter que nos résultats ne soient biaisés par les mois impactés par la crise de la COVID-19, nous avons écarté ces derniers et porté notre étude sur les mois précédents la crise ainsi que sur les mois post-crise.

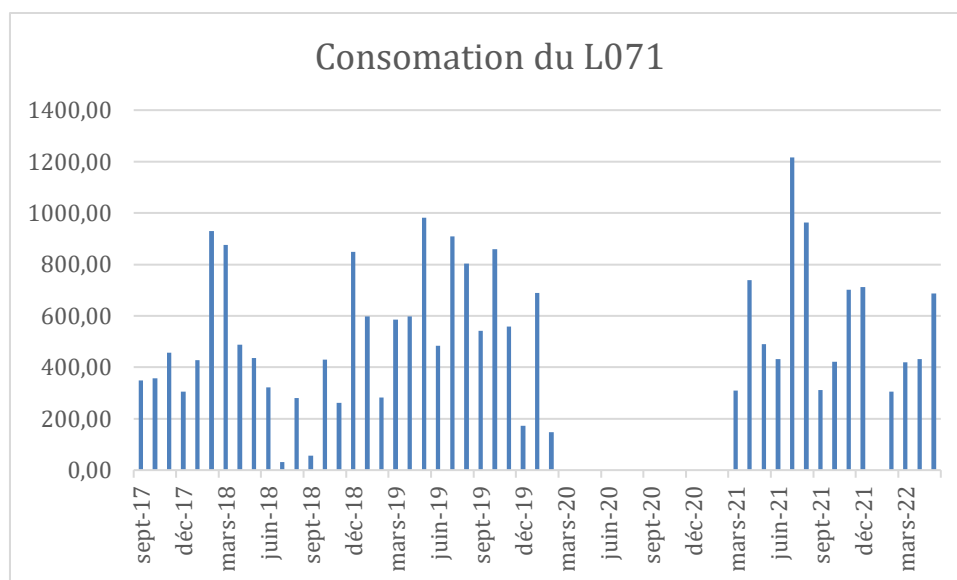


Figure 45 – Consommation des produits L071 sur les 17 derniers mois

L'utilisation du logiciel Eviews nous permet de tester la normalité de la demande du produit à l'aide d'une multitude de tests de normalité, le test le mieux adapté dans notre cas est le test de Anderson-Darling.

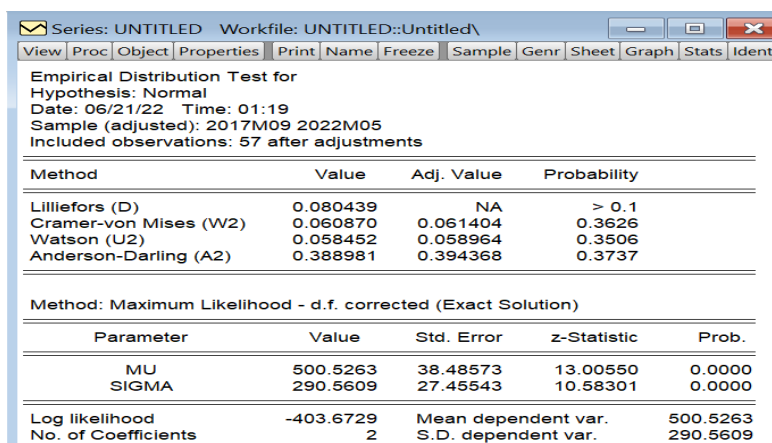


Figure 46 – Test de normalité de la demande des produits en utilisant le logiciel Eviews

Interprétation du test :

- 1) H_0 : L'échantillon suit une loi normale.
- 2) H_1 : L'échantillon ne suit pas une loi normale.

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification, seuil $\alpha = 0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

Nous pouvons donc confirmer que la demande suit bien une loi normale de paramètre.

Tableau 13 - Paramètres de moyenne et écart des types ainsi que leurs valeurs

Paramètre	Valeur (mois)
μ	500
σ	290

Lead time du produit

A travers les dernières commandes du L071 nous traçons le diagramme de leurs délais de réapprovisionnements que nous présentons sur la figure n° 47

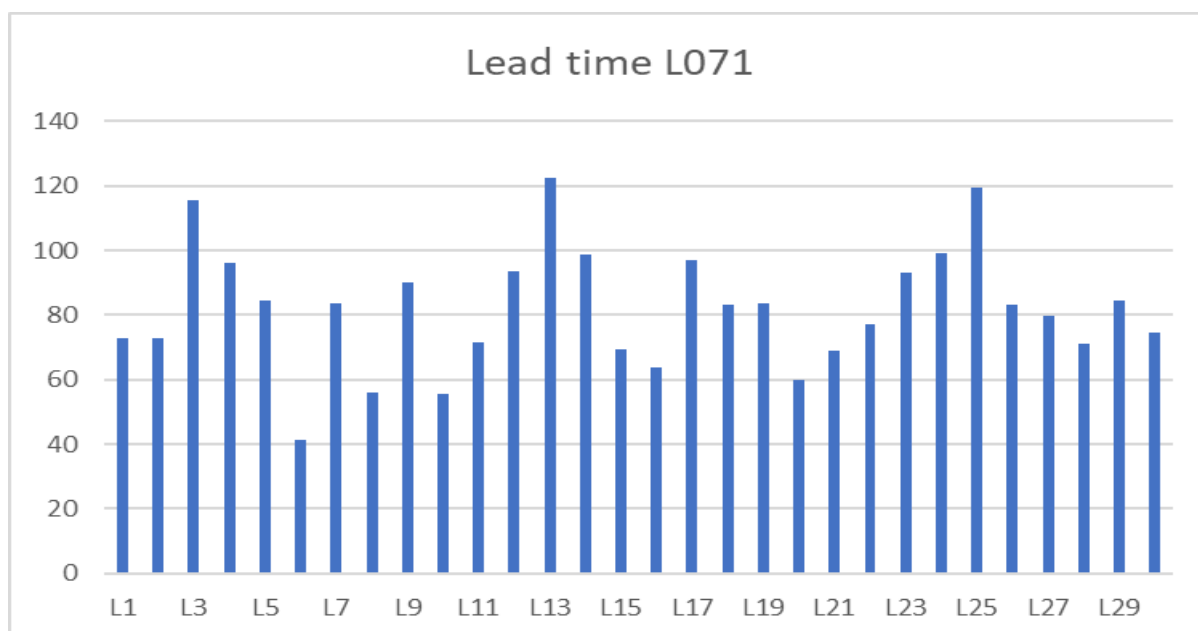


Figure 47 - Délais d'approvisionnement des produits L071

L'utilisation du logiciel Eviews nous permet de tester la normalité des délais d'approvisionnement du produit à l'aide d'une multitude de tests de normalité, le test le mieux adapté dans notre cas est le test de Anderson-Darling.

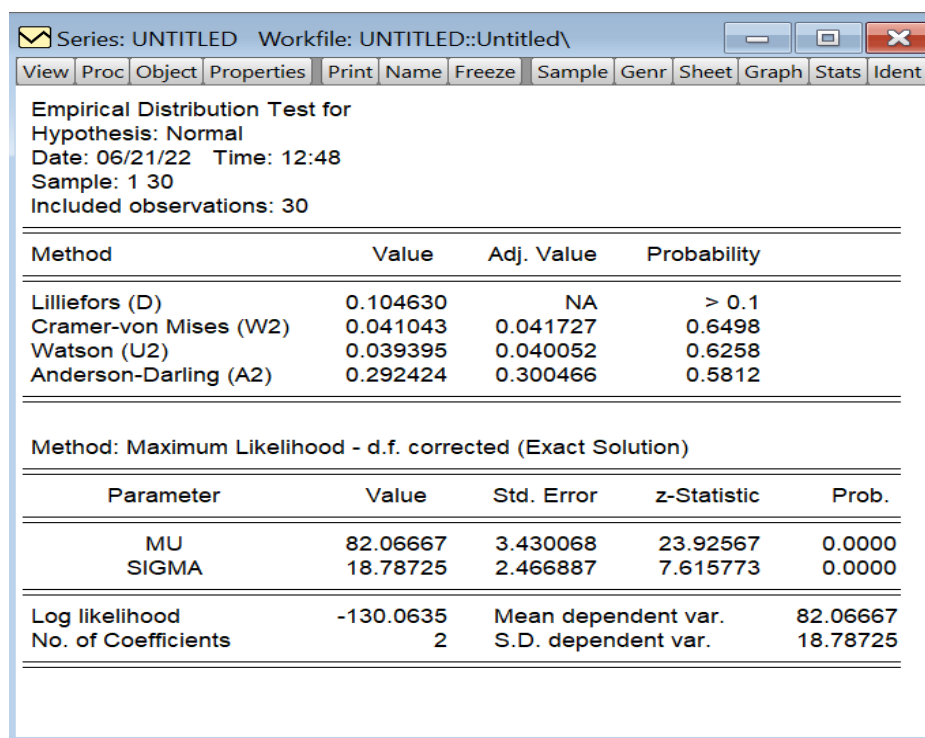


Figure 48- Test de normalité des données des lead time en utilisant le logiciel Eviews

Interprétation du test

- 1) H_0 : L'échantillon suit une loi normale.
- 2) H_1 : L'échantillon ne suit pas une loi normale.

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha = 0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

Nous pouvons donc confirmer que le temps d'approvisionnement suit bien une loi normale de paramètres :

Tableau 14 - Paramètres de moyenne et écart type des délais d'approvisionnement

Paramètre	Valeur (mois)
μ	2,8
σ	0,6

Une fois les 2 hypothèses confirmées, nous pouvons appliquer le modèle mathématique suivant défini dans la partie état de l'art.

Il faut préciser :

$$SS = z \times \sqrt{(\text{délai moyen} \times \text{écart type des consommations})^2 + (\text{consommations moyennes} \times \text{écart type délai d'approvisionnement})^2}$$

SS : Stock de sécurité

z : coefficient de sécurité

Le résultat du calcul en fonction du niveau de service est présenté dans le tableau n° 15

Tableau 15 - Calcul du stock de sécurité des produits L071 selon le niveau de service souhaité

Niveau de service souhaité	Coefficient de sécurité	Stock de sécurité (GAL)
85%	1,036433389	502
80%	0,841621234	407
75%	0,67448975	325
70%	0,524400513	252
65%	0,385320466	190,51
60%	0,253347103	121
55%	0,12566134685507400	58

Ainsi, afin d'assurer le niveau de service prédéfini, l'entreprise se devra de respecter le stock de sécurité adéquat.

3.3.2 Effet annulation d'opération pour non-disponibilité d'équipements

Dans ce qui suit, nous proposons en fonction des causes racines de l'effet, les solutions que nous jugeons adéquates. Mais avant de parler de solution, il est nécessaire de prendre conscience qu'avec la hausse de l'activité à venir, et afin d'éviter d'importants manques à gagner, il est primordial de réétudier les budgets alloués à la maintenance.

Ensuite, la solution principale que nous proposons est de mettre en place des IOT dans le cadre d'une maintenance prédictive :

Avec la stratégie de l'entreprise de prioriser les opérations sur la maintenance, la solution intuitive serait de minimiser le temps de la maintenance conditionnelle tout en conservant son intérêt et ses avantages.

Et c'est là qu'intervient l'internet des objets (IOT). L'idée est d'équiper les équipements de capteurs connectés. Etant reliés au réseau, ils envoient en temps réel toutes les données mesurées vers un serveur.

Ceci nous permettra d'une part de vérifier en temps réel l'état des pièces critiques des équipements sans pour autant l'immobiliser. D'une autre part, cela contribue à la minimisation du risque de non constatation d'usure sur ces pièces.

Aussi, la collecte et la sauvegarde de ces données permettra à travers l'utilisation de modèles d'intelligence artificielle et de machine learning de basculer vers une maintenance prédictive.

Etape de mise en place

Etape 01 : Identification des pièces critiques et de leurs modes de défaillance

Ayant recours à la maintenance conditionnelle, les pièces critiques et leurs modes de défaillance sont déjà connus, la mise en place de l'IOT se fera dans la continuité de cette stratégie de maintenance.

Etape 02 : Identification de capteurs intelligents

Connaissant les modes de défaillance auxquels elle doit faire attention, l'entreprise peut équiper ses équipements de capteurs appropriés pour la surveillance des pièces qualifiées de critiques. Les paramètres de détection utilisés sont nombreux. Il peut s'agir de :

- vibration
- température
- imagerie thermique
- force exercée (jauge de contrainte ou déformation)
- pression (déformation)
- couple pour des pièces en rotation
- son

Concernant la temporalité des collectes de données, elles peuvent intervenir à différents stades des processus :

- Les données en cours de fabrication : ces données en cours de processus sont collectées pendant le fonctionnement de la machine.
- Les données de surveillance : ces données sont collectées lorsque la machine n'est pas en service.
- Les données historiques : ces données sont collectées à une certaine date pendant le fonctionnement de la machine.

Le choix de ces capteurs intelligents se fera en fonction des pièces critiques et des modes de défaillance déjà identifiés dans le cadre de la maintenance conditionnelle.

Etape 3 : Plateforme IOT

Une fois les données captées, elles sont envoyées et stockées dans une plateforme IoT qui représente une passerelle entre l'objet connecté et l'interface finale (smartphone, ordinateur). La présence de ces données enregistrées sur la plateforme permet l'utilisation d'outils analytiques tels que le machine learning ou l'intelligence artificielle afin de développer un modèle prédictif capable de prédire la défaillance d'une pièce donnée.

Parmi les techniques de machine learning en maintenance prédictive, le Supervised Learning, consiste à analyser les pannes précédentes afin d'identifier les variations de paramètres pouvant causer un incident (e.g. – augmentation exponentielle de la température...). Différents algorithmes relativement simples peuvent être appliqués afin de développer ces modèles. La limite de cette technique est d'être seulement capable de prédire des types de pannes ayant déjà eu lieu dans le passé.

Une deuxième technique consiste à l'application de modèle basé sur le Unsupervised Learning. Il s'agit ici de détecter dans les données des changements de régimes qui seraient avant-coureurs d'un incident sans que cela ait eu lieu dans le passé. L'avantage étant que ce modèle ne nécessite pas d'être « entraîné » sur des données d'incidents passés et sera en mesure de prédire des pannes n'ayant jamais eu lieu. Il nécessite en revanche un développement plus poussé et une meilleure maîtrise de la technologie des produits ou machines concernées.

Etape 4 :

C'est ici que la modélisation prédictive est mise à l'épreuve et validée en déployant la technologie sur un groupe sélectionné d'équipements pilotes.

Si le processus est exécuté correctement, des améliorations significatives seront apportées aux opérations de l'entreprise. Il faudra peut-être quelques mois pour que les effets soient perceptibles.

Avantages de la maintenance prédictive

Selon une étude menée en 2021 par l'Innovate Accelerate Challenge (IAC), cabinet mondial spécialisé dans le conseil stratégique, la maintenance préventive en chiffre c'est :

- Une diminution de la fréquence d'occurrence des pannes pouvant aller jusqu'à 70 %
- Une réduction des coûts de maintenance globaux jusqu'à 30 % comparé à la maintenance préventive
- Une réduction des temps d'arrêt non planifiés jusqu'à 50%

Estimation du coût de la mise en place

Les coûts relatifs à la mise en place d'une maintenance prédictive, sont essentiellement partagés en deux parties :

- **Les Hardware :** Ils représentent la partie physique de la solution, incluant les capteurs intelligents et les outils d'alarme et de visualisation.
- **Les Software :** incluant la plateforme IOT pour le stockage des données collectées ainsi que le développement des différents modèles de machine learning et d'intelligence artificielle.

Les Hardware :

Afin d'estimer le budget nécessaire pour équiper les unités de l'entreprise de capteurs intelligents, il a fallu d'abord discuter avec l'ingénieur responsable de la maintenance des unités. Cette discussion a mené aux points suivants:

- Concentration des pièces critiques dans les parties moteur (Power Pack) et injecteur (injector head) de l'unité.
- Besoin de capteurs essentiellement de pression pour la partie injectrice qui fonctionne par pression hydraulique.
- Besoin de capteurs thermiques, de capteurs de vibrations, de pression et de couple pour la partie moteur.

La figure n° 49 illustre les différentes parties composant une unité de coil Tubing

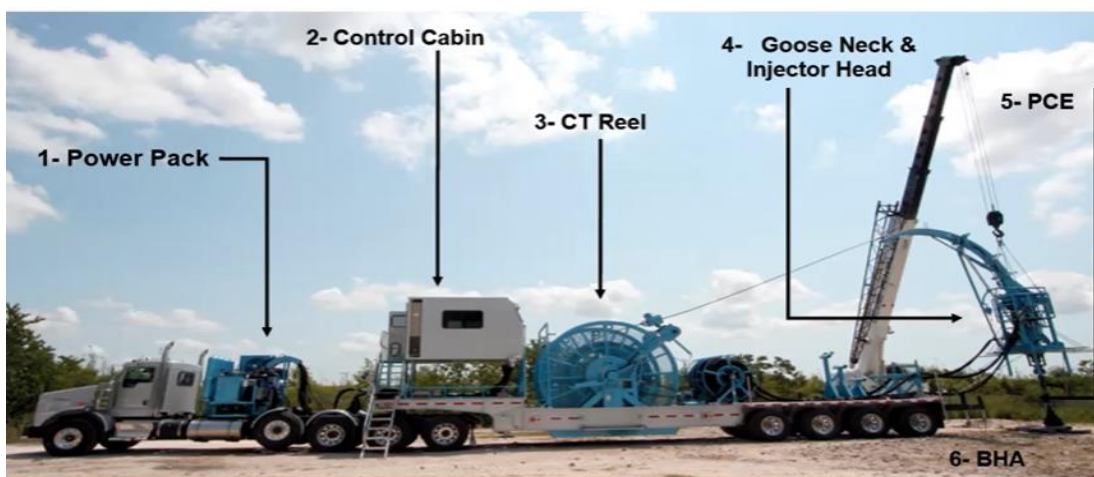


Figure 49 - Composants d'une unité Coil Tubing

Grâce aux informations fournies par l'ingénieur et suite à nos recherches sur les équipements utilisés et les capteurs en industrie, nous sommes arrivés aux affirmations suivantes:

- En fonction de la marque et du type de moteur, nous estimons que les coûts des capteurs s'élèvent à 10 K\$ par unité.
- Pour la partie injecteur, un investissement de 5 K\$ est nécessaire les capteurs.
- Aussi, nous nous accordons une marge de 5k\$ afin d'inclure tout autre partie ou tout autre capteur omis lors de notre étude.

Les Software :

Afin de capter, d'enregistrer et de traiter cet important flux de données, il est nécessaire de mettre en place une plateforme IOT (Internet of Things), qui comporte une base de données dédiée ainsi que les outils nécessaires au traitement et à la transmission de ces dernières vers la solution client (La plateforme Web ou mobile) qui sera utilisée par les chargés de maintenance.

Le stockage des différentes données permet aussi de développer des modèles de machine learning et d'intelligence artificielle qui seront capables de prévoir la panne de pièces en fonction de leur état actuel, ce qui permettrait d'anticiper la commande et le temps de livraison de la pièce de rechange.

Nous estimons que le coût relatif au développement de la plateforme ainsi que des différents modèles de prévision avoisine les **30K\$**.

Le coût de la mise en place des IOT dans le cadre d'une maintenance prédictive pour la business Line RPI qui compte actuellement 10 unités est estimé à environ 230k\$.

Etude de la rentabilité de l'investissement :

A première vue, nous constatons que le coût d'investissement de la solution qui est de 230k\$ est inférieur au manque à gagner mensuel engendré par le dysfonctionnement qui est de 300k\$.

Cette indication nous donne déjà une idée sur la rentabilité de l'investissement.

Calcul du Retour sur investissement

Afin de calculer le retour sur investissement de notre solution, il est d'abord essentiel d'établir les hypothèses suivantes :

- Utilisation des unités que nous allons équiper pour au minimum les 3 prochaines années.(1)
- Une diminution de la fréquence et de la durée des pannes de 30% à partir du 6eme mois après la mise en place de la solution. (2)
- Une augmentation de la diminution de la fréquence et de la durée des pannes par rapport à la première année pour atteindre 40 et 45% respectivement sur les deux années suivantes en raison du développement de l'apprentissage des modèles d'intelligence artificielle et de machine learning.
- Continuité du manque à gagner de 300 k/mensuel en cas de non application de procédures améliorées. (4)
- La diminution de la fréquence et de la durée des pannes sont proportionnellement liées au manque à gagner. (5)
- Le gain de l'entreprise sur les opérations représente 40% du revenu. (6)

A travers ces hypothèses, nous sommes parvenus à calculer le gain annuel engendré par la mise en place de la maintenance prédictive :

Gain année N :

D'après l'hypothèse 2, les gains sur la première année seront ressentis sur les 6 derniers mois de l'année.

Une diminution de la fréquence et de la durée des pannes de 30%, est synonyme d'un temps d'indisponibilité restant de 70% et donc de 70% de manque à gagner par rapport au manque à gagner habituel.

Manque à gagner Mensuel : $(70*300)/100=210$

Revenu mensuel: $300-210=90$

Revenu sur l'année : $90*6=540$

Gain sur l'année : $(540*40)/100=216$

Gain année N+1 :

D'après l'hypothèse 3, Une diminution de la fréquence et de la durée des pannes de 40% sera constatée sur les 12 mois de l'année. Cette diminution de 50% par rapport à la durée habituelle est synonyme d'un temps d'indisponibilité de 60% et donc d'un manque à gagner de 60 % par rapport au manque à gagner habituel.

Manque à gagner mensuel: $(300*60)/100=180$

Revenu mensuel : $300-180=120$

Revenu annuel: $120*12=1440$

Gain annuel : $(1440*40)/100=576$

Gain année N+2 :

La même méthode est utilisée que pour l'année N+1, avec une diminution de la fréquence et de la durée des pannes de 45%.

Tableau 16 - Gains estimés pour la période N, N+1 et N+2

Année	N	N+1	N+2
Gain (K\$)	216	576	648

$$ROI = \frac{\text{Somme des gains d'investissement}}{\text{Investissement}} = 526 \%$$

Interprétation du résultat :

Avec un retour sur investissement de 526 % au bout des 3 années suivant la mise en place de la solution, l'entreprise se doit de prendre particulièrement en considération celle-ci, elle permettra la réalisation d'importants bénéfices d'une part et une amélioration de la relation client de l'autre.

Aussi, les économies d'échelle ne sont pas à négliger, "plus de capteurs sont déployés, plus l'investissement est amorti" car mettre en place une infrastructure réseau pour trois capteurs est plus compliqué à rentabiliser que pour des milliers, et c'est pour cela qu'il est préférable pour l'entreprise d'adopter la maintenance prédictive pour l'ensemble de ses activités.

Conscient que la maintenance, n'étant pas le cœur de l'activité de l'entreprise et que la réalisation de ce projet ne requiert pas seulement un capital mais aussi des connaissances particulières sur l'industrie 4.0, nous proposons à l'entreprise de se rapprocher de son fournisseur de service GMAO, à savoir IBM afin de bénéficier de leur savoir-faire concernant la maintenance prédictive à travers la mise en place de leur plateforme IBM MAXIMO PREDICT.

3.3.3 Tableau de bord pour la fonction Approvisionnement

Nous proposons d'accompagner notre solution avec un ensemble d'indicateurs. Les indicateurs choisis seront ceux qui ont été jugés pertinents et alignés avec les facteurs clés du succès de la partie intéressée.

Pour ce faire, nous avons adopté une démarche qui s'articule autour de deux phases. La première est de définir l'étendue et le périmètre de pilotage et la seconde sera consacrée à la sélection des indicateurs.

Phase 1 : Définition du périmètre de pilotage.

L'objectif de cette étape est de définir le périmètre des indicateurs qui seront proposés.

Le tableau de bord sera délimité à la partie de l'approvisionnement et à sa planification et sera consacré aux indicateurs qui concernent la solution de la méthode de réapprovisionnement.

Afin d'introduire les indicateurs de performance clés nous définissons la mission ainsi que les facteurs clés du succès avec lesquels les indicateurs proposés devront être alignés.

- Mission :
 - Continuité de service
 - Réduire les coûts de la Supply Chain (coûts de rupture en l'occurrence)
 - Améliorer le taux de service.

La mission de l'équipe des opérations ainsi que celle de l'approvisionnement et d'assurer au niveau des puits, par la planification des jobs et prévision des ressources correspondantes une continuité de service dans les meilleurs délais et aux ressources minimum.

- Facteur clé du succès en approvisionnement :
 - Maximiser le taux de service.
 - Minimiser les en cours
 - Améliorer les Lead Time du sourcing
 - Fiabilité de la prévision.

Phase 2 : Sélection des indicateurs

L'approche du SCOR dans l'évaluation, la mesure et le diagnostic de performance de la Supply Chain consiste en la définition de mesures regroupées dans les attributs de performance.

- Attributs de performance : caractéristiques stratégiques de la performance de la chaîne d'approvisionnement utilisées pour hiérarchiser et aligner la performance de la chaîne d'approvisionnement avec la stratégie de l'entreprise.

- Métriques : Mesures discrètes de la performance, elles-mêmes composées de niveaux d'une hiérarchie connectée

Tableau 17 - Attribut de performance et mesures choisies

Attribut de Performance	Mesure
Réactivité	Delivery Time
Fiabilité	Fiabilité de la prévision
	Taux de rupture de stock
	SOH ou DSOH

“*Taux de rupture de stock*” : est un indicateur qui mesure la fréquence des **ruptures de stock** sur un ensemble de références. Il peut être calculé par la division du temps des ruptures par rapport au temps total analysé. Il nous est utile dans la détermination du niveau de service.

$$\text{“Taux de rupture de stock”} = \frac{\text{Temps des ruptures}}{\text{Temps total analysé}}$$

“*Delivery Time*” est un indicateur qui mesure le temps de livraison depuis la création du PO jusqu’à la réception final du produit.

“*Fiabilité de la prévision*” ou le “*Product Plan Accuracy*” : par la méthode Mean Absolute Error qui consiste en la division du total des erreurs absolues par la demande totale.

$$\text{“Fiabilité de la prévision”} = \frac{\text{Erreur totale}}{\text{Demande totale}}$$

“*DOH ou DSOH*” : est une mesure du nombre de jours nécessaires à une entreprise pour écouler son stock. Il sert à évaluer le stock en notre possession et qui est considéré comme étant un ‘ en cours ’.

$$\text{“DOH”} = \frac{\text{Inventaire moyen}}{\frac{\text{Cout du stock vendu}}{\text{Jours de la période caalculée}}}$$

Le tableau n°18 présente les indicateurs de performance accompagnés de leur objectifs et cibles. Le choix des cibles des différents indicateurs de performance s’est fait de sorte à avoir des buts réalisables et cohérents.

Tableau 18 - Indicateurs de performance

Indicateur	Objectif	Formule	Service	Fréquence	Cible
Taux de rupture de stock	Continuité du service	$\frac{\text{Nombre de jours en rupture}}{\text{Temps total}}$	Materials Management	Mensuelle	20%
Fiabilité de la prévision	Améliorer le taux de rupture	$\frac{\text{Somme de l'erreur totale}}{\text{Demande totale}}$	Sourcing	Mensuelle	60%
Delivery Time	Réduction des coûts de la SC / Amélioration service client	Temps qui s'écoule entre le passage d'une commande fournisseur et la livraison de la marchandise.	Sourcing	Par bon de commande	/
DSOH	Minimiser les en cours	$\frac{\text{Inventaire moyen}}{\frac{\text{Coût du stock vendu}}{\text{Jours de la période caalculée}}}$	Materials Management	Mensuelle	20% de moins.

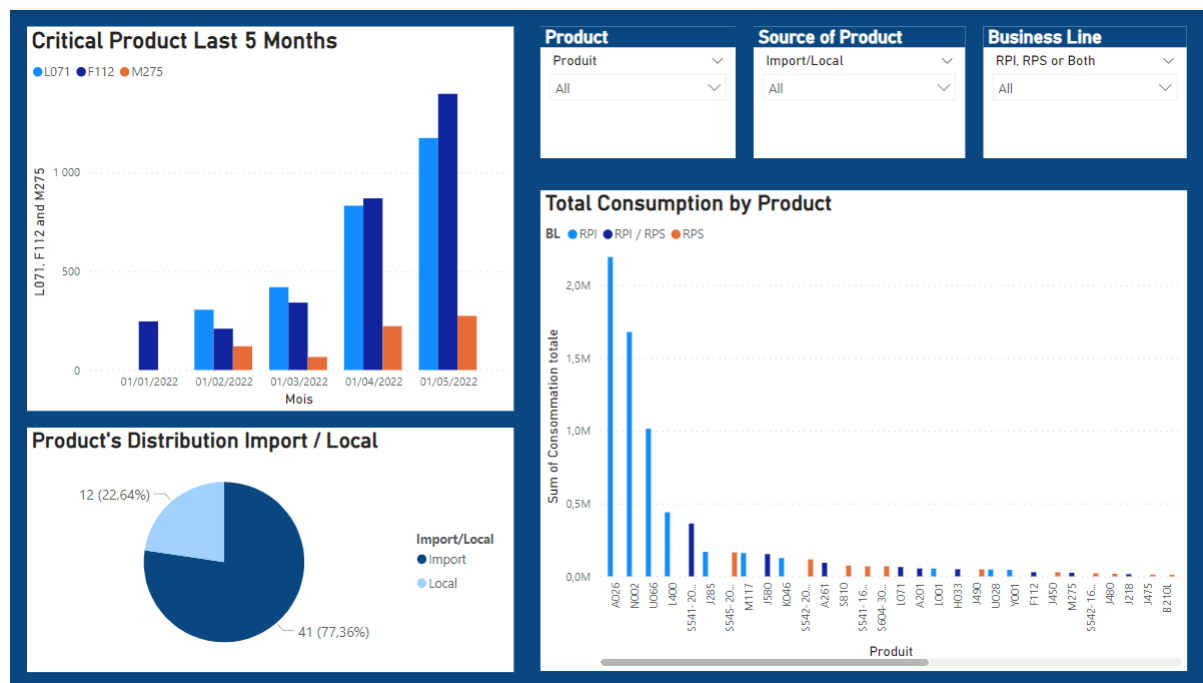


Figure 50 - Tableau de bord d'analyse des produits

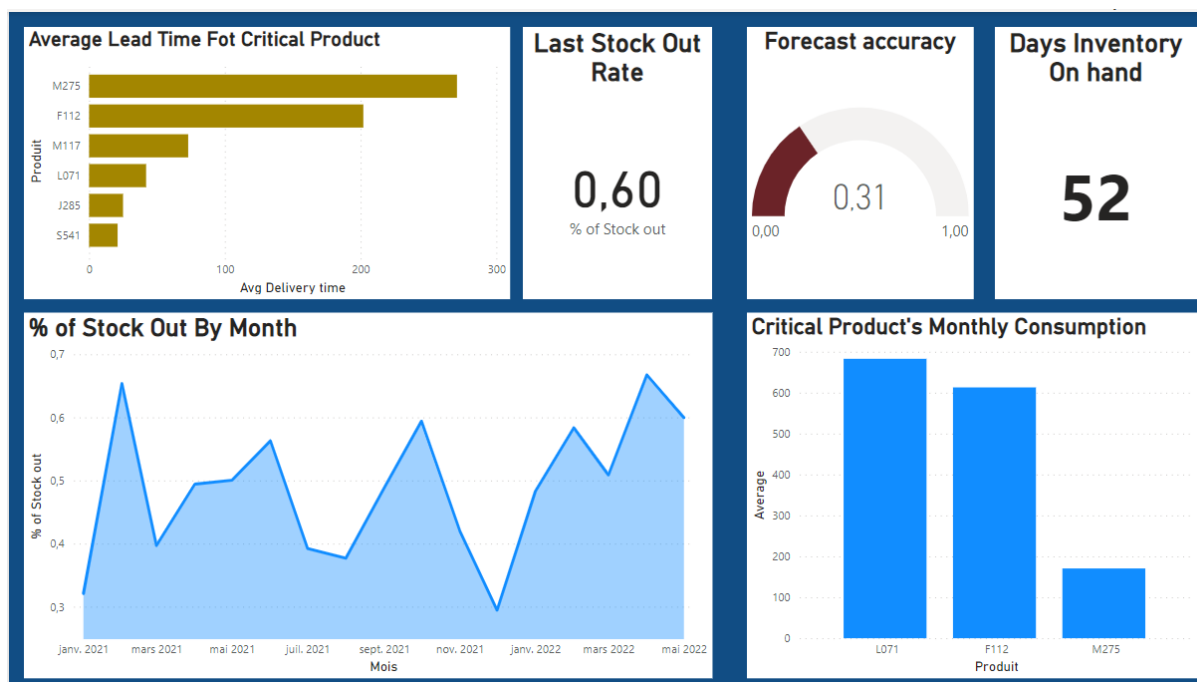


Figure 51 - Tableau de bord qui regroupe les indicateurs sélectionnés

Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre, nous avons commencé par identifier les causes racines pour chaque effet à travers une analyse structurée, pour proposer ensuite lors de la deuxième partie des solutions d'amélioration destinées à éliminer ces causes.

Nous avons proposé des solutions à la fois techniques et stratégiques en fonction du dysfonctionnement décelé et avons quantifié le coût de la mise en place et la rentabilité de l'investissement pour les solutions les plus pertinentes.

A la fin du chapitre, nous avons conçu un tableau de bord sur la base des KPI SCOR spécifique au processus d'approvisionnement qui connaît un faible suivi en matière de performance

Conclusion générale

Dans l'optique d'une sortie de crise efficiente et dans un souci de proactivité par rapport à l'activité à venir, Schlumberger Algérie vise à optimiser et à améliorer ses processus clés, notamment sa fonction Supply Chain.

C'est dans ce cadre-là que nous avons inscrit notre projet de fin d'études qui a pour but d'améliorer la performance des opérations de la Supply Chain de l'entreprise.

Notre travail a d'abord consisté à identifier les business lines à forte opportunité d'amélioration, ensuite un audit logistique a été réalisé sur les bases du référentiel SCOR, qui nous a permis de déceler des dysfonctionnements qu'on a ensuite catégorisés en fonction de leurs effets sur l'entreprise.

A l'issue de cette catégorisation et afin de prioriser ces effets, nous avons quantifié le manque à gagner de ces derniers pour retenir les effets sur lesquels le reste de notre étude portera.

A partir de ce constat, nous avons pu affiner notre problématique de départ que nous formulons comme suit: "Comment améliorer la performance des opérations Supply Chain des business lines RPI/RPS en intervenant sur leurs dysfonctionnements les plus significatifs ??

Afin d'apporter des réponses à cette question, nous avons dans un premier temps, à l'aide d'une batterie d'analyse identifié les causes racines liées aux effets annulation d'opérations pour non-disponibilité d'équipements et annulation d'opérations pour non disponibilité de produits.

Par la suite, une fois les causes identifiées, nous sommes passés à la proposition de solution d'amélioration à la fois d'ordre technique et stratégique dans le but d'éliminer ces causes, ou du moins de les minimiser.

Enfin, nous avons conçu un tableau de bord à l'aide des KPI SCOR spécifiques au processus d'approvisionnement qui connaît un manque accru de suivi de la performance.

La mise en place de ses solutions permettra à Schlumberger Algérie une nette augmentation de ses revenus mensuels et un meilleur taux de service qui contribuera à l'augmentation de ses parts de marché.

Bibliographie

APICS SCOR Supply Chain Operations Reference Model. The SCOR v12.

Apics.org/scor

Peter Bolstorff, Robert Rosenbaum. A handbook for dramatic improvement using the SCOR Model

Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation. In Das Summa Summarum des Management (pp. 265–275). Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_22

Fredrik Persson, Mirko Araldi (2006). The development of a dynamic supply chain analysis tool _ Integration of SCOR and discrete event stimulation.

Jibrán Hafeez, Rameez Khalid, Shahid Mir. (2017) SCOR Implementation in Oil and Gas Company from an Emerging Market. DOI : [10.4018/IJORIS.2017010105](https://doi.org/10.4018/IJORIS.2017010105)

Mehdi Mohamadi Janaki, A. Mirzazadeh, Daryosh Mohamadi Janaki. Reducing barriers to the implementation of strategic management by providing improved strategies: using fuzzy QFD applied to Petropars Company January 2019, International Journal of Industrial and Systems Engineering

Golparvar Maziyar, Seifbarghy Mehdi Published 2009 Application of SCOR Model in an Oil- producing Company.

Oluwarotimi Odunayo, A., & Samuel, I. (2021). Industry 4.0 and Supply Chain Performance in the Oil and Gas Industry . *International Journal of Scientific Research and Management*, 9(11), 2555–2560. <https://doi.org/10.18535/ijprm/v9i11.em04>

Logistique Conseil. Types, rôles et fonctions des stocks. Disponible à l'adresse <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Entrepot-magasin/Type-role-stock.htm>

Bibliographie

Blog du dirigeant. Le retour sur investissement-définition-formule et illustrations concrete. Disponible à l'adresse <https://www.leblogdudirigeant.com/le-retour-sur-investissement-definition-formule-et-illustrations-concretes/>

Ingeli. Le rôle des plateformes industrielles IOT pour la maintenance prédictive. Disponible à l'adresse <https://ingeli.fr/le-role-des-plateformes-industrielles-iot-pour-la-maintenance-predictive/>

Objet connecté. Guide complet maintenance prédictive. Disponible à l'adresse <https://www.objetconnecte.com/guide-complet-maintenance-predictive/>

Mon stock. Stock de securité. Disponible à l'adresse https://monstock.net/fr_fr/blog/stock-de-securite#:~:text=Loi%20normale,des%20incertitudes%20de%20certains%20crit%C3%A8res

Logistics & Distribution, Investopedia. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/l/logistics.as>

Annexes

Annexe A

Stock de sécurité et distribution normale

A.1 La Distribution normale

En théorie des probabilités et en statistique, les lois normales sont parmi les lois de probabilité les plus utilisées pour modéliser des phénomènes naturels issus de plusieurs événements aléatoires.

Parmi les lois de probabilité, les lois normales prennent une place particulière grâce au théorème central limite. En effet, elles correspondent au comportement, sous certaines conditions, d'une suite d'expériences aléatoires similaires et indépendantes lorsque le nombre d'expériences est très élevé.

La loi normale décrit une série de données ou la majorité des données sont centrées autour d'une moyenne. Cette série est caractérisée par une variabilité que l'on calcule à travers l'écart type.

$$X \sim N (\mu, \sigma^2)$$

$$Ecart\ Type (\sigma) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

A.2 Modèle statistique dans le calcul du stock de sécurité

Le stock de sécurité est destiné à offrir un certain niveau de protection. Étant donné que celui-ci est dicté par la demande, nous pourrions utiliser dans son calcul des modèles statistiques et probabilistes.

Il a été suggéré que le niveau de service et le stock seraient nettement mieux contrôlés par l'utilisation des notions de variabilité.

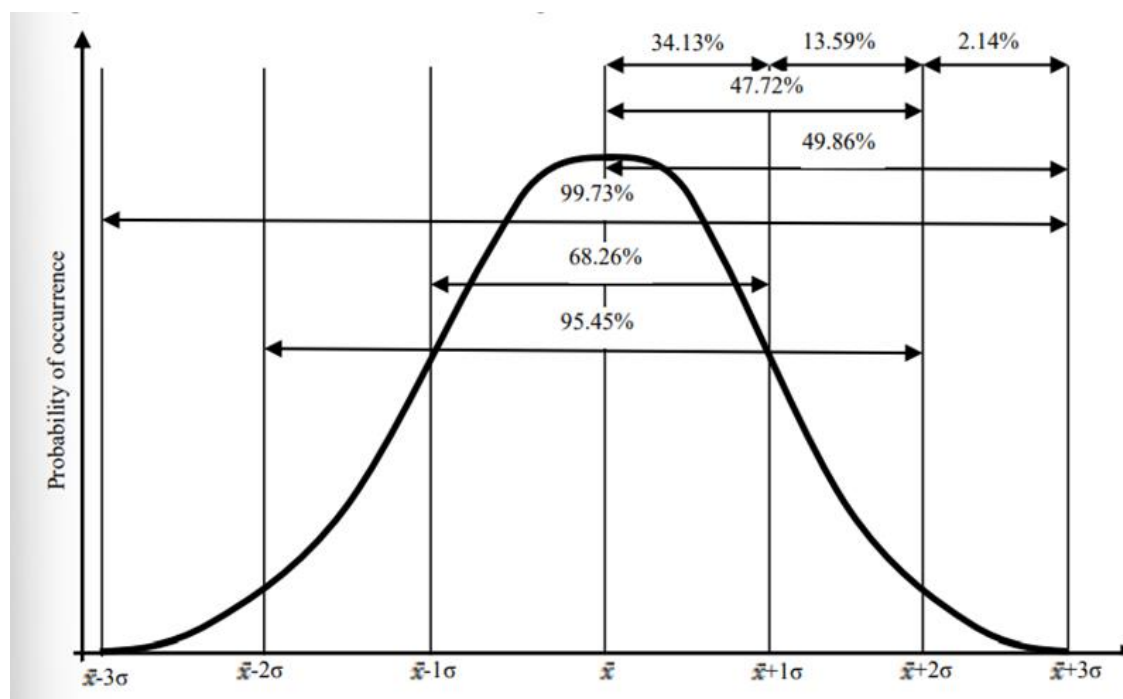


Figure A1 – Distribution de données suivant une loi normale avec les probabilités d'occurrence selon les écart types.

Pour une distribution normale, 68,26% des données se trouvent à distance d'un écart type de la moyenne, 95,45% de deux écarts type et 99,73% de trois écart type.

Le niveau de service est utilisé comme multiplicateur avec l'écart type afin de calculer la quantité spécifique qui permet de rencontrer un niveau de service désiré.

Annexe B

Grilles d'évaluation SCOR des processus audités

Processus de planification

1.1 Planification de la Supply chain

Tableau B1 – Grille d'évaluation des indicateurs du SCOR en partie planification de la supply chain

Métrique	Référence	Mesure/Indicateur	Calculé ?
Réactivité	RS.1.1	Temps de cycle d'exécution des commandes	Yes
	RS.3.98	Planifier le temps de cycle	No
Coût	CO.2.001	Coût de la planification	No
	CO.3.001	Planification du coût de la main-d'œuvre	N/A
	CO.3.002	Coût de l'automatisation de la planification	N/A
	CO.3.003	Planification des coûts des immobilisations corporelles	N/A
	CO.3.004	Planification des coûts de GRC et des frais généraux	Yes
Efficacité de la gestion des actifs	AM.1.1	Temps de cycle caisse à caisse	N/A
	AM.1.2	Rendement des immobilisations de la chaîne d'approvisionnement	No
	AM.1.3	Rendement du fonds de roulement	N/A
Fiabilité	RL.3.37	Précision de la prévision	Non

Tableau B2 – Grille d'évaluation des bonnes pratiques du SCOR en partie planification de la supply chain

Référence	Bonnes pratiques	Pratiquées ?
BP.018	Système de classification ABC des stocks	No/utilisation d'une autre méthode
BP.013	Rationalisation des articles	Yes
BP.016	Planification du réseau de la supply chain	Yes
BP.019	Planification de la demande	Yes
BP.020	Gestion de la demande	Yes
BP.021	Planification des ventes et des opérations	Yes
BP.024	Optimisation de la supply chain (SCO)	Yes/
BP.026	Améliorer le processus S&OP	No
BP.028	Optimisation des stocks	Yes
BP.029	Gestion des stocks à l'aide de l'optimisation du réseau de supply chain	No
BP.030	Exactitude des enregistrements d'inventaire	Yes
BP.032	Réduction / radiation des stocks à rotation lente	Yes
BP.033	Amélioration de la prévision de la demande traditionnelle	No
BP.034	Étendre la planification des stocks en utilisant la collaboration (fournisseurs clés)	Yes
BP.035	Révision des règles de gestion	Yes
BP.041	Optimisation du transport	No
BP.042	Revision reguliere des termes et conditions d'approvisionnement	Yes

1.2 Planification de l'approvisionnement

Tableau B3 – Grille d'évaluation des indicateurs du SCOR en partie planification de l'approvisionnement

Métrique	Référence	Mesure/Indicateur	Calculé ?
Réactivité	RS.1.1	Order Fulfillment Cycle Time	Yes
	RS.3.99	Plan Source Cycle Time	no
Coût	CO.2.001	Planning Cost	Yes
	CO.3.001	Coût du travail de planification	N/A
	CO.3.002	Planification des coûts d'automatisation	N/A
	CO.3.003	Planification des coûts de propriété, d'installation et d'équipement	N/A
	CO.3.004	Planification des coûts de GRC et des frais généraux	Yes
Efficacité de la gestion des actifs	AM.1.1	Temps de cycle de l'encaisse à l'encaisse	N/A
	AM.1.2	Rendement des immobilisations de la chaîne d'approvisionnement	Yes
	AM.1.3	Rendement du fonds de roulement	N/A
Fiabilité	RL.3.37	Précision de la prévision	No

Tableau B4 – Grille d'évaluation des bonnes pratiques du SCOR en partie planification de l'approvisionnement

Référence	Bonnes pratiques	Pratiquées ?
BP.018	Système de classification ABC des stocks	No/utilisation d'une autre méthode
BP.013	Rationalisation des articles	Yes
BP.016	Planification du réseau de la supply chain	Yes
BP.019	Planification de la demande	Yes
BP.020	Gestion de la demande	Yes
BP.021	Planification des ventes et des opérations	Yes
BP.024	Optimisation de la supply chain (SCO)	Yes/
BP.026	Améliorer le processus S&OP	No
BP.028	Optimisation des stocks	Yes
BP.029	Gestion des stocks à l'aide de l'optimisation du réseau de supply chain	No
BP.030	Exactitude des enregistrements d'inventaire	Yes
BP.032	Réduction / radiation des stocks à rotation lente	Yes
BP.033	Amélioration de la prévision de la demande traditionnelle	No
BP.034	Étendre la planification des stocks en utilisant la collaboration (fournisseurs clés)	Yes
BP.035	Révision des règles de gestion	Yes
BP.041	Optimisation du transport	No
BP.042	Revision reguliere des termes et conditions d'approvisionnement	Yes
BP.122	Inventaire géré par le fournisseur (VMI)	No

1.3 Planification du transport

Tableau B5 – Grille d'évaluation des indicateurs du SCOR en partie planification de la livraison

Métrique	Référence	Mesure/Indicateur	Calculé ?
Réactivité	RS.1.1	Temps de cycle d'exécution des commandes	Yes
Coût	CO.2.001	Coût de planification	No
	CO.3.001	Coût du travail de planification	N/A
	CO.3.002	Planning Automation Cost	No
	CO.3.003	Planification des coûts de propriété, d'installation et d'équipement	N/A
	CO.3.004	Planification des coûts de GRC et des frais généraux	Yes
Efficacité de la	AM.1.1	Temps de cycle caisse à caisse	N/A
	AM.1.2	Rendement des immobilisations de la chaîne d'approvisionnement	No
	AM.1.3	Rendement du fonds de roulement	N/A
Fiabilité	RL.3.37	Précision de la prévision	No
	RL.3.36	Taux de remplissage	No

Tableau B6 – Grille d'évaluation des bonnes pratiques du SCOR en partie planification de la livraison

Référence	Bonnes pratiques	Pratiquées ?
BP.017	Planification de la distribution	No
BP.024	Optimisation de la chaîne d'approvisionnement (SCO)	Yes
BP.035	Révision des règles métier	No
BP.105	Gestion des tâches	Yes
BP.107	Gestion des commandes distribuées	Yes
BP.116	Logistique accélérée	No
BP.118	Externalisation de la gestion du transport	Yes
BP.122	Inventaire géré par le fournisseur (VMI)	No
BP.146	Cross-Docking	No

Processus d'approvisionnement

Tableau B7 – Grille d'évaluation des indicateurs du SCOR en partie approvisionnement

Métrique	Référence	Mesure/Indicateur	Calculé ?
Réactivité	RS.1.1	Temps de cycle de traitement des commandes	No
	RS.2.1	Temps de cycle du sourcing	Yes
Agilité	AG.3.9	Volumes de sources supplémentaires obtenus en 30 jours	No
	AG.3.40	Temps de cycle actuels des commandes d'achat	Yes
	AG.3.42	Volume de la source de courant	No
	AG.3.46	Contraintes liées à l'approvisionnement de la demande et aux fournisseurs	No
Coût	CO.2.002	Coût de l'approvisionnement	Yes
	CO.3.005	Coût de la main-d'œuvre d'approvisionnement	N/A
	CO.3.006	Coût de l'automatisation du sourcing	N/A
	CO.3.007	Coût d'acquisition des immobilisations corporelles	N/A
	CO.3.008	Sourcing GRC, stocks et frais généraux	Yes
	CO.2.003	Matériel Coût au débarquement	Yes
	CO.2.009	Coût des matériaux achetés	Yes
	CO.3.010	Coût du transport des matériaux	Yes
	CO.3.011	Coût des douanes, droits, taxes et tarifs matériels	Yes
	CO.3.012	Risque matériel et coût de la conformité	Yes
Efficacité de la gestion des actifs	AM.1.2	Rendement des immobilisations de la chaîne d'approvisionnement	Yes
	AM.1.3	Rendement du fonds de roulement	N/A
	AM.2.3	Jours de paiement en cours	N/A
	AM.3.16	Jours d'approvisionnement de l'inventaire - Matières premières	No
Fiabilité		% d'horaires modifiés dans le délai de livraison du fournisseur	No
	RL.3.18	% de commandes / lignes reçues à temps	No
		% de commandes / lignes reçues avec un contenu correct	No
	RL.3.22	% commandes / lignes reçues avec emballage correct	No
		% de commandes / lignes reçues avec des documents d'expédition corrects	No
	RL.3.23		No

Tableau B8– Grille d'évaluation des bonnes pratiques du SCOR en partie approvisionnement

Référence	Bonnes pratiques	Pratiquées ?
BP.006	Inventaire en consignation	No
BP.035	Examen des règles de gestion	No
BP.036	Amélioration de la qualité des matières premières des fournisseurs	No
BP.131	Analyse comparative des fournisseurs alternatifs	Yes
BP.132	Émettre un appel d'offres (Quote)	Yes
BP.134	Évaluation des fournisseurs à l'aide d'un outil d'évaluation robuste.	Yes/ mais non pris en compte
BP.144	Gestion des bons de commande	Yes
BP.145	Collaboration avec les fournisseurs	No
BP.147	Réception des marchandises Inspection des marchandises	Yes
BP.148	Vérification des livraisons à 3 voies	No
BP.161	Analyse des dépenses au niveau de l'entreprise	Yes
BP.163	Optimisation du nombre de fournisseurs	No
BP.100	sourcing strategic	No
BP.122	VMI	No
BP.009	Kanban	No

Processus de distribution

Tableau B9– Grille d'évaluation des indicateurs du SCOR en partie distribution

Métrique	Référence	Mesure/Indicateur	Calculé ?
fiabilité	RL.1.1	Exécution parfaite des commandes	No
	RL.2.36	Taux de remplissage	No
	RL.2.4	Conditions parfaites	No
	RL.2.2	Performance de livraison à la date d'engagement du client	No
Réactivité	RS.1.1	Temps de cycle de traitement des commandes	No
	RS.2.3	Temps de cycle de livraison	Yes
	RS.3.20	Temps de cycle actuel des commandes logistiques	Yes
Agilité	AG.2.3	flexibilité de la livraison à la hausse	No
	AG.2.8	Adaptabilité de la livraison à la hausse	No
	AG.2.13	Adaptabilité de la livraison à la baisse	Yes
	AG.3.1	% de la main-d'œuvre utilisée dans la logistique, non utilisée dans l'activité directe	N/A
	AG.3.4	Volume de livraison supplémentaire	N/A
	AG.3.32	Volume de livraison actuel	Yes
Coût	CO.2.005	Coût de la gestion des commandes	Yes
	CO.3.018	Coût de la main-d'œuvre pour la gestion des commandes	N/A
	CO.3.019	Coût de l'automatisation de la gestion des commandes	N/A
	CO.3.020	Gestion des commandes Immobilisations corporelles Coût	N/A
	CO.3.021	Gestion des commandes GRC et frais généraux	Yes
	CO.2.006	Coût d'exécution	Yes
	CO.3.022	Coût du transport	Yes
	CO.3.024	Coût de la main-d'œuvre pour le traitement des commandes	N/A
	CO.3.025	Coût de l'automatisation du traitement des commandes	N/A
	CO.3.026	Coût d'exécution des immobilisations corporelles	N/A
CO.3.027	GRC, stocks et frais généraux de Fulfillment	Yes	
Efficacité d'	AM.1.2	Rendement des immobilisations de la chaîne d'approvisionnement	Yes
	AM.1.3	Rendement du fonds de roulement	N/A

Annexe C

Metro Map des processus de Schlumberger

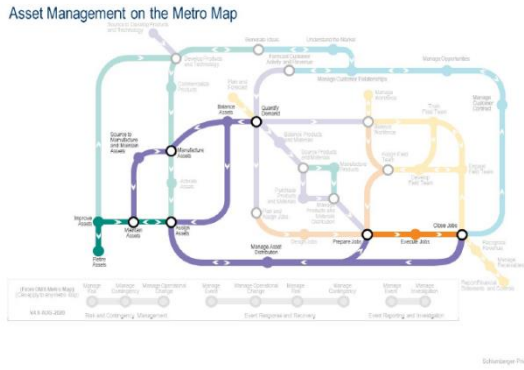


Figure C1 Représentation de type Metro Map de la Supply Chain des assets

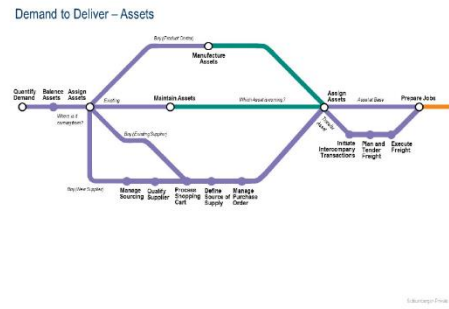


Figure C2 Représentation de type Metro Map de l'approvisionnement des équipements

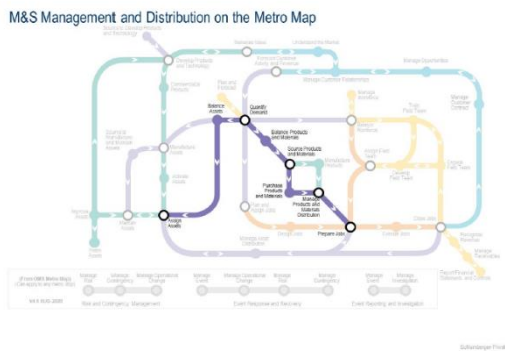


Figure C3 Représentation de type Metro Map de la Supply Chain des M&S

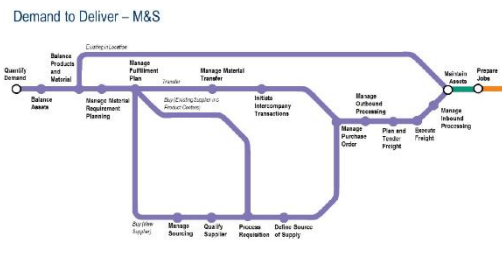


Figure C4 Représentation de type Metro Map de l'approvisionnement