

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique d'Alger



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Schlumberger

Département du Génie Industriel

Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en
Génie Industriel

Option Management Industriel

Thème

**Etude de la maturité digitale de la Supply Chain et
mise en place d'une roadmap de digitalisation
– Application: Schlumberger Algeria –**

Zineb LAZIB

Nabil OUERDI

Sous la direction de M. Ali BOUKABOUS

Maître Assistant A

Présenté et soutenu publiquement le (27/06/2022)

Composition du jury :

Président	Mme. Fatima NIBOUCHE	Maître de conférences A	ENP
Promoteur	Mr. Ali BOUKABOUS	Maître-Assistant A	ENP
Examineur	Mme. Wejdane NAHILI	Maître-Assistant B	ENP

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique d'Alger



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Schlumberger

Département du Génie Industriel

Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en
Génie Industriel

Option Management Industriel

Thème

**Etude de la maturité digitale de la Supply Chain et
mise en place d'une roadmap de digitalisation
– Application: Schlumberger Algeria –**

Zineb LAZIB

Nabil OUERDI

Sous la direction de M. Ali BOUKABOUS

Maître Assistant A

Présenté et soutenu publiquement le (27/06/2022)

Composition du jury :

Président	Mme. Fatima NIBOUCHE	Maître de conférences A	ENP
Promoteur	Mr. Ali BOUKABOUS	Maître-Assistant A	ENP
Examineur	Mme. Wejdane NAHILI	Maître-Assistant B	ENP

ملخص :

هذا العمل هو جزء من تطوير Schlumberger نحو الصناعة 4.0 من خلال رقمنة سلسلة التوريد في الجزائر، من خلال تنفيذ الخطوات الأولى من خارطة طريق الرقمنة لسلسلة التوريد. الهدف من العمل هو تقييم المستوى الحالي للنضج الرقمي لسلسلة التوريد داخل Schlumberger من خلال دراسة استقصائية لأصحاب المصلحة حول مختلف الجوانب، تليها دراسة إحصائية لاستغلال نتائج الدراسة الاستقصائية، التي ستنجح بعد ذلك تحديد الإجراءات ذات الأولوية اللازمة للتطور نحو مستوى أعلى من النضج الرقمي.

الكلمات المفتاحية : الرقمنة، النضج الرقمي، الصناعة 4.0، سلسلة التوريد 4.0، المشتريات 4.0

Abstract :

This work is part of Schlumberger's development towards Industry 4.0 through the digitization of its Supply Chain in Algeria, through the implementation of the first steps of a Supply Chain digitization roadmap.

The objective of this work is to evaluate the current level of digital maturity of the Supply Chain within Schlumberger through a survey conducted among its actors on various aspects, followed by a statistical study of the results of the survey which will subsequently identify the priority actions necessary to move to the next level of digital maturity.

Keywords : Digitalization, Digital Maturity, Industry 4.0, Supply Chain 4.0, Procurement 4.0

Résumé :

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la démarche de développement de Schlumberger vers l'industrie 4.0 par la digitalisation de sa Supply Chain en Algérie, et ce, par la déclinaison des premières étapes de la mise en place d'une digitalisation roadmap pour la Supply Chain.

L'objectif du travail est d'évaluer le niveau de maturité digitale actuel de la supply chain au sein de Schlumberger par une étude menée auprès des acteurs de celle-ci sur différents aspects, suivie par une étude statistique venant exploiter les résultats de l'enquête qui permettra par la suite de repérer les actions prioritaires nécessaires à l'évolution vers le niveau supérieur de maturité digitale.

Mots clés : Digitalisation, Maturité digitale, industrie 4.0, Supply Chain 4.0, Achat 4.0

Dédicaces

Je dédie tout d'abord ce travail à mes parents qui m'ont soutenu, élevé et encouragé tout au long de ma vie, ils m'ont donné la force pour me surpasser chaque jour, ils ont fait de moi l'homme que je suis aujourd'hui.

À mes sœurs, Lydia, Mounia et Nawel pour leur soutiens inconditionnelles et affection.

À mes neveux Adam, Yanis et Aksel pour la joie qu'ils ont apportée dans nos vies.

À mes deux meilleurs amis Oussama et Walid, pour tous les moments partagés ensemble pendant ces 8 dernières années, j'espère qu'on sera bientôt réunis.

à ma deuxième famille, Les INDUS et Mehdi pour cette expérience unique en son genre et tous les souvenirs gravés à jamais dans ma mémoire.

À toute personne ayant cru en moi.

Que Dieu tout puissant puisse préserver votre santé et votre bonheur.

~ Nabil

Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail

À ma courageuse et douce maman, merci pour tous tes sacrifices, tes encouragements, tes prières sans lesquelles je ne serais pas ici maintenant.

À mon père, cette personne dévoué et sage qui m'as enseigné la persévérance et la patience,

À ma petite sœur Rym et mon petit frère Abdelghani, que serais-je sans votre joie de vivre merci pour votre soutien.

À mes tantes et oncles, et ma grande famille toujours à mes côtés vous avez fait de moi la personne que je suis actuellement.

À mes amis de prépa, Dounia, Nessrine, Mina, Nabil et les autres 50 étudiants de notre petite promo avec lesquels j'ai passé des moments inoubliables a 3issa.

À mes camarades INDUS, Les 3 Manels, Hynd et Anya le plus adorable des binômes, Maya, Sarah, Manou et Anis, Brahim, Thafat notre lumière, Walid, Aymen, Souad, Lynda, Abadou, Rayan, Aziz, Ahmed, Chahinez, Yamina et nos nouvelles recrues Mehdi et Sofiane, je vous remercie pour tes fous-rires et les moments inoubliables passés ensemble à polytech.

À la grande famille IEC à laquelle je dis un grand merci, pour tous vos efforts et votre dévouement, en particulier aux membres du comité 2021 et ceux de l'IT-Unit Ramy, Moncef, Rayan, Sarah, Yousra... auprès desquels j'ai beaucoup appris.

À toute personne ayant cru en moi, que Dieu tout puissant puisse préserver votre santé et votre bonheur.

~ Zineb

Remerciements

Louange à Dieu seul, clément et miséricordieux

Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements à notre superviseur **M. Ali Boukabous**, qui nous a soigneusement assisté dans l'élaboration de ce travail, ses connaissances et son expérience ont été très précieuses pour structurer le travail et améliorer la qualité de ce dernier, dans l'espoir qu'il réponde à ses attentes.

Nos sincères remerciements vont ensuite à notre encadrant au niveau de l'entreprise à savoir **M. Cherif El Mehdi Rahmoune**, pour son assistance, son professionnalisme, son suivie de qualité, ses précieux conseil et son engagement sans faille qui nous énormément aider pour l'élaboration du présent travail ainsi que pour nous familiariser au monde professionnel.

Nous exprimons notre profonde gratitude à l'ensemble du personnel de Schlumberger Algérie en particulier : **Yann** et **Si Abderrahmane** qui n'ont pas hésité à nous aider et nous guider.

Ainsi qu'à **Mr Zouaghi** pour ses propositions et partage de connaissances qui nous ont étaient d'une grande aide tout au long de notre projet.

Nous saisissons cette occasion pour destiner à nos professeurs ayant contribué à notre formation et à l'élaboration de ce travail nos remerciements les plus sincères.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de notre projet, veuille trouver ici le témoignage de gratitude et de remerciements.

~ Zineb & Nabil

Table des matières

1. Liste des tableaux	- 8 -
2. Liste des figures.....	- 9 -
3. Liste des abréviations.....	- 10 -
INTRODUCTION GENERALE.....	- 11 -
1. Contexte de l'étude.....	- 12 -
2. Méthodologie de travail.....	- 12 -
3. Structure du travail	- 13 -
Chapitre 1 : Étude de l'existant.....	- 15 -
1. Le marché des services pétroliers	- 18 -
2. Présentation de Schlumberger.....	- 20 -
2.1. Organisation & Activités de SLB.....	- 22 -
2.2. Historique de SLB.....	- 24 -
3. Présentation SLB NAF	- 26 -
3.1. Schlumberger Algérie.....	- 26 -
3.2. Organisation Planning & Supply Chain de SLB NAF	- 27 -
3.3. Le système d'information.....	- 30 -
4. Diagnostic de l'entreprise.....	- 32 -
4.1. Analyse PESTEL.....	- 32 -
4.2. Cartographie des processus de la supply chain	- 36 -
5. Énoncé de la problématique	- 41 -
CHAPITRE 2 : Etat de l'art.....	- 43 -
1. Partie 1 : Concepts.....	- 45 -
1.1. Supply chain	- 45 -
1.2. Supply chain 4.0	- 45 -
1.3. Supply chain 4.0 en Algérie	- 46 -
1.4. Supply chain digitisation roadmap	- 47 -
1.5. Digital maturity model	- 47 -
2. Partie 2 : Outils Statistiques.....	- 51 -
2.1. Équations structurelles	- 51 -
2.2. Méthode de résolution.....	- 55 -
CHAPITRE 3 : Apports et solutions proposées	- 59 -
1. Étape 1 : Diagnostic du niveau de maturité digitale.....	- 61 -

1.1.	Étude Statistique	- 61 -
1.2.	Récolte de données :	- 68 -
1.3.	Résultats du formulaire.....	- 70 -
1.4.	Résultat des interviews	- 71 -
1.5.	Modèle de maturité digitale :.....	- 72 -
2.	Étape 2 : Comment passer au niveau supérieur de MD ? Scope sur P&S.....	- 74 -
2.1.	Technologies adaptées à P&S	- 75 -
2.2.	Solutions après interview	- 84 -
3.	Etape 3 : Feuille de route préliminaire.....	- 85 -
3.1.	Ordre de digitalisation des sous-processus :.....	- 85 -
3.2.	Feuille de route.....	- 86 -
4.	Discussion et perspectives futures	- 88 -
	CONCLUSION GÉNÉRALE.....	- 89 -
	CONCLUSION GÉNÉRALE.....	- 90 -
	BIBLIOGRAPHIE	- 92 -
	Bibliographie.....	- 93 -
	Annexes.....	- 96 -
1.	Annexe A : Outils de diagnostic d'entreprise.....	- 97 -
1.1.	PESTEL	- 97 -
1.2.	L'Approche processus	- 98 -
1.3.	La cartographie des processus.....	- 99 -
1.4.	BPMN.....	- 100 -
4.	Annexe B : Cartographie du niveau 4.....	- 102 -
5.	Annexe C : Questions du formulaire.....	- 104 -
6.	Annexe E : Code Python utilisé pour l'étude statistique	- 110 -

1. Liste des tableaux

TAB. 1.1. CARTE D'IDENTITE DE SCHLUMBERGER LTD 2020.....	- 21 -
TAB. 1.2. ANALYSE PESTEL SLB ALGERIE	- 37 -
TAB. 2.1. PRINCIPALES NOTATIONS UTILISEES.....	- 53 -
TAB. 2.2. RESUME DES INDICATEURS UTILISES POUR LA METHODE DE LISREL	- 58 -
TAB. 3.1. TABLEAU COMPARATIF DES DEUX APPROCHES PLS ET LISREL.....	- 62 -
TAB. 3.2. RESUME DES RESULTATS DU FORMULAIRE.....	- 71 -

2. Liste des figures

FIG. 0.1. SCHEMA RECAPITULATIF DE LA DEMARCHE DE TRAVAIL SUIVIE.....	- 14 -
FIG. 1.1. FEUILLE DE ROUTE CHAPITRE 1.....	- 17 -
FIG. 1.2. PART DE MARCHE DES ACTEURS DU SECTEUR PARAPETROLIER.....	- 18 -
FIG. 1.3. MARCHE GLOBALE DES SERVICES PETROLIER – SOURCE : EXPERTMARKETRESEARCH.COM	- 19 -
FIG. 1.4. ÉVOLUTION DE LA TAILLE DU MARCHE GLOBALE DES SERVICES PETROLIER.....	- 20 -
FIG. 1.5. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU CA (AVANT ELIMINATION INTRAGROUPE) PAR ACTIVITE	- 22 -
FIG. 1.6. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU CA PAR REGIONS	- 22 -
FIG. 1.7. REPRESENTATION DES BASSINS ET GEOUNITS	- 24 -
FIG. 1.8. HISTORIQUE DE SLB LTD.	- 25 -
FIG. 1.9. CARTE DE LA GEOUNIT NAF.....	- 26 -
FIG. 1.10. P&SC PROCESS – SOURCE : DOCUMENT INTERNE SLB.....	- 27 -
FIG. 1.11. ORGANISATION DE P&SC SLB LIMITED.....	- 28 -
FIG. 1.12. ORGANISATION P&SC GEOUNIT.....	- 28 -
FIG. 1.13. METRO MAP DES PROCESSUS	- 31 -
FIG. 1.14. DIAGRAMME DE L'ANALYSE PESTEL.....	- 33 -
FIG. 1.15. CARTOGRAPHIE NIVEAU 1.....	- 38 -
FIG. 1.16. CARTOGRAPHIE NIVEAU 2.....	- 39 -
FIG. 1.17. CARTOGRAPHIE NIVEAU 3.....	- 40 -
FIG. 2.1. FEUILLE DE ROUTE CHAPITRE 2.....	- 44 -
FIG. 2.2. ÉTAPES DE LA CONVERSION ENTRE LA PHASE D'EVALUATION ET LA PHASE D'ACTION.....	- 49 -
FIG. 2.3. APPROCHE TOP-DOWN POUR LA DEMARCHE DMM.....	- 49 -
FIG. 2.4. LES 5 DIMENSIONS DE LA MODELISATION.....	- 49 -
FIG. 2.5. EXEMPLE DE SEM	- 52 -
FIG. 2.6. REPRESENTATION DU MODELE	- 52 -
FIG. 2.7. REPRESENTATION DU MODE REFLEXIF.....	- 54 -
FIG. 2.8. REPRESENTATION MODELE FORMATIF.....	- 54 -
FIG. 2.9. ORDRE DES MODELES.....	- 55 -
FIG. 2.10. APPROCHE PLS AVEC LE MODE A ET LE SCHEMA CENTROÏDE	- 56 -
FIG. 3.1. FEUILLE DE ROUTE CHAPITRE 3.....	- 60 -
FIG. 3.2. SCHEMA LOGIQUE DE DECISION.....	- 62 -
FIG. 3.3. SCHEMA RECAPITULATIF DU MMD.....	- 64 -
FIG. 3.4. RESUME DU RESULTAT DE L'EVALUATION.....	- 73 -
FIG. 3.5. EXEMPLE DE CHATBOT SAP CONVERSATIONAL AI	- 76 -
FIG. 3.6. MODELE DE BLOCKCHAIN POUR LES ACHATS.....	- 80 -
FIG. 3.7. LOGIQUE DE GRAPPE.....	- 84 -
FIG. 3.8. LES SOUS PROCESSUS DE SLB.....	- 85 -
FIG. 3.9. FEUILLE DE ROUTE DE DIGITALISATION DU PROCESSUS PROCURE-TO-PAY	- 87 -

3. Liste des abréviations

ASL	Ariba Source List.
BCG	Boston Consulting Group
DF	Degré de liberté.
DMM	Digital Maturity Model.
ERP	Entreprise Ressource Planning
IT	Information & Technology.
I4.0	Industry 4.0
IOT	Internet of thing.
Ltd	Limited.
MD	Maturité Digitale.
Naf	North Africa.
OTM	Oracle Transportation Management.
P4.0	Procurement 4.0
PLS	Moindres carrées partielles.
PP	Production Planning.
P&S	Procurement and sourcing
P&SC	Planning and Supply Chain.
SAP	Systems, Applications and Products for data processing.
SC	Supply chain.
SLB	Schlumberger,
SRM	Supplier Relationship Management.
VA	Valeur Ajoutée
VIM	Vendor Invoice Management.
VL	Variable Latente
VM	Variable Manifeste

INTRODUCTION GENERALE

« Les grands accomplissements sont réussis non par la force, mais par la persévérance. »

~ Samuel Johnson

1. Contexte de l'étude

Pandémie, réchauffement climatique, guerres et conflits, sont les principaux facteurs qui influent sur le monde et son économie depuis des 5 dernières années, cet environnement instable pousse les entreprises qui anime cette économie à rivaliser d'ingéniosité afin de s'adapter et rester à flot.

Le secteur pétrolier, suivi du secteur parapétrolier, étant l'un des plus interdépendant n'échappe pas à l'instabilité économique mondiale et aux fluctuations des marchés des biens et services.

La pandémie, la situation géopolitique actuelle et l'entrée de nouveaux acteurs économiques sur le marché, ce qui a bouleversé l'équilibre de l'offre et de la demande ont fait chuter la valeur du marché du service pétrolier [un marché qui ne voit depuis ses débuts qu'un TCAC positif] de près de \$72.41 Mrd, et un et a mené les principaux acteurs à réduire leurs dépenses d'investissement pour rester sur le marché, cependant cet impact fut momentané.

L'évolution rapide des industries dû à l'émergence du digital et des nouvelles technologies associées à l'industrie 4.0 vient bousculer les entreprises de tous les secteurs et offre de nouvelles opportunités de gain de part de marché.

Schlumberger Ltd, l'un des plus anciens acteur, et leader des grandes entreprises du secteur des services pétroliers, est bien consciente de l'enjeu et l'importance de la digitalisation massive dans ce milieu à haute concurrente, et dans la continuité de ses valeurs qui sont : People, Technology, Profit, a déjà amorcé sa transformation digitale en adoptant toujours les dernières technologies en vigueur, cette démarche est plus que vitale et nécessaire afin que cette dernière garde son statut de chef de file du secteur.

La gestion de la Supply Chain est une activité stratégique pour les firmes de grandes tailles et qui possèdent une Organisation complexe comme celle de SLB, cette activité clé permet de faire la différence en termes de réactivité et de satisfaction des clients.

La politique de Schlumberger Ltd consiste à améliorer continuellement sa technologie et ses services en investissant de plus en plus dans la recherche et le développement pour faire face à la complexité et à l'incertitude qui font partie intégrante de son secteur d'activité.

Pour cela, une bonne prise en main de la SC est plus que pertinente compte tenu de sa complexité composée de plusieurs points à risque d'incertitude, de l'expression du besoin, en passant par le fournisseur jusqu'à à arriver au client.

C'est dans cette optique de digitalisation que notre projet au sein de Schlumberger Algérie se positionne, l'objectif de celui-ci est d'aider l'entreprise dans la transformation de sa SC vers le 4.0.

2. Méthodologie de travail

L'approche adopté lors du projet est déclinée en 5 étapes :

Première étape de diagnostic de l'environnement interne et externe de l'entreprise à travers les outils académiques de diagnostic, des entrevues avec les différents acteurs de la Supply Chain de

Schlumberger Algérie, et la lecture des procédures et de la documentation interne de la compagnie. Ce qui nous a permis d'avoir une visibilité concrète sur les éventuelles opportunités, menaces et obstacles potentiels lors du projet, et de valider et préciser le cadre de la problématique proposé, nous avons alors décidé d'agir en priorité sur la partie achats et approvisionnement.

Seconde étape de documentation et de recherche autour de la problématique proposé et validé, à l'issue de celle-ci nous avons listé et répertorié les différentes pratiques et démarches en matière de mise en place de feuille de route de digitalisation, ainsi qu'en matière de SC 4.0.

La troisième étape consiste à l'étude de la maturité digitale actuelle de la supply chain de SLB Algérie à travers un modèle de maturité digitale que l'on a rigoureusement adapté à l'entreprise, le modèle se décline sous forme d'un questionnaire qualitatif précédé par une étude statistique et suivie d'une analyse de données quantitatives.

A l'étape quatre et à partir des résultats du DMM utilisé à l'étape précédente nous déterminons l'état de digitalisation actuel de la SC de l'entreprise sur l'échelle du modèle et son écart par rapport à l'objectif futur.

Cinquième et dernière étape consiste à proposer les solutions adéquates à la sous-fonctions P&S de la SC de Schlumberger à travers un benchmarking.

3. Structure du travail

Le premier chapitre sera dédié à l'état des lieux et à l'étude de l'existant à travers une présentation globale sur le secteur de l'entreprise ainsi que son organisation, puis nous y dérouleront également chaque étape du diagnostic externe puis interne que nous avons effectué, notamment l'analyse PESTEL complète et la cartographie et l'exploration des processus. En se basant sur les résultats de ces analyses ainsi que différentes autres études consultées, un état des lieux est posé sur lequel nous procéderons à l'identification des différents dysfonctionnements et la validation de notre problématique.

Le second chapitre intitulé « état de l'art » sera dédié à la présentation et à l'explication des différentes notions et concepts fondamentaux utilisés lors de la résolution de la problématique, selon la littérature. Des notions autour de la SC 4.0, des méthodes de conception de DMM, les approches statistiques et mathématiques choisies.

Le troisième chapitre exposera notre apport et travaux réalisés afin de positionner la SC de SLB sur l'échelle de maturité digitale selon le référentiel proposé par Deloitte ; Ce qui permettra par la suite de définir les axes prioritaires et opportunités d'optimisation sur lesquels on s'appuiera pour tracer notre feuille de route afin de proposer les solutions plus pertinentes.

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

Fig. 0.1. Récapitule la structure et la démarche suivie sous forme de feuille de route :

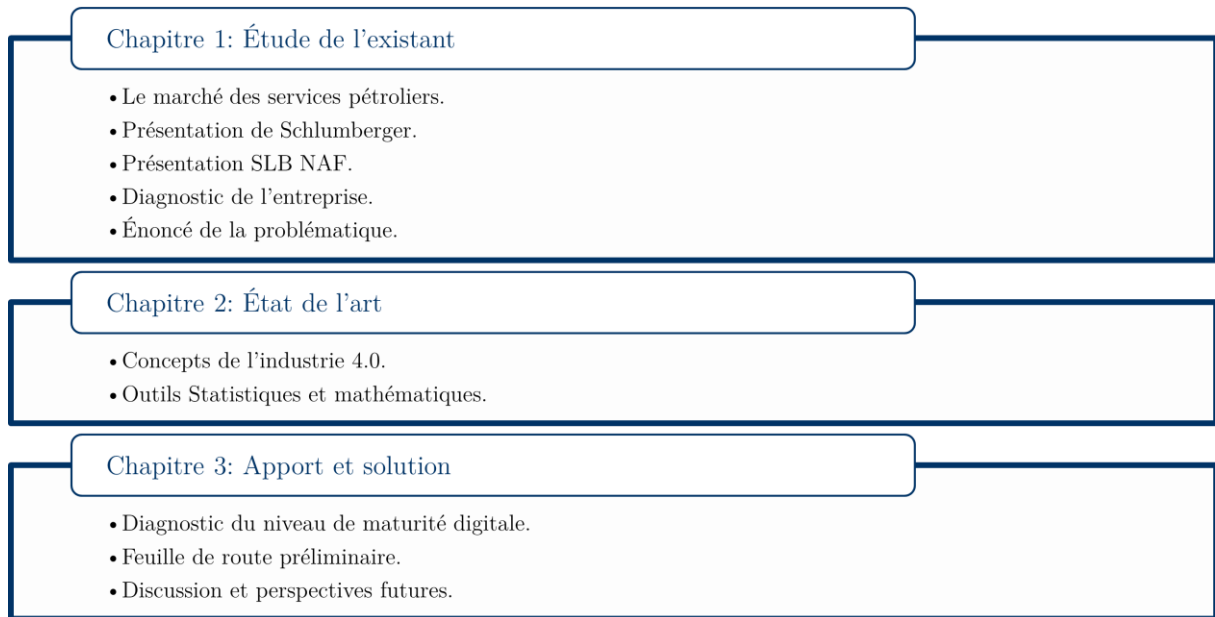


Fig. 0.1. Schéma récapitulatif de la démarche de travail suivie

Chapitre 1 : Étude de l'existant

« Une cause bien défendue est une cause juste. »

~Gheorghe Calines

Le secteur pétrolier fait partie des premiers secteurs d'activité au monde et est l'un des plus influents sur les autres secteurs. D'importance cruciale aux économies de plusieurs pays notamment ceux d'Afrique. Cependant sujet à de grandes fluctuations à la suite du développement du pétrole de schiste des États-Unis et à la volonté de l'OPEP de ne pas céder de parts de marché, l'offre a considérablement augmenté, entraînant depuis 2014 une chute des prix. Cette chute s'est accentuée en 2020, avec la pandémie du Covid-19 et une baisse non négligeable de la demande, ce qui a beaucoup influencé le secteur des services pétroliers.

Les entreprises de services pétroliers fournissent les produits et services nécessaires à la construction, à l'achèvement et à la production de puits de pétrole et de gaz. Ces entreprises vont du géant Schlumberger, dont les divisions fournissent neuf des dix produits et services nécessaires à l'exploration, au développement et à la production d'un bassin pétrolier et gazier, à une entreprise de services unique comme Geolog, spécialisée dans l'enregistrement des données de surface. Les équipements et services pétroliers comprennent tous les produits et services utilisés pour le processus de production et d'exploration dans le secteur. La demande de services pétroliers a suivi celle du pétrole et a diminué pendant la pandémie, ce qui s'est traduit par de faibles revenus pour les acteurs du secteur.

Le marché des services pétroliers en Afrique devrait croître de 2% d'ici 2025. Des facteurs tels que l'augmentation des activités d'exploration et de production en raison de la demande croissante de pétrole brut et de gaz naturel sont susceptibles de stimuler le marché des services pétroliers (Mordorintelligence.com, 2021) . Cependant, la volatilité des prix du pétrole et du gaz ainsi que la montée en puissance des sources d'énergie plus propres dans presque tous les pays, conduit à l'incertitude des opérateurs pétroliers et gaziers, ce qui est susceptible de freiner la croissance du marché des services pétroliers en Afrique dans les années à venir. Cette situation pousse les compagnies pétrolières et parapétrolières à travailler sur leur réactivité et leur agilité.

Dans ce chapitre, nous allons présenter en premier temps le marché du service pétrolier plus en détail, ainsi que les principaux acteurs nationales et internationales. Après quoi, nous présenterons un de ces derniers, Le groupe Schlumberger Limited, son histoire ainsi que ses chiffres clés. Nous exposerons en outre les services de l'entreprise. Enfin, nous nous focaliserons sur la sub-fonction du département Supply Chain qui nous intéresse dans notre étude par une cartographie. Dans un second temps, nous allons mener un diagnostic de l'état des lieux de la supply chain de Schlumberger Algeria. En établissons un diagnostic interne à travers la décomposition du macro processus Supply Chain selon l'approche processus précédée par une analyse externe de l'environnement de SLB Naf.

Celui-ci nous permettra de dresser les principaux manques à combler et défis auxquels fait face l'entreprise pour atteindre son objectif de digitalisation massive. Enfin, les résultats du diagnostic aboutiront à la formulation de la problématique traitée dans ce travail.

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

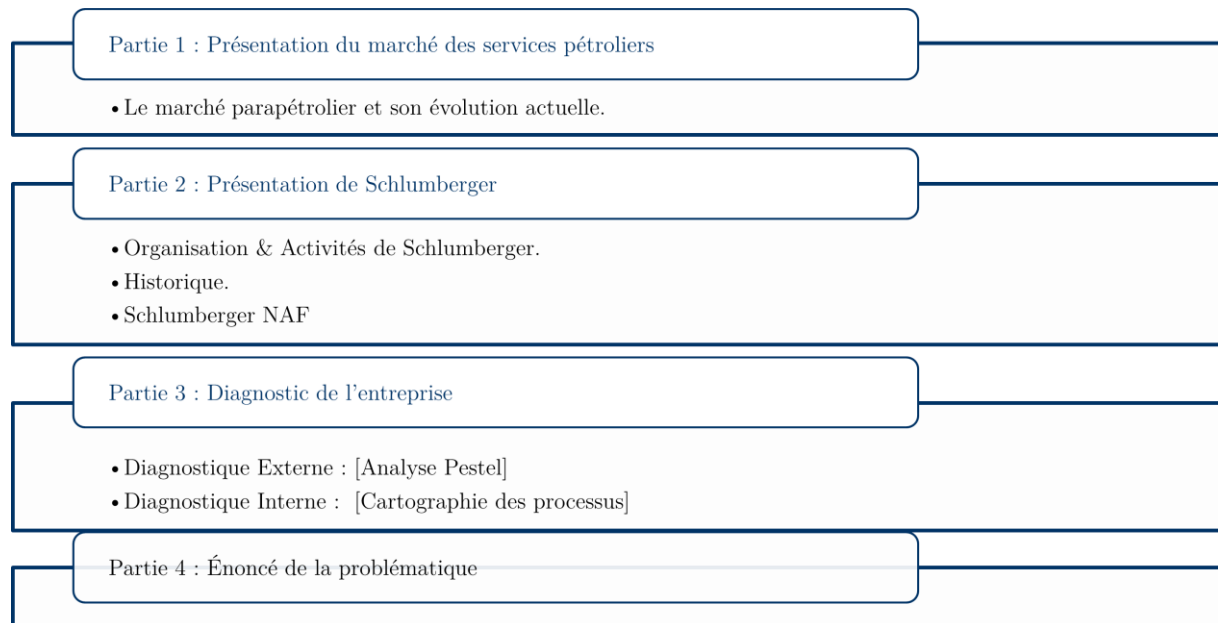


Fig. 1.1. Récapitulatif Chapitre 1

1. Le marché des services pétroliers

Historiquement, les plus grands producteurs de pétrole du monde ont toujours gardé un œil sur leur rôle d'opérateur de leurs propres champs, convaincus qu'ils étaient les seuls à pouvoir fournir l'ingénierie nécessaire pour extraire leur pétrole dans les délais et les budgets impartis. Cependant, au cours des dernières décennies, ces producteurs ont de plus en plus cédé ce rôle - choisissant dans de nombreux cas de gérer leurs actifs de manière indépendante, et permettant aux sociétés de services pétroliers de plus en plus sophistiquées de fournir une production rentable et, surtout, l'innovation dans le domaine des champs pétrolifères que les grandes sociétés pétrolières ont longtemps pensé être les seules à pouvoir fournir.

Le soutien essentiel que les sociétés de services apportent aux opérations et leur maîtrise des solutions technologiques ont permis aux compagnies pétrolières nationales, aux majors intégrées et aux indépendants de gérer des opérations beaucoup plus complexes qu'ils ne l'auraient fait autrement. En dépit de la forte réduction et de la consolidation actuelles des sociétés de services dans le monde, dues à la faiblesse persistante des prix du pétrole, ces sociétés, des géants américains Schlumberger, Halliburton, Weatherford et Transocean aux grands acteurs internationaux tels que Technip, Wood, Aker et Petrofac, continuent à offrir des solutions technologiques aux opérations.

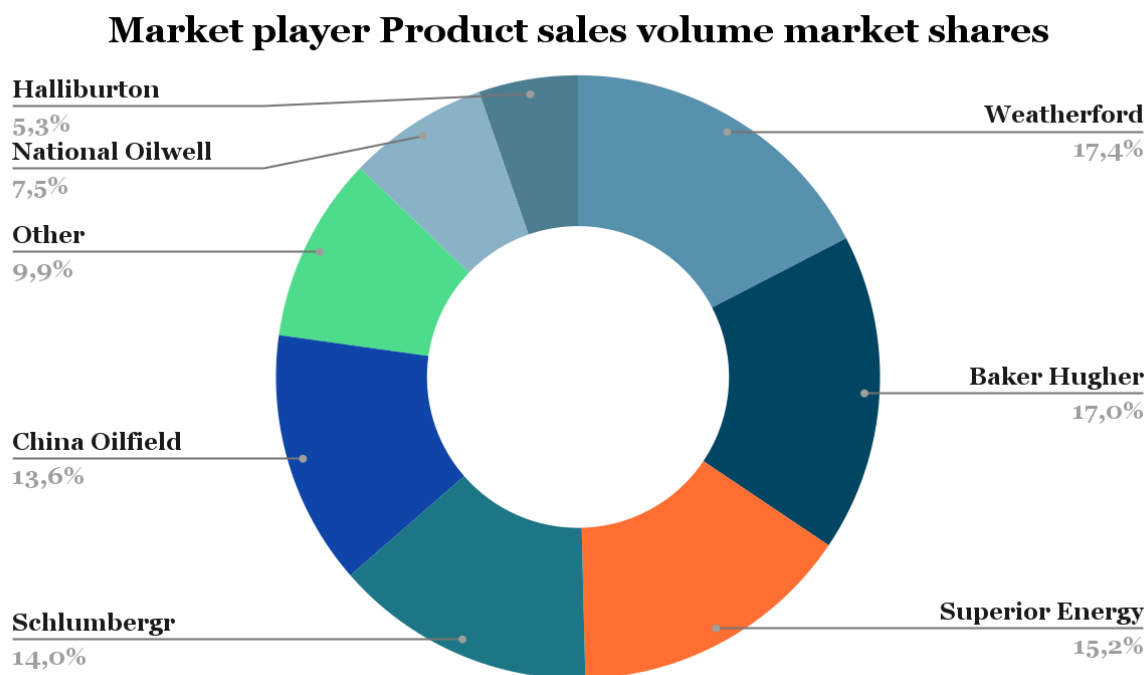


Fig. 1.2. Part de marché des acteurs du secteur parapétrolier – source : openpr.com

La croissance du secteur des services pétroliers est essentiellement une histoire d'innovation et de recherche de solutions aux défis technologiques et financiers auxquels sont confrontés les opérateurs.

Globale Oilfield Services Market

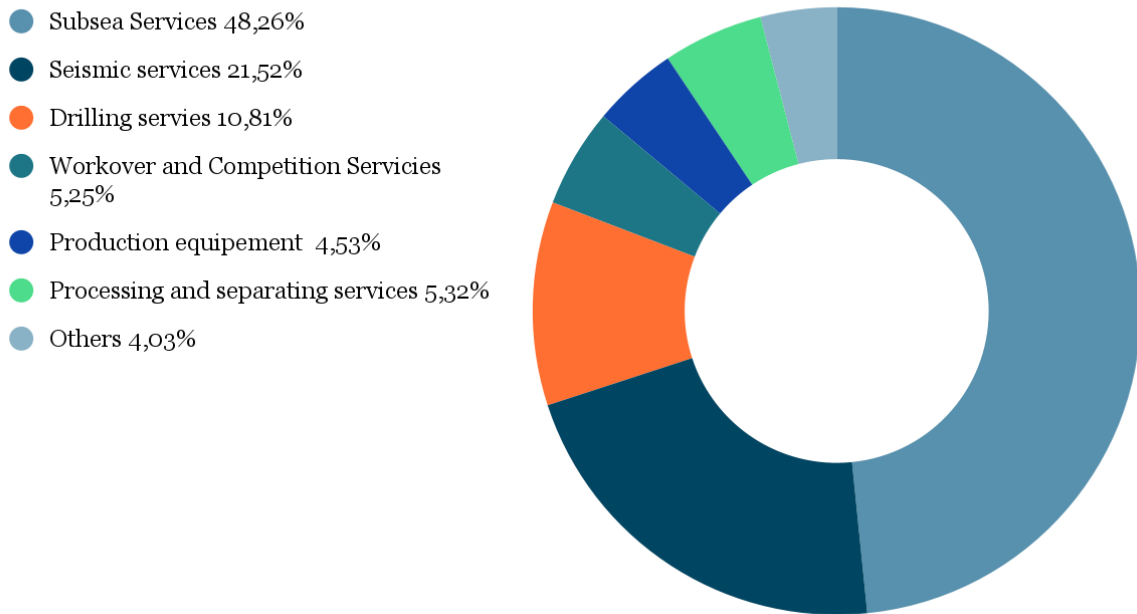


Fig. 1.3. Marché globale des services pétrolier – source : expertmarketresearch.com

Le marché mondial des services pétroliers a été évalué à 258,6 milliards USD en 2021, et il devrait atteindre 364,7 milliards USD d'ici 2027, affichant un TCAC de 5,9 % au cours de la période de prévision.

En 2020, en raison de la pandémie de COVID-19, l'industrie pétrolière et gazière a été durement touchée, avec une diminution de la demande de pétrole brut due à une baisse de la consommation dans diverses régions du monde, ce qui a contraint plusieurs entreprises à suspendre ou à réduire leurs investissements dans des projets.

Des facteurs tels que le développement croissant de l'exploitation des réserves de gaz et les technologies, outils et équipements avancés devraient stimuler le marché des services pétroliers. Cependant, la volatilité des prix du pétrole au cours de la période récente, en raison de l'écart entre l'offre et la demande, de la géopolitique et de plusieurs autres facteurs, a freiné la croissance de la demande pour le marché des services pétroliers.

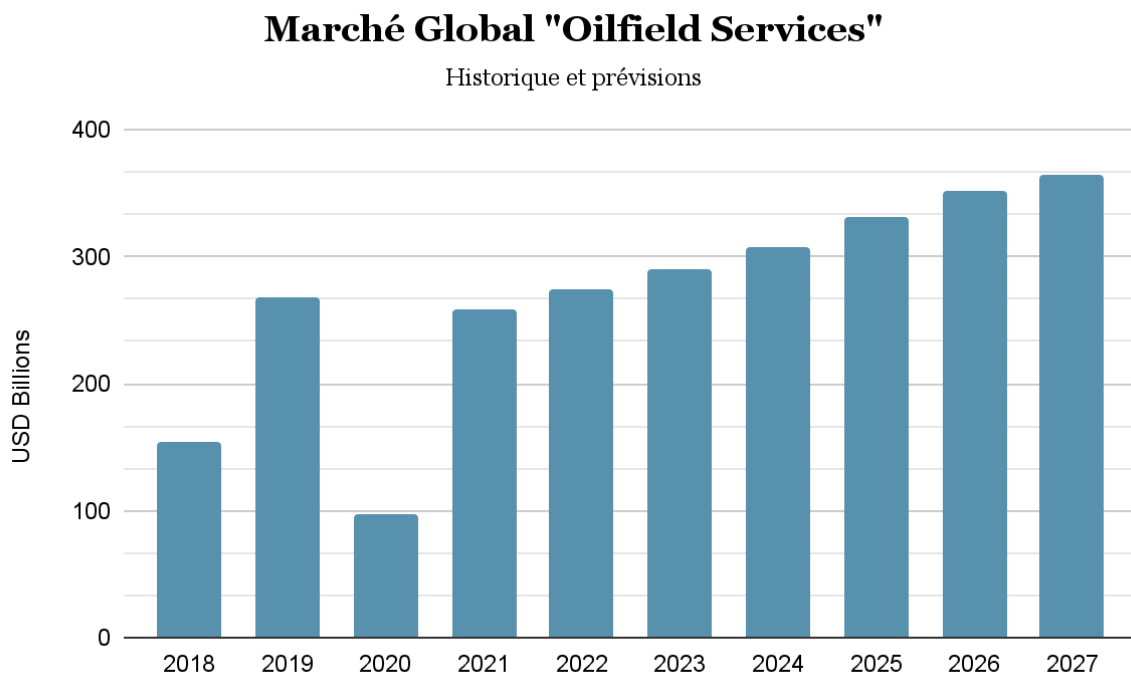


Fig. 1.4. Évolution de la taille du marché globale des services pétrolier

Les plus significatives sociétés d'exploration et de prospection de pétrole et de gaz en Algérie sont les entreprises suivantes le groupe SONATRACH, le groupe Berkine, SONATRACH ANADARKO, BONATTI SPA, KCA Deutag drilling GMBH, TOTAL E&P Algérie et BP Exploration Algérie.

Quant aux plus importantes sociétés parapétrolières : Expro, Halliburton, ENSP, filiale de SONATRACH, Weatherford, NPS, Oil Serv, NESR, Baker Hughes, et le leader mondial Schlumberger.

2. Présentation de Schlumberger

Schlumberger Limited (SLB) est une entreprise multinationale de services et équipements pétroliers. Elle fut fondée en France en 1926, sous le nom de « Société de Prospection Électrique » 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 (What does Schlumberger Mean ?, 2021).

Tab. 1.1. Carte d'identité de Schlumberger Ltd 2020

Date de création	1926
Fondateurs	Conrad Schlumberger & Marcel Schlumberger
Forme Juridique	Société anonyme avec appel public à l'épargne
Cotée à la bourse de	New York Stock Exchange et Euronext
Siège social	Houston, Texas (USA)
Direction	CEO: Olivier Le Peuch CTO Technology: Demos Pafitis EVP Core Services & Equipment: Abdellah Merad President Digital & Integration: Rajeev Sonthalia EVP Geographies: Khaled Al Mogharbel.
Secteur d'activité	Prestation de services pétroliers
Effectif	82 000 employés en 2020
Capitalisation	48 001 millions USD (février 2020)
Chiffre d'affaires	23 601 millions USD (2020)
Résultat net	10,518 millions USD (2020)

Schlumberger Limited est le 1er prestataire mondial de services pétroliers à destination des industries d'exploration et de production de pétrole et de gaz. Les services proposés par l'entreprise sont :

- Développement et construction de puits ;
- Vente d'équipements et de systèmes de production pétroliers ;
- Vente de solutions et de services d'optimisation de la performance et du rendement des réservoirs ;
- Vente de solutions et de services technologiques et géophysiques : vente de logiciels, acquisition et traitement de données sismiques, prestations conseil en caractérisation des réservoirs, vente de solutions d'information, gestion des infrastructures informatiques, etc. (La Banque Postale, 2022)

Les deux figures **Fig. 1.5. Répartition géographique du CA (avant élimination intragroupe)** par activité – source : easybourse.com et **Fig. 1.5. Répartition géographique du CA (avant élimination intragroupe)** par activité – source : easybourse.com, résumant quelques chiffres sur Schlumberger Ltd.

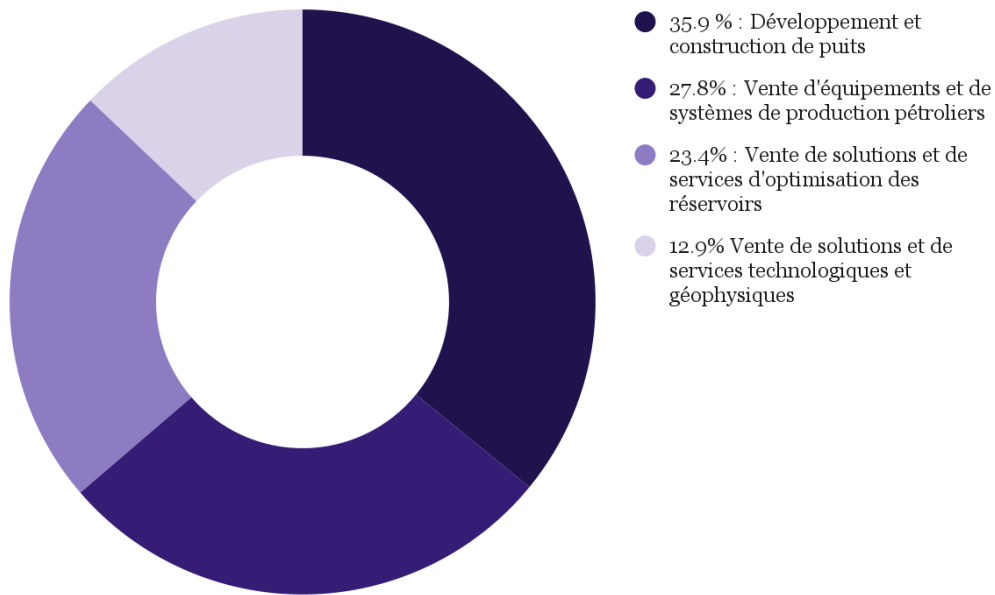


Fig. 1.5. Répartition géographique du CA (avant élimination intragroupe) par activité – source : easybourse.com

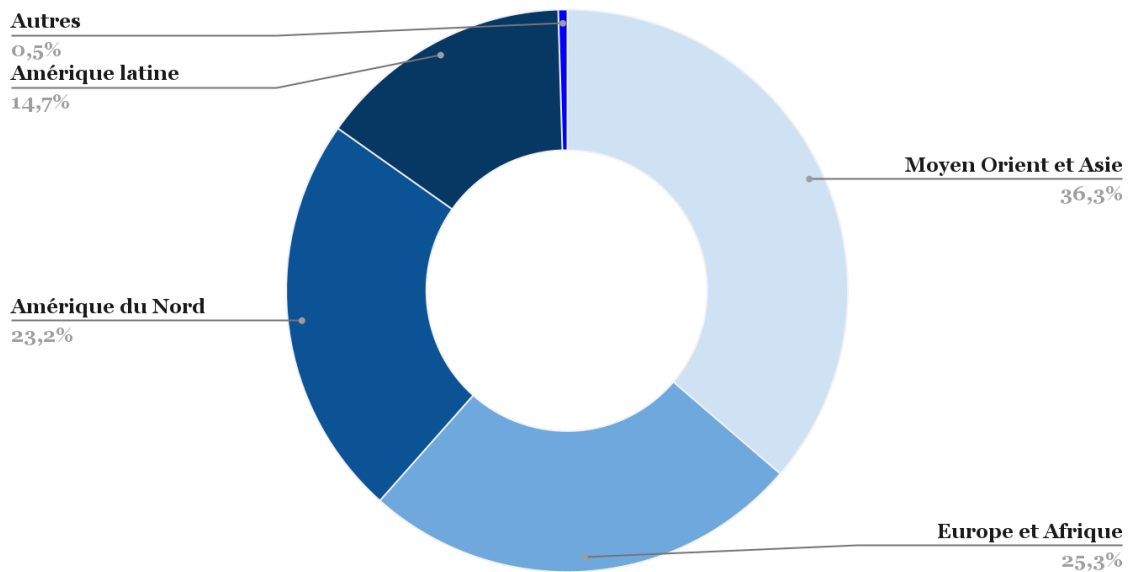


Fig. 1.6. Répartition géographique du CA par régions – source : easybourse.com

2.1. Organisation & Activités de SLB

Jusqu'à la fin de l'année 2020, Schlumberger a dirigé son activité à travers des groupes, à savoir : **Reservoir Characterization Group**, **Reservoir Drilling Group**, **Reservoir Production Group**.

Actuellement, l'entreprise évolue vers une nouvelle structure décisionnelle fondée sur les divisions (4) : **Digital & Integration, Reservoir Performance, Production Systems, Well Construction** ; Ces dernières regroupent plusieurs business lines et Sub business lines.

- Digital & Integration :

La division Digital & Integration (D&I) comprend les technologies numériques et l'intégration des données, la technologie et les processus pour améliorer les performances des actifs et de l'entreprise. Elle a un potentiel de croissance élevé grâce à la transformation numérique en cours. Cela prend en charge l'adoption rapide du cloud computing et la croissance de l'informatique de pointe et de l'automatisation dans le secteur de l'énergie. Elle regroupe les Business Lines suivantes :

- Digital Subsurface Solutions : Géosciences et ingénierie des réservoirs ;
- Exploration Data : Sismique multi clients et traitement associé ;
- Digital Operations Solutions : Automatisation du forage et de la production ;
- Integrated Well Construction : Gestion intégrée des projets de construction de puits ;
- Integrated Reservoir Performance: Production, recovery, and asset performance management.

- Production Systems

La division Production Systems (PS) stimule l'innovation technologique et l'intégration totale du système, de l'interface réservoir-puits à mi-chemin. En prévision des besoins de l'industrie, des progrès technologiques significatifs dans les achevements, l'ascenseur artificiel, l'équipement de surface, le traitement et le sous-marin ont été réalisés. Les Business Lines suivantes font partie de cette division :

- Well Production Systems : Systèmes de complétion et de levage artificiel en fond de puits ;
- Surface Production Systems : têtes de puits services de fracturation et pompes de production en surface ;
- Subsea Production Systems : Systèmes de production et de traitement sous-marins ;
- Midstream Production Systems : Vannes, systèmes de traitement, chimie de production et équipements ;

- 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. Alors que les clients s'efforcent d'améliorer les rendements des actifs, cette division bénéficiera d'une échelle, d'une exposition au marché et d'une approche holistique de la construction de puits. Elle abrite les Business Lines ci-dessous :

- Well Construction Measurement : Drilling data acquisition ;
- Well Construction Drilling : Directional drilling and bits ;
- Well Construction Fluids : Drilling fluids and well cementing ;
- Well Construction Equipment : Drilling rigs and equipment, pressure control equipment.

- Reservoir Performance

La division Reservoir Performance (RP)- comprend des technologies et des services centrés sur les réservoirs qui sont essentiels à l'optimisation de la productivité et de la performance des réservoirs. Elle capitalise sur la croissance des initiatives d'exploration de proximité, de réaménagement des friches industrielles et d'amélioration de la récupération dans les puits étroits ou matures. Elle est constituée des Business Lines suivantes :

- Reservoir Performance Evaluation : Wireline, downhole testing services and fluids & rock sampling& analysis ;
- Reservoir Performance Intervention : Coiled tubing, surface testing, slickline, perforating and wireline intervention ;
- Reservoir Performance Simulation : Sand management and simulation.

En plus des 4 divisions Schlumberger est divisé en 5 bassins géographiques qui partagent des modèles d'activité et des besoins technologiques similaires, et un total combiné de 30 GeoUnits (**Fig. 1.7.**) qui sont composé d'un pays ou d'un groupe de pays, cette décomposition est un moyen d'améliorer la réactivité et l'agilité de l'entreprise et est un catalyseur de l'opérationnalisation de la stratégie (Le Peuch, 2020).

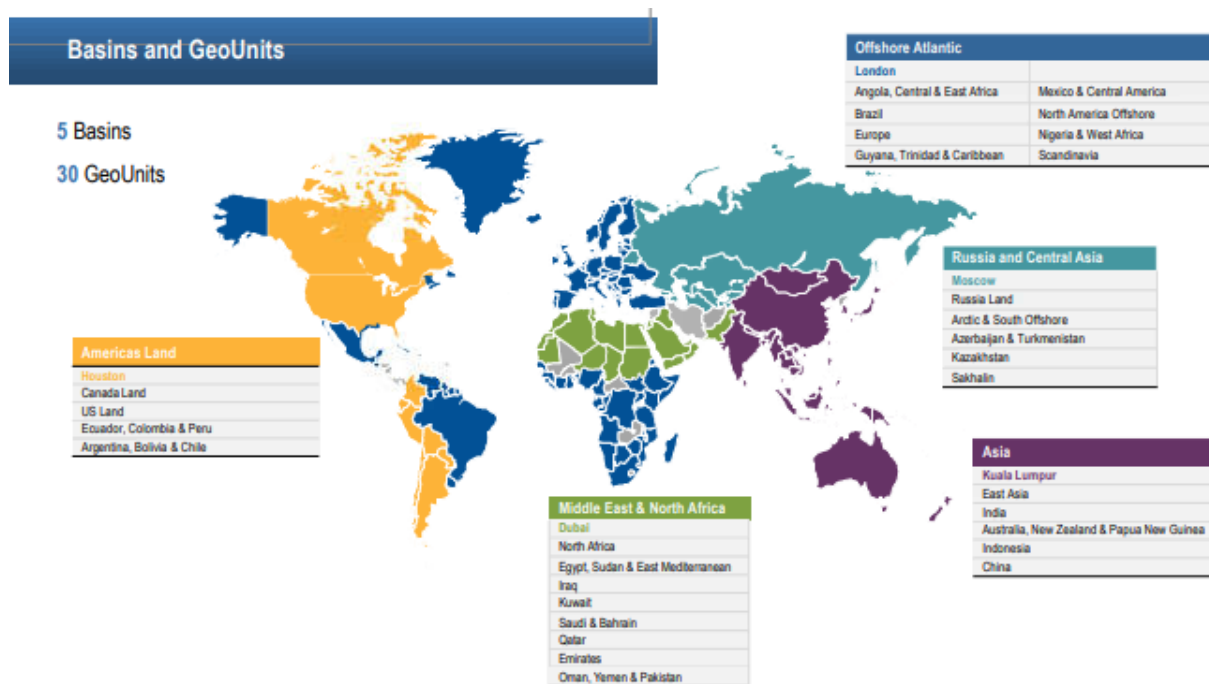


Fig. 1.7. Représentation des bassins et GeoUnits – source : document interne SLB

2.2. Historique de SLB

La société Schlumberger est née d'une idée : si un champ électrique pouvait être généré dans le sous-sol, les mesures de tension à la surface pourraient être cartographiées pour révéler la structure du sous-sol. Après deux ans de travaux en laboratoire et d'essais sur le terrain, la toute première carte de courbe équipotentielle a été enregistrée en 1912 à l'aide d'un équipement très élémentaire. Ce résultat a confirmé la méthode en révélant des caractéristiques du sous-sol telles que les limites du sol et la direction des pentages des couches de formation. Il s'agissait d'un élément primordial car la technique fournissait des informations supplémentaires qui pouvaient

être utiles pour localiser les structures souterraines qui forment des pièges pour les minéraux tels que le pétrole et le gaz.

Il a fallu attendre deux décennies et une guerre mondiale pour que ces graines d'exploitation forestière germent, cultivant une approche entièrement nouvelle de l'identification des formations géologiques compatibles avec les structures pétrolières et gazières, lançant ainsi un héritage de près d'un siècle d'innovation et de précision. (SLB Ltd., 2022).



Fig. 1.8. Historique de SLB Ltd.

La riche histoire de Schlumberger (Fig. 1.8.) montre l'intérêt qu'a toujours eu l'entreprise à être à la pointe de la technologie et présenter les meilleurs services qui se font.

3. Présentation SLB NAF

Schlumberger Ltd. A pénétré le marché nord-africain en créant différentes entités adaptées aux conditions et aux contraintes réglementaires et fiscales de chaque pays (Succursale, JV, etc). Ce groupe d'entités réparties sur les 5 pays représentent le GeoUnit NAF (**Fig. 1.9.**).



Fig. 1.9. Carte de la GeoUnit Naf

La région est une véritable source de revenus pour l'entreprise compte tenu des multiples sites pétroliers et gaziers qui s'y trouvent, principalement dans le Sahara algérien et le désert libyen. Elle dispose de clients de référence dans chacun des pays de la GeoUnit, tels que SONATRACH, National Oil Corporation (NOC), Société de recherches et d'exploration des pétroles en Tunisie (SEREPT), British Petroleum (BP), TOTAL, etc.

3.1. Schlumberger Algérie

Schlumberger est arrivé sur le marché algérien en 1955 et a été actif sous deux entités juridiques "Service pétrolier Schlumberger (SPS)" et "Compagnie d'opérations Pétrolières Schlumberger (COPS)".

L'Algérie est rattachée à la GeoUnit NAF, pour laquelle elle représente un marché majeur, apportant plus de 60% du chiffre d'affaires total.

Le siège social de Schlumberger Algérie est localisé à Alger, au parc d'affaires Amara de Cheraga, sur la route d'Ouled-Fayet. Quant à ses bases opérationnelles, elles sont implantées dans trois zones d'activités du sud du pays, et ceci pour les raisons suivantes.

- La première étant de rendre les distances entre la base opérationnelle et le puits sur lequel elle va opérer ;

- Le deuxième est de pouvoir répondre à des appels d'offres qui, par le passé, exigeaient une présence dans les 4 zones d'activité suivantes : Hassi Messaoud, Hassi Berkine, In Amenas et In Saleh.

Les bases opérationnelles se divisent en quatre aires

- Les ateliers : Là où les équipements sont préparés avant d'être emmenés sur le site ;
- L'espace de travail : Composé de plusieurs bureaux ;
- Le stockage : Composé d'entrepôts et de cours pour le stockage de tous les matériaux, produits et équipements.
- Logement : Où se trouve la zone d'habitation, elle contient plusieurs pièces pour les employés, un réfectoire et une salle de sport avec des terrains de football et de basket.

La gestion de ces installations relève de la responsabilité du sous-département Facility Management du département HSE.

3.2. Organisation Planning & Supply Chain de SLB NAF

Au sein de Schlumberger la fonction Supply Chain est fusionnée avec la fonction Planning, afin d'intégrer la demande pour fournir un flux de valeur et réduire le coût des produits et de la prestation de services (Fig. 1.10.).

L'organisation de la fonction est conçue pour placer le client au centre de l'intérêt commercial afin de réaliser l'ambition de l'entreprise de devenir son partenaire de choix en matière de performance.

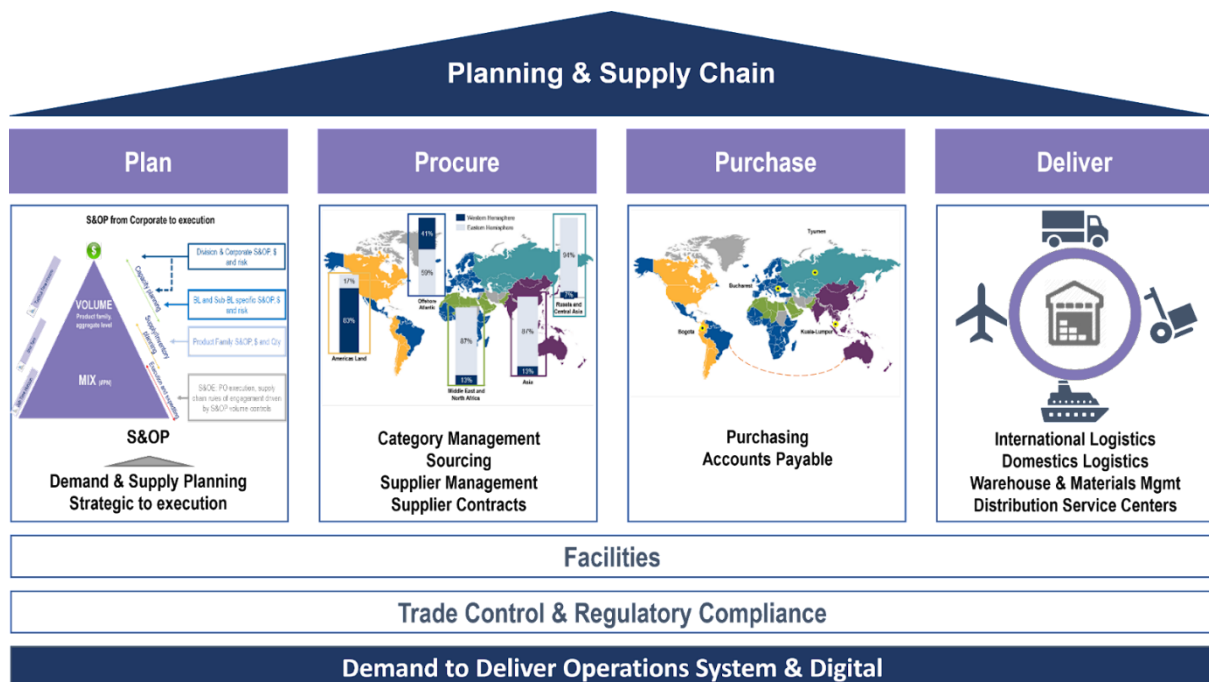


Fig. 1.10. P&SC Process – source : document interne SLB

Les rôles de la fonction P&SC sont de :

- Anticiper et planifier la demande : maintenir la capacité de s'adapter rapidement à la variabilité de la demande des clients catalyseur de la décision d'approvisionnement stratégique.
- Acquérir et exploiter au plus bas coût total : maintenir la qualité, l'agilité, l'expertise et la perspicacité.
- Fournir des biens et des services de manière efficace et efficiente : expérience utilisateur simple, performances fiables, visibilité précise, point de responsabilité unique.

L'organisation de P&SC est présentée dans la **Fig. 1.11.**, quant à la **Fig. 1.12.** elle représente l'organisation de la même fonction en GeoUnit.

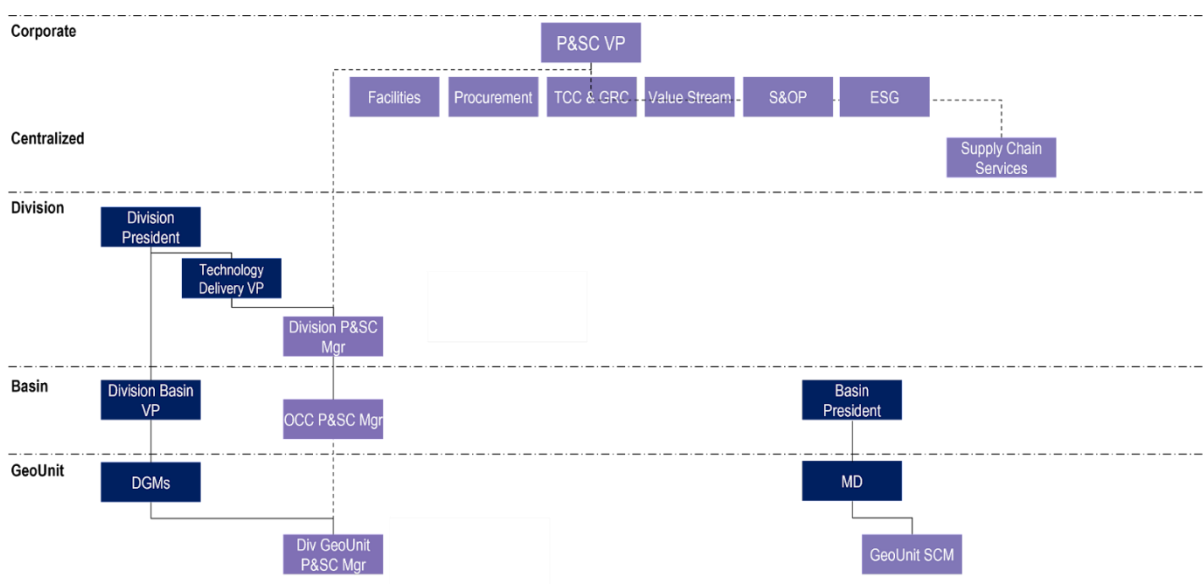


Fig. 1.11. Organisation de P&SC SLB Limited – source : document interne SLB

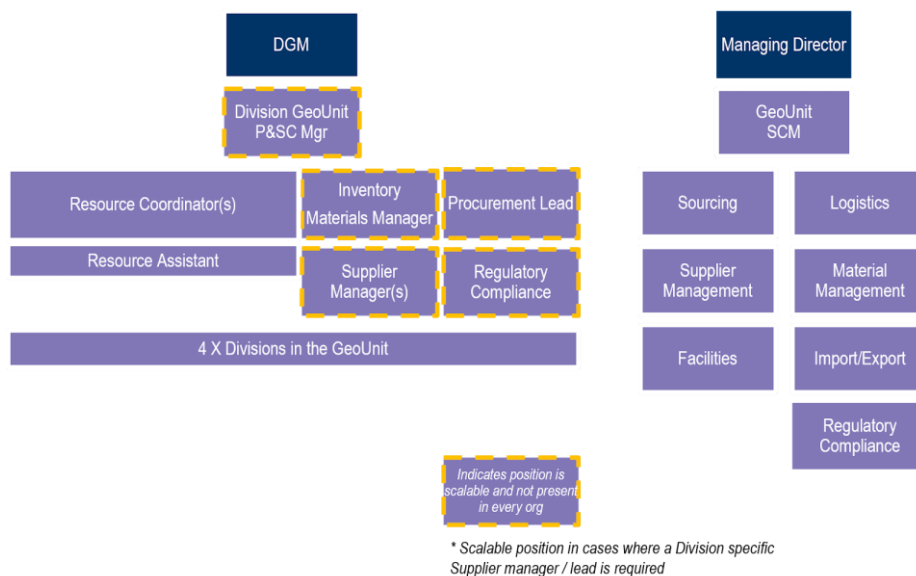


Fig. 1.12. Organisation P&SC | GeoUnit – source : document interne SLB

En termes de Supply Chain, SLB Ltd se charge des activités d'approvisionnement (indirect et direct), et des achats (directs et indirects) de la GeoUnit. Elle assure également la coordination de tous les flux physiques, financiers et d'information. Elle englobe toutes les activités en amont et en aval de la prestation de services, du réapprovisionnement, du transport des matières premières et des équipements nécessaires à la bonne exécution des services aux clients.

Elle assure également la logistique nationale et d'importation/exportation, ainsi que la coordination des entrepôts et des installations.

La Supply Chain a pour objectif de couvrir les besoins des Business Lines en produits et services tout en réduisant au maximum les coûts à travers les processus clé suivants :

Source to contract : Processus de la stratégie d'approvisionnement par le biais de plans d'approvisionnement, d'activités d'approvisionnement, de la gestion des fournisseurs et de négociation et exécution de contrats.

- Gérer la stratégie des catégories ;
- Gérer le plan de sourcing et de base d'approvisionnement ;
- Gérer le projet de sourcing ;
- Gérer les fournisseurs ;
- Gérer les contrats des fournisseurs ;

Procure to pay : Processus permettant d'exécuter les exigences en matière d'achat grâce à une gestion efficace des bons de commande, à la collaboration avec les fournisseurs et aux processus des comptes fournisseurs.

- Gérer les demandes d'achat ;
- Gérer les bons de commande ;
- Gérer les comptes fournisseurs ;

Warehouse management : Processus de gestion des opérations de l'entrepôt, de la réception des marchandises au prélèvement et à l'emballage des pièces pour un travail ou un transfert.

- Gérer le traitement des entrées ;
- Gérer les opérations de l'entrepôt ;
- Gérer le transfert de matériel ;
- Gérer le traitement des sorties ;
- Suivre les stocks ;

Logistic management : Processus de planification et d'exécution du transport de marchandises entre deux lieux.

- Planification et soumission du fret ;
- Exécution du fret ;
- Coût et règlement du fret ;
- Gestion des données de base du fret ; (SLB Ltd., 2021)

Parmi les principales sous fonctions de la Supply Chain NAF, on cite :

- **Supplier Management** : Il gère la relation entre SLB et les 3PL au nom de l'ensemble de l'entreprise. Ils se concentrent sur la performance, les risques et les coûts des fournisseurs afin de garantir que l'entreprise tire le maximum de valeur de cette relation.
- **Procurement** : Responsable des initiatives d'approvisionnement dans la GeoUnit qui sont liées à la Division, y compris les exigences en matière d'approvisionnement et la gestion de l'optimisation des coûts de P&L lines.
- **Logistique domestique** : pour l'optimisation du transport national et plus particulièrement le transfert des équipements et produits des bases SLB aux chantiers où se déroulent ses opérations.
- **Import/ Export** : S'occupe de la gestion et le suivi des opérations d'importation et d'exportation d'équipements et produits nécessaires à l'activité y compris les procédures de dédouanement.
- **Sourcing** : LA sous-fonction s'assure que les activités d'approvisionnement dans l'ensemble de l'entreprise ont un impact financier maximal en diminuant les risques et augmentant les performances de la base d'approvisionnement. Elle garantit aussi l'efficacité et l'alignement avec les objectifs globaux de l'entreprise et les pratiques de pointe du secteur.
- **Material Management** : Responsable des activités de gestion des équipements de la GeoUnit y compris la gestion des flux, la gestion des entrepôts, l'exactitude des stocks et l'élimination des pertes.

Les différents flux circulants au sein de la SC sont représentés sur la Metro Map de la **Fig. 1.13.** ci-dessous.

3.3. Le système d'information

Depuis Avril 2022 Schlumberger Algérie adopte le Système d'information unifié SAP pour l'ensemble de ses services, ce choix est motivé par un besoin d'évolution technologique et d'agilité dans l'exécution des différentes tâches propres à chaque processus.

SAP est un ERP composé d'une série de progiciel (appelé module) qui sont regroupés et liés entre eux dans un système d'information centralisé sur la base d'une configuration client/serveur.

Chaque fonction de l'entreprise se voit attribuer son propre module, comme on peut avoir un module partagé entre plusieurs fonctions.

Parmi les Modules SAP utilisé pour la gestion des processus de la SC nous avons :

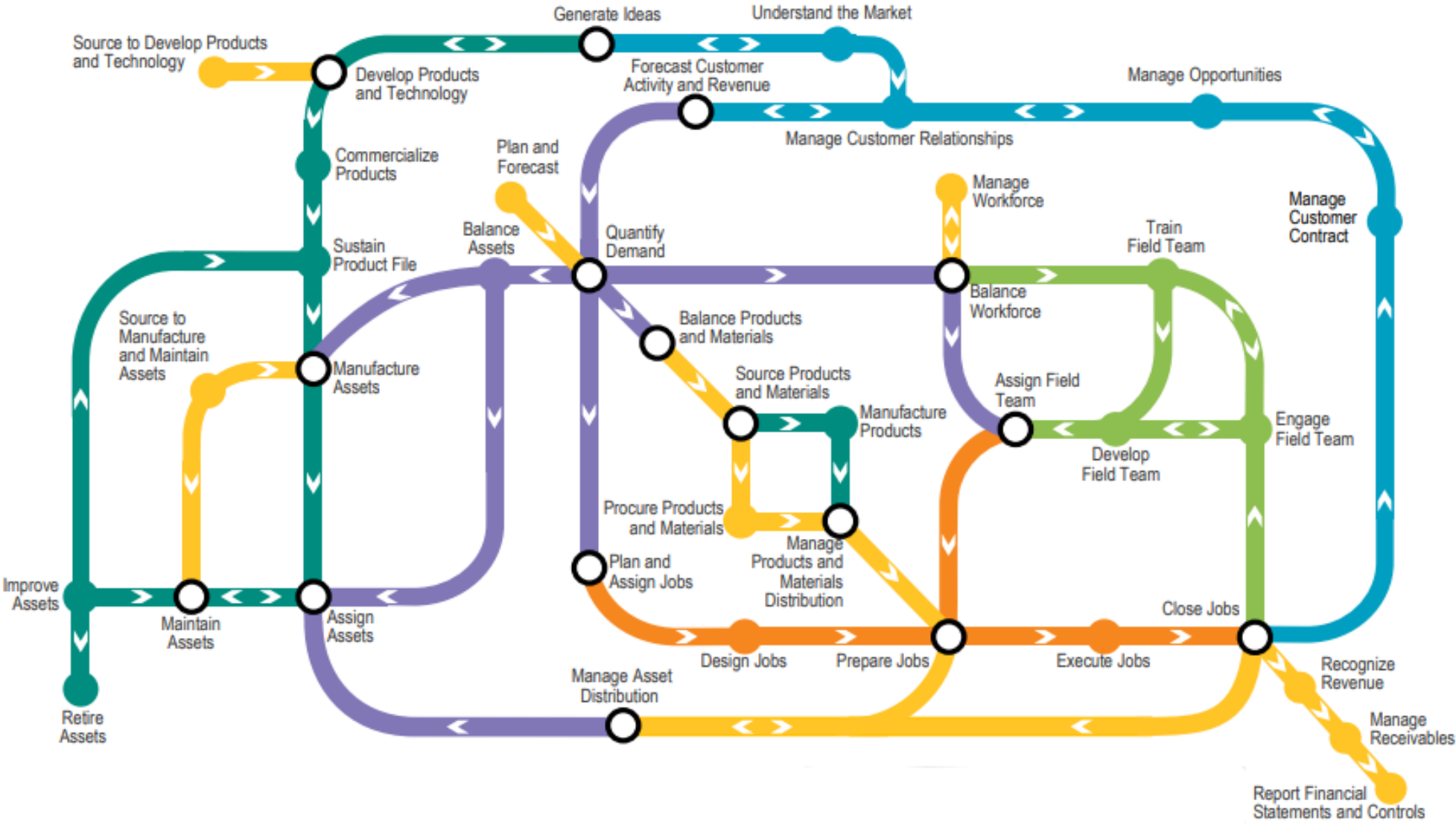


Fig. 1.13. Metro Map des Processus – source : document interne SLB

SAP SRM : visant à gérer la relation avec les fournisseurs en exposant en détail le processus de sourcing et d'approvisionnement de SLB en interne via des passerelles web interreliées avec SAP, sur lesquelles les utilisateurs auront la possibilité de gérer le cycle de vie des paniers, les catalogues de produits, le flux de validation et la relation utilisateur/fournisseur

ARIBA : permet de digitaliser complètement le processus Source-to-contract, Les solutions SAP Ariba simplifient les processus d'approvisionnement et de chaîne logistique, permettant aux partenaires commerciaux de collaborer facilement pour prendre des décisions plus rapides et plus éclairées.

SAP ASL : Le rôle principale de ASL est de répertorier les fournisseurs, il permet également de faire le suivi et l'évaluation de ces dernières de manière.

SAP PP : est un module qui aide les entreprises à planifier les ventes et la distribution. Il joue un rôle clé dans la chaîne d'approvisionnement et s'intègre à d'autres modules, notamment la gestion des matières (MM), les ventes et la distribution (SD), la maintenance (PM), la gestion de la qualité (QM), les finances (FI), le contrôle de gestion (CO) et les ressources humaines (HR).

SAP OTM : est un outil destiné aux prestataires de services logistiques qui offre des capacités de planification et d'exécution du transport et intègre la planification et l'exécution du transport, le paiement du fret et l'automatisation des processus commerciaux dans une seule application pour tous les modes de transport.

SAP VIM : est une solution complète qui automatise le flux des factures d'achat. Elle est utilisée par les grandes entreprises et par les centres de services partagés des groupes de sociétés où le nombre de documents financiers traités atteint plusieurs dizaines de milliers par mois.

4. Diagnostic de l'entreprise

SLB Ltd., comme toutes les multinationales, est implantée dans différentes parties du monde, ce qui signifie qu'elle doit s'adapter à des environnements différents.

De ce fait, avant de lancer tout nouveau projet, l'entreprise doit analyser l'environnement dans lequel elle évolue et les facteurs externes qui pourraient lui être préjudiciables ou, au contraire, qui représentent des opportunités de croissance potentielle.

C'est pourquoi nous allons procéder à une double analyse, externe et interne à l'entreprise, qui nous permettra de mieux définir notre problématique et d'identifier des pistes de recherche.

4.1. Analyse PESTEL

Cette analyse nous permettra de lister de manière qualitative les avantages qu'aura notre projet et sa sensibilité par rapport aux contraintes externes, en **Annexe A : Outils de diagnostic d'entreprise**. est présenter une définition détaillée de l'outil et la raison du choix de celui-ci.

L'analyse PESTEL (**Fig. 1.14.**) fournit de plus amples détails sur les enjeux opérationnels que Schlumberger Ltd. devra affronter dans un environnement macroéconomique prédominant autre que les forces concurrentielles. Par exemple, une industrie peut être très profitable avec une forte croissance, mais elle ne sera pas bonne pour Schlumberger Limited si elle est située dans un environnement politique imprévisible (Fern Fort University).

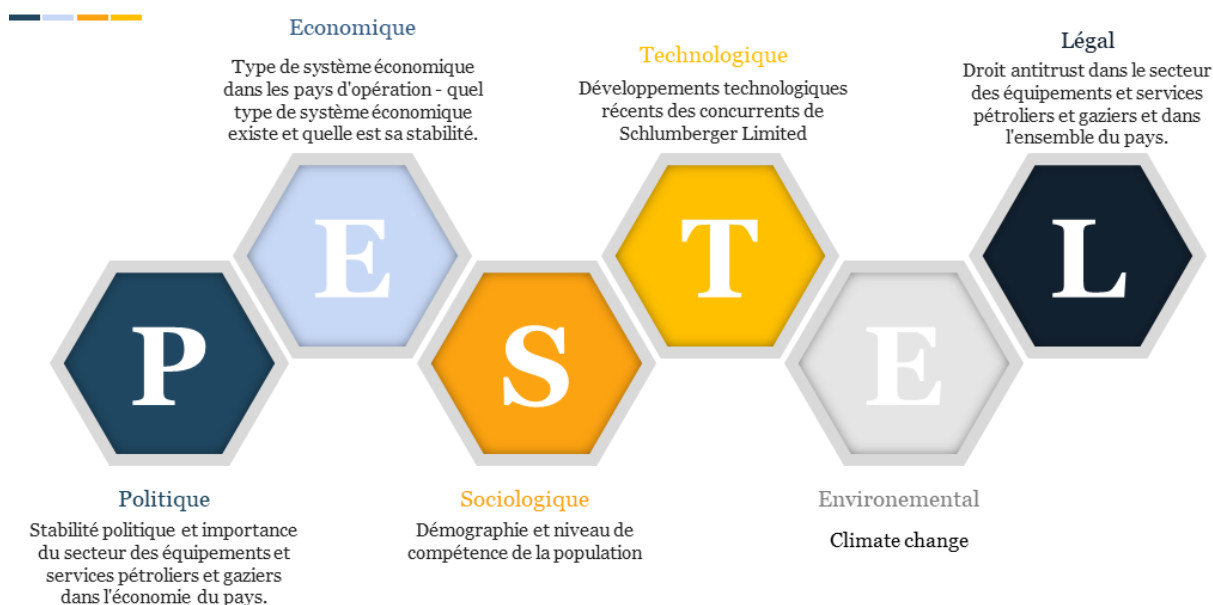


Fig. 1.14. Diagramme de l'Analyse PESTEL

4.1.1. Facteurs politiques ayant un impact sur Schlumberger Limited

Les politiques influencent de manière significative les facteurs qui peuvent avoir un impact sur la rentabilité à long terme de Schlumberger Limited dans un certain pays ou marché. Schlumberger Limited exerce ses activités dans le secteur des équipements et services pétroliers et gaziers dans plus d'une douzaine de pays et est donc exposée à différents types d'environnement politique et de risques politiques. Le succès dans une industrie aussi dynamique que celle des équipements et services pétroliers et gaziers dans plusieurs pays est de diversifier les risques systématiques de l'environnement politique. Schlumberger Limited doit analyser de près les facteurs suivants avant de se lancer dans le projet de digitalisation de sa SC:

- Stabilité politique et importance du secteur des équipements et services pétroliers et gaziers dans l'économie de l'Algérie.
- Cadre juridique pour l'exécution des contrats.
- Protection de la propriété intellectuelle.
- Risque sécuritaire.
- Niveau de corruption.
- Bureaucratie et interférence du gouvernement dans le secteur des équipements et services pétroliers et gaziers.
- Partenaires commerciaux privilégiés

- Lois antitrust relatives aux équipements et services pétroliers et gaziers.
- Réglementation des prix.
- Fiscalité - taux d'imposition et incitations fiscales
- Législation salariale - salaire minimum et heures supplémentaires
- Réglementation de la sécurité industrielle.

4.1.2. Facteurs économiques ayant un impact sur Schlumberger Limited

Les facteurs macroéconomiques tels que le taux d'inflation, le taux d'épargne, le taux d'intérêt, le taux de change et le cycle économique influencent la demande globale et l'investissement global dans une économie. Les facteurs de l'environnement micro tels que les normes de concurrence ont un impact sur l'avantage concurrentiel de l'entreprise. Les facteurs économiques que Schlumberger Limited doit prendre en compte dans son analyse PESTEL sont les suivants

- Type de système économique dans les pays et sa stabilité.
- Taux de change et stabilité de la monnaie du pays.
- Niveau de compétence de la main-d'œuvre dans le secteur des équipements et services pétroliers et gaziers.
- Niveau d'éducation dans l'économie
- Coût et productivité du travail dans l'économie
- Stade du cycle économique (par exemple, prospérité, récession, reprise)
- Taux de croissance économique
- Revenu discrétionnaire
- Taux de chômage
- Taux d'inflation
- Taux d'intérêt

4.1.3. Facteurs sociaux ayant un impact sur Schlumberger Limited

La culture et la manière de faire de la société ont un réel impact sur la culture d'une organisation dans un environnement donné. Les facteurs sociaux que les dirigeants de Schlumberger Limited doivent analyser dans le cadre de l'analyse PESTEL sont les suivants

- La démographie et le niveau de compétence de la population
- Structure de classe, hiérarchie et structure du pouvoir dans la société.
- Le niveau d'éducation ainsi que le niveau d'éducation dans l'industrie de Schlumberger Limited.
- La culture (rôles des sexes, conventions sociales, religion, etc.)
- Esprit d'entreprise et nature plus large de la société. Certaines sociétés encouragent l'esprit d'entreprise, d'autres non.
- Attitudes (santé, conscience environnementale, etc.)

4.1.4. Facteurs technologiques ayant un impact sur Schlumberger Limited

Les nouvelles technologies bouleversent rapidement de nombreux secteurs d'activité. Les transports sont un bon exemple pour illustrer ce point. Au cours des cinq dernières années, le secteur s'est transformé très rapidement, sans même laisser de chance aux acteurs établis de faire face à ces changements.

Toute entreprise doit procéder à une analyse technologique avant de lancer de nouveaux projets. Pour analyser la technologie, il faut comprendre les impacts suivants :

- Les développements technologiques récents des concurrents de Schlumberger Limited
- Le niveau d'accès à la technologie.
- Impact sur la structure des coûts dans l'industrie des équipements et services pétroliers et gaziers
- Impact sur la structure de la chaîne de valeur dans le secteur des matériaux de base
- Taux de diffusion de la technologie

4.1.5. Facteurs environnementaux ayant un impact sur Schlumberger Limited

Les différents marchés ont des normes ou des standards environnementaux distincts qui peuvent avoir un impact sur la rentabilité d'une organisation sur ces marchés.

L'entreprise doit évaluer soigneusement les normes environnementales requises. Certains des facteurs environnementaux qu'une entreprise doit prendre en compte au préalable sont les suivants

- Réglementation de la pollution de l'air et de l'eau dans le secteur des équipements et services pétroliers et gaziers
- Gestion des déchets dans le secteur des matériaux de base
- Attitudes envers les produits "verts" ou écologiques
- Attitudes et soutien à l'égard des énergies renouvelables

4.1.6. Facteurs légaux ayant un impact sur Schlumberger Limited

Le cadre juridique et les institutions ne sont pas toujours assez solides pour protéger les droits de propriété intellectuelle d'une organisation. Toute entreprise doit évaluer soigneusement cela, pour garder son avantage concurrentiel global. Voici quelques-uns des facteurs juridiques que les dirigeants de Schlumberger Limited doivent prendre en compte lorsqu'ils se lancent dans un nouveau projet.

- La loi antitrust dans le secteur des équipements et services pétroliers et gaziers et dans l'ensemble du pays.
- Loi sur la discrimination
- Droit d'auteur, brevets / droit de la propriété intellectuelle
- Protection des consommateurs et commerce électronique
- Protection des données. (Fern Fort University)

Pour notre étude, et à l'issue de recherches approfondies, nous avons listé tous les facteurs environnementaux pouvant impacter et guider la transformation digitale de la supply chain de Schlumberger en Algérie.

Une échelle d'importance de 1 à 5 (1 : très faible impacte - 5 : très fort impact) a été utilisée, et seuls les facteurs ayant un score > 2 furent retenus.

Les facteurs et leurs impacte sont résumés dans le Tab. 1.2.

4.1.1. Analyse des résultats de la matrice

A partir de la matrice qui regroupe les différents facteurs de l'analyse, nous pouvons conclure que la mise en œuvre d'un nouveau projet au sein de SLB Algérie rencontrera un certain nombre d'obstacles d'intensité moyenne qui sont de nature économique, environnementale et juridique.

En revanche, la politique algérienne laisse entrevoir une opportunité importante pour le développement de ce projet au sein de l'entreprise, soutenue par des facteurs technologiques et sociaux.

Les opportunités doivent être soigneusement exploitées lors de l'élaboration de la solution, et les menaces doivent être prises en compte ou évitées.

4.2. Cartographie des processus de la supply chain

La cartographie est un outil d'analyse visuelle de l'état de la SC de l'entreprise. Les flux et les processus de la SC sont analysés et décrits tels qu'ils sont : les dysfonctionnements, les faiblesses ou les points à améliorer sont mis en évidence.

En *Annexe I* sont définis l'approche processus, la cartographie des processus ainsi que le langage BPMN utilisé pour le dernier niveau de cartographie.

Les cartes stratégiques peuvent être utilisées pour repenser le système d'information (SI) de l'entreprise. À travers l'analyse des différents éléments retranscrits sur la cartographie, l'entreprise est plus consciente de ses besoins, et peut alors choisir des outils d'analyse et de gestion mieux adaptés.

Quatre niveaux de cartographie ont été réalisés pour détailler l'analyse.

Tab. 1.2. Analyse PESTEL SLB Algérie

Facteurs	Description	Note impact	Type
Politique	<p>L'économie algérienne est fortement dépendante des revenus des hydrocarbures. Le secteur est l'épine dorsale de l'économie algérienne, représentant environ 60% des recettes budgétaires, près de 30% du PIB et plus de 97% des recettes d'exportation. L'Algérie est le 18e producteur de pétrole au monde et le troisième en Afrique. L'Algérie est aussi le 10e producteur mondial de gaz et un fournisseur clé pour l'Europe. (GC, 2022)</p> <p>À cela s'ajoute le projet de l'OPEP d'augmenter la production de pétrole</p> <p>Le pays tente d'attirer les investissements étrangers dans son secteur énergétique</p>	5	Sources d'Opportunités
Economique	<p>Un PIB relativement stable mais nettement en baisse cette année -5,5%. (Data Commons, 2021)</p> <p>Un taux de change très fluctuant, la monnaie algérienne a tendance à perdre de la valeur avec le temps (Bank of Algeria, 2022)</p> <p>Par ailleurs, les prévisions concernant la demande mondiale de pétrole en 2021, elle a été encore révisée à la baisse de 0,35 million de baril/jour (mb/j) à cause des incertitudes autour de l'impact de la Covid-19.</p> <p>L'intégration de l'Algérie dans la zone de libre-échange euro-méditerranéenne accroît la vulnérabilité de son économie à long terme.</p> <p>L'inflation globale en Algérie s'est accélérée de près de 6% en une année pour atteindre un niveau alarmant de plus de 9,2% au mois d'octobre 2021.</p>	4	Sources de Menaces
Sociaux	<p>La population active algérienne totale s'élève à 12,4 millions de personnes, dont 63% sont employées par le secteur privé.</p> <p>Au cours des 10 dernières années, on constate une augmentation du nombre d'étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur, notamment dans les filières scientifiques, ce qui nous permet de penser qu'il y a eu une évolution dans la maîtrise des outils technologiques par les étudiants et futurs employés algériens</p> <p>Mise en place de divers moyens pour faciliter l'esprit d'entrepreneuriat et la création d'entreprise tels que des incubateurs divers et nombreux et un ministère pour les start-ups.</p>	3	Sources d'Opportunités
Technologiques	<p>Les nouvelles technologies numériques permettent aux e-commerçants d'internationaliser leur offre, leur relation client et leur communication plus facilement que par le passé. Cette transformation se matérialise par des interfaces multilingues qui permettent de déployer et de gérer davantage de produits et de services.</p> <p>D'autres grandes entreprises de services pétroliers ont déjà entamé leur transformation numérique</p> <p>L'Algérie accorde une grande importance à la digitalisation des différents secteurs à travers le développement des infrastructures afin de booster l'économie nationale</p>	4	Sources d'Opportunités
Environnementaux	<p>L'Algérie s'est dotée d'un Code de l'environnement dès 1983⁶⁴. Sur la base de ce code, tout un corpus de règles, principes et procédures relatifs à la protection de l'environnement et à la conservation des ressources naturelles a été développée et adoptée. En plus, l'Algérie a ratifié ou adhéré à de nombreuses conventions et accords internationaux relatifs aux questions de prévention des pollutions par les hydrocarbures et de responsabilité des faits de telles pollutions⁶⁵</p> <p>Les activités numériques consomment une quantité croissante de ressources énergétiques. Le digital est à l'origine de 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Et ce taux devrait être multiplié par deux d'ici 2025.</p>	4	Sources de Menaces
Légaux	<p>Le secteur du pétrole et du gaz est régi par une série de lois et de normes claires et précises en matière de sécurité et d'environnement.</p> <p>L'augmentation de la taxe sur les produits pétroliers</p> <p>L'Algérie met un point d'honneur à protéger les inventions et les technologies rien qu'en 2022 un total de 112 demandes de brevets a été déposées au niveau de l'Institut national algérien de propriété industrielle (INAPI).</p>	3	Sources de Menaces

4.2.1. Cartographie du 1er niveau

Où sont représentés sur la figure 15, les différents OS et AC en input et la satisfaction de ces derniers en output.



Fig. 1.15. Cartographie niveau 1

Cette représentation apporte une vue d'holistique sur l'organisation et sa stratégie ainsi que les attentes de ses clients.

4.2.2. Cartographie du 2eme niveau

La cartographie de niveau 2 permet de visualiser les différents processus de l'entreprise et les regroupe en trois catégories : Processus de management, processus de support et processus opérationnelle, en représentant les flux entre ces derniers.

La **Fig. 1.16.** Expose la cartographie du deuxième niveau de Schlumberger Ltd. à travers laquelle nous pouvons mieux approcher le fonctionnement global interne de l'organisation.

Les indicateurs de performance et objectifs de performance, clés qui orchestre ces processus sont les suivants :

- Délai d'exécution total.
- Fréquence des événements - CMS / MWhr
- Dépenses des tiers / Revenus.
- Durabilité.
- Structure des coûts de la P&SC
- Inventaire DTSOH

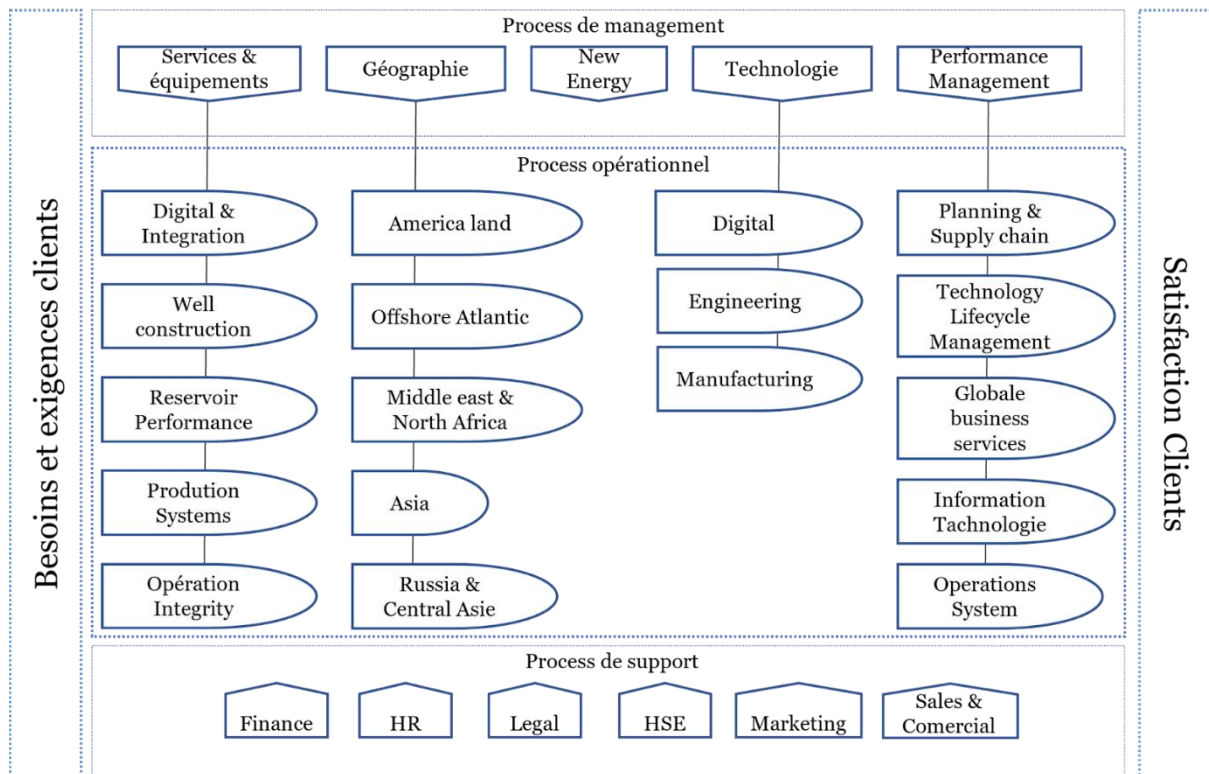


Fig. 1.16. Cartographie niveau 2

4.2.3. Cartographie du 3eme niveau

A ce niveau, notre scope se resserrer sur la SC de l'entreprise, nous représentons alors les processus clés de son fonctionnement.

La **Fig. 1.17.** représente la cartographie du niveau 3, l'étude de celle-ci nous permet d'avoir une meilleure connaissance de la SC et ses flux physiques et d'informations.

Le fait d'avoir bien cerné les différents flux des processus nous a permis de comprendre le fonctionnement et de discerner les goulots présents et potentiels.

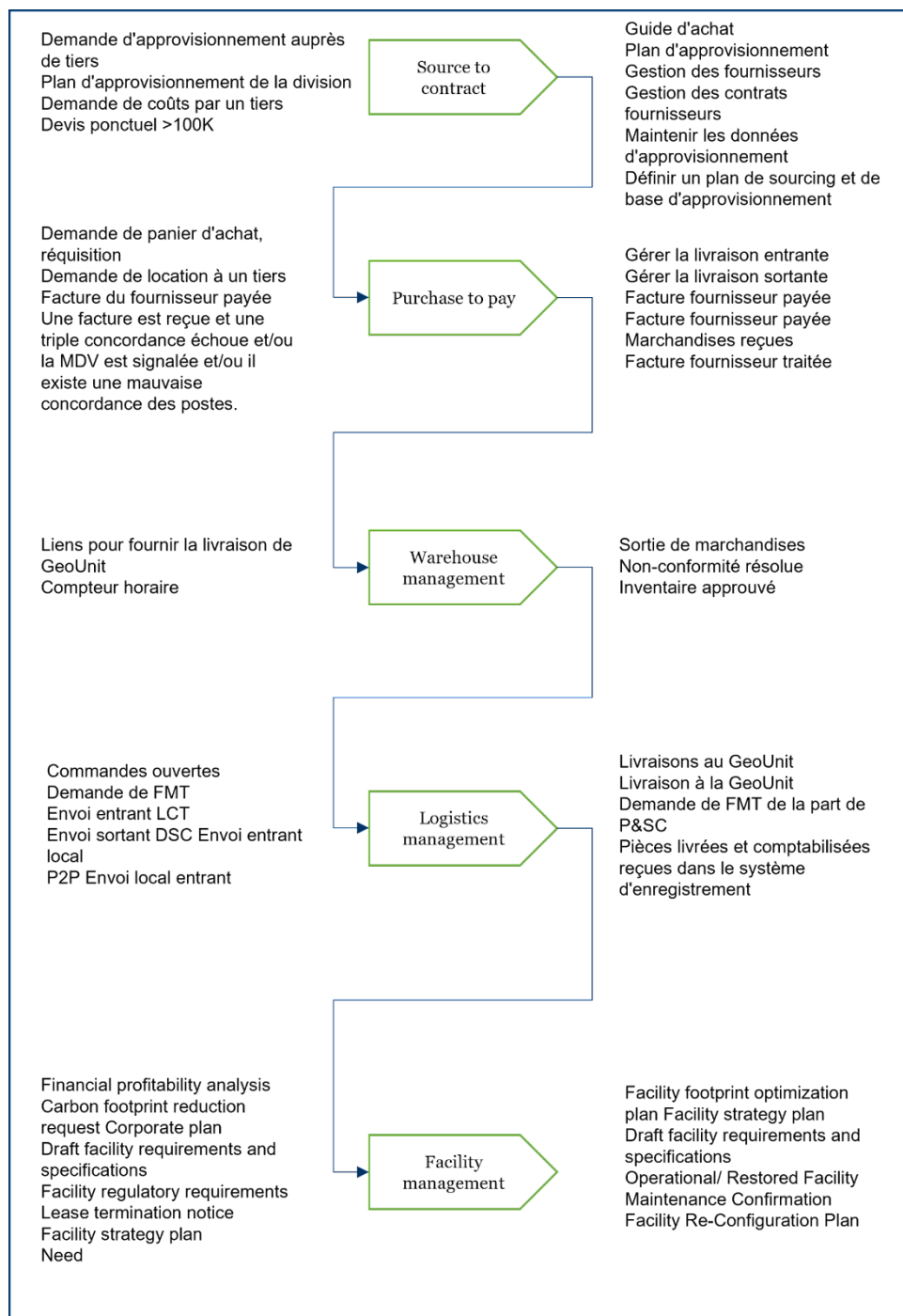


Fig. 1.17. Cartographie niveau 3

4.2.4. Cartographie du 4eme niveau

Pour le dernier niveau de cartographie nous avons opté pour le langage de modélisation standardisé BPMN.

En raison du grand nombre des sous-fonctions qui sont impliquées dans la Supply Chain de SLB Naf notre champ d'action c'est concentré sur une seul sous fonction, celle choisie par les décideurs.

Nous explorons alors le niveau de détail maximum de l'exécution de la sous-fonction P&S et ses différents services, et ainsi étudier le flux de données et d'informations, les outils et solution

digitales déjà mise en place et ce qui nous a conduit par la suite de trouver les différents gaps technologiques, qui nous aideront à cibler plus précisément notre problématique.

Vous trouverez en **Annexe B : Cartographie du niveau 4** la modélisation détaillée de la sous-fonction P&S.

5. Énoncé de la problématique

En vue du diagnostic réalisé et présenté précédemment et qui démontre la forte concurrence dans le secteur d'activité des équipements et services pétroliers en Algérie dans lequel exerce Schlumberger, ajouter à cela l'état de transition dans lequel se trouve l'industrie d'aujourd'hui avec la numérisation des modèles d'entreprise et l'introduction des dernières technologies qui voient le jour dans les processus de fonctionnement de ces dernières afin de bénéficier d'un gain de productivité et donc plus de profit, qui représente le but ultime de toute entreprise à but lucratif, les organisations autour du monde ont ressenti la nécessité de se lancer dans cette course à la digitalisation afin de conserver leur avantage concurrentiel et optimiser leur processus.

Ce sentiment s'est vu amplifié au cours de la dernière pandémie du COVID-19 qui a poussé les gouvernements du monde à introduire des mesures visant à inculquer la distanciation sociale comme nouvelle forme de comportement, essayant ainsi de minimiser la propagation et les effets du virus résultant donc à une baisse de leur productivité impliquant ainsi la nécessité de révision de leur stratégie numérique et à accélérer le processus de transformation numérique (Deloitte, 2021).

Selon une étude réalisée par le cabinet de conseil McKinsey, 85 % des dirigeants déclarent que leur entreprise a quelque peu ou fortement accéléré la mise en œuvre des technologies permettant l'interaction et la collaboration numériques des employés depuis le début de la COVID-19 - en quelques semaines (McKinsey & Company, 2020).

Selon des recherches en Europe seulement 43 % des entreprises qui ont mis en place une stratégie de transformation numérique connaissent un certain succès avec leurs programmes, ce faible taux de réussite est lié en premier lieu à la stratégie de digitalisation qui est conduit par l'envie d'apporter les nouvelles technologies et non pas par le désir d'identifier des buts précis pour avancer dans la maturité digitale (Finnegan, 2020).

C'est ce qui démontre le manque de prise de conscience de la complexité de la tâche ; Et expose la nécessité de suivre une méthodologie adaptée au besoin accompagnée d'un suivi rigoureux de toutes les parties prenantes et l'allocation de l'importance et des ressources nécessaires afin d'arriver à l'aboutissement du projet et d'en récolter les fruits après.

Dans cette optique, Schlumberger Naf nous a confié la tâche de mettre en place une feuille de route pour la digitalisation de sa SC en Algérie. Face à ce projet complexe, nous avons introduit trois questions de recherche qui nous permettent d'aborder la problématique de manière méthodologique et auxquelles nous tenterons de répondre tout au long de notre rapport :

1. Sur quel niveau de maturité digitale se positionne actuellement la SC de l'entreprise ?
2. Quelles sont les "meilleures pratiques" en termes de SC 4.0 adaptées à SLB Algérie qui seront mises en œuvre pour progresser en termes de maturité digital ?
3. Quelle est l'approche recommandée pour la mise en œuvre de la feuille de route, et des études qui l'accompagnent ?

Ce chapitre a été consacré à la présentation de Schlumberger Limited et Schlumberger Algérie dans son volet Supply Chain où notre travail s'est effectué durant la totale durée de notre étude, à cet effet nous avons donc introduit l'entreprise et son activité dans le marché du service pétrolier, l'histoire de son évolution technologique, son organisation ainsi que ses objectifs et missions.

Par la suite, nous avons effectué un diagnostic complet de l'entreprise, un premier externe grâce à la méthode PESTEL et puis un second interne à l'aide de l'approche processus, ces deux outils de diagnostic ont permis d'évaluer la situation dans laquelle se trouve Schlumberger dans son secteur d'activité des équipements et services pétroliers et gaziers, un marché qui en l'occurrence est très dynamique et nécessite une réactivité élevée, et ainsi à identifier les dysfonctionnements dans leur processus et par la même occasion les opportunités d'amélioration et optimisation.

Ce chapitre a été clôturé par une brève formulation de la problématique appuyée par les questions de recherche auxquelles nous allons essayer d'apporter des solutions et ainsi contribuer à une amélioration au sein de l'entreprise d'accueil.

CHAPITRE 2 : Etat de l'art

« Appréhender un nouveau savoir, c'est l'intégrer à une structure de pensée existante. »

~ Marcel Proust

L'agilité, la résilience et la fiabilité en tant que tendances de la supply chain ont gagné en pertinence en tant que stratégies pour relever les défis actuels d'un monde numérisé.

Cependant, la digitalisation ou l'adoption de technologies numériques dans les opérations de la chaîne d'approvisionnement, pose des défis majeurs, tels que la coordination, la surveillance et la flexibilité.

En revanche, des initiatives telles que l'industrie 4.0 apparaissent comme des phénomènes qui touchent l'ensemble du secteur, en perfectionnant les opérations de la Supply chain grâce à un niveau élevé de visibilité, de contrôle, de reconfiguration dynamique du réseau et de reconception, grâce à l'intégration intelligente de la technologie, des processus et des personnes. Toutefois, la feuille de route pour l'intégration des notions d'industrie 4.0 dans les opérations de la supply chain ne représente pas une feuille de route standard. (A Model to Become a Supply Chain 4.0 Based on a Digital, 2022)

Dans ce chapitre, nous allons introduire tous les concepts théoriques et outils utilisés pour cerner la problématique énoncée et la solution proposée par la suite ; le but de cette partie étant de rapprocher les concepts et terminologies utilisés au lecteur et donc de lui faciliter la compréhension du document.

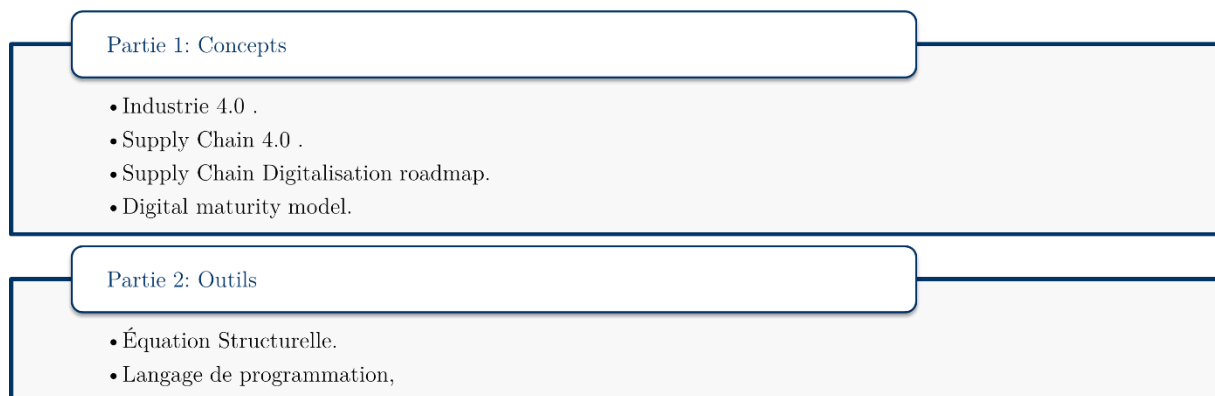


Fig. 2.1. Feuille de route Chapitre 2

1. Partie 1 : Concepts

1.1. Supply chain

La chaîne d'approvisionnement (plus communément appelée supply chain) comprend toutes les entités qui interviennent directement ou indirectement dans la satisfaction du besoin du client et elle ne se limite pas aux différents services de l'organisation au centre, elle s'étend à tous les acteurs qui rentre en jeu en proposant leur service, en d'autres mots elle inclut tout organisme du tout premier fournisseur de la chaîne logistique jusqu'au dernier client.

Eriksson et AL définissent la SC comme étant « Un réseau d'installations de production et de distribution (nœuds), impliquant généralement de multiples organisations, qui assurent la fonction de transformation des ressources d'entrée (fournitures) en produits finis et services offerts aux consommateurs. » (Zouaghi, 2013)

1.2. Supply chain 4.0

1.2.1. Industrie 4.0

Découlant des différentes révolutions industrielles qui ont eu lieu dans l'histoire (de la première révolution de la mécanisation en 1784 en passant par la deuxième d'électrification en 1870 vers la troisième de l'automatisation en 1969); L'industrie passe par sa plus récente évolution, l'industrie 4.0 (ou industrie du futur) termes apparu la première fois en 2011 à Hanovre dans le plan d'action stratégique allemande 2020 portant sur les nouvelles technologies, et qui associe à la numérisation et digitalisation ; Le but étant donc de réduire la consommation d'énergie ainsi que les coûts de la main d'œuvre, tout en augmentant l'efficacité des processus industriels. (bdc.ca, 2020)

Les récents développements technologiques ont rendu les technologies numériques plus abordables, et plus robustes que jamais auparavant. Cette récente évolution allie objets réels et technologies numériques pour aboutir à des produits encore plus performants, grâce à une activité optimisée ; Pour le consommateur, cela se traduit par des produits personnalisés considérablement moins onéreux, et qui correspondent véritablement à ses besoins.

1.2.2. SC 4.0

La chaîne d'approvisionnement 4.0 est une conséquence directe de l'avènement de l'Industrie 4.0. Afin de s'aligner avec cette nouvelle ère, les nouvelles technologies ont été introduites dans ce secteur, induisant ainsi l'addition du terme intelligent à la logistique. Cette dernière prend en compte non seulement les exigences et les tendances actuelles, mais aussi les besoins futurs d'une entreprise.

Ce "système" qui fonctionne désormais de façon intelligente permet de regrouper toutes les composantes nécessaires dont un seul endroit ce qui permet un accès à l'information simultanément et plus rapide, donc une amélioration de la productivité et l'efficacité de la part des décideurs au sein de l'organisation dont l'exécution des différents processus.

La chaîne d'approvisionnement 4.0 a été créée afin de proposer un meilleur service au client final qui dispose désormais de produits adaptés parfaitement à leurs besoins. Seule l'utilisation d'un logiciel spécialisé en logistique permet de garantir des livraisons sous 24 heures, de limiter les retours de commandes ou les erreurs.

Cette nouvelle tendance utilise des technologies telles que la blockchain, l'automatisation des processus, la transformation digitale, l'intelligence artificielle, le big data (avec visualisation et analyse de données), le machine Learning ou l'IOT (MECALUX, 2021).

1.3. Supply chain 4.0 en Algérie

La supply chain est un élément essentiel dans le processus de réponse au besoin client, il intervient sur tout le long ; il fait partie des préoccupations principales des décideurs et personnes de responsabilité autour du globe, et l'Algérie ne fait pas exception à cela.

En effet, cette activité représente 10 à 12% de la contribution de l'industrie dans le PIB algérien, et en vue des différentes innovations technologiques qui font surface dans le monde et qui sont implémentés dans l'industrie, les entreprises algériennes se doivent d'étudier la situation afin de se maintenir compétitive.

Plusieurs conférences et initiatives ont été amorcées dans un but de sensibilisation des parties prenantes de ce secteur d'activité.

Les entreprises ont commencé ces dernières années à s'intéresser à ces technologies, notamment celle de la blockchain qui s'est fait connaître à travers les Bitcoins. Une nouvelle technologie de stockage et de transmission d'informations. Offrant de hauts standards de transparence et de sécurité car elle fonctionne sans organe central de contrôle, elle permet à ses utilisateurs - connectés en réseau - de partager des données sans intermédiaire. Cette dernière octroie plusieurs avantages dont la rapidité des transactions, la sécurité du système, et les gains de productivité et d'efficacité.

Ce nouveau procédé a été jugé comme une solution stratégique pour l'industrie algérienne, elle optimise le traitement des transactions, la commande d'un client avec la demande d'achat et enregistre cette action dans une blockchain. Il existe désormais une source unique de données, transparente pour les deux parties.

D'un point de vue opérationnel, des groupes d'entreprises aux objectifs diversifiés et complexes peuvent tirer profit de l'adoption d'une blockchain pour leurs écosystèmes. La blockchain permet de gérer les achats d'actifs, le financement, les garanties, les assurances, la conformité réglementaire et la sécurité publique, la fiscalité locale – de manière intégrée et simultanée.

D'un autre côté, en vue de l'intérêt croissant porté par l'Algérie vers les nouvelles technologie et l'économie de la connaissance, le gouvernement a pris la décision se positionner parmi les pays précurseurs en la matière et commencer à former une nouvelle génération d'ingénieurs maîtrisant le domaine de l'intelligence artificielle nécessaire pour pouvoir développer et maîtriser la blockchain (HAICHOIR, 2022).

1.4. Supply chain digitisation roadmap

La roadmap de digitalisation est un document qui définit l'objectif qu'une entreprise veut atteindre, en identifiant les actions numériques qui permettront d'atteindre les objectifs de transformation numérique (Industry 4.0: A roadmap to digital Supply Chains, 2019).

Elle constitue un plan d'action qui aligne les initiatives numériques sur les objectifs stratégiques.

La transformation digitale est l'intégration de la technologie numérique dans tous les domaines d'une entreprise, changeant fondamentalement la façon dont elle opère et apporte de la valeur par l'accélération des activités, des processus, des compétences et des modèles de l'entreprise pour tirer pleinement parti des changements et des opportunités des technologies numériques et de leur impact de manière stratégique et hiérarchisée (g3p consulting, 2019).

Une feuille de route pour la transformation digitale fondée sur le concept d'architecture d'entreprise comprend quatre phases :

- Évaluation de la situation externe et interne,
- Développement de la stratégie et évaluation des impacts sur l'entreprise,
- Élaboration de la solution d'entreprise,
- Mise en place des actions et déploiement de la solution.

1.5. Digital maturity model

L'utilisation de l'outil dans des scénarios différents et choisir le meilleur qui répond à nos exigences en termes techniques et concurrentielles...

1.5.1. Digital Maturity

La maturité numérique d'une organisation est sa capacité à réagir et créer de la valeur à partir des innovations technologiques qui affectent le marché dans lequel elle évolue. Il représente donc un prédicteur clé du succès pour les entreprises qui lancent une transformation numérique.

Les entreprises avec des niveaux élevés de maturité numérique ont un avantage concurrentiel sur plusieurs indicateurs de performance, notamment la croissance des revenus, le délai de mise sur le marché, la rentabilité, la qualité des produits et la satisfaction client. Un avantage concurrentiel qui compte tenu de son apport à la performance de ces entreprises creusera un écart conséquent entre ces leaders numériques et les retardataires.

1.5.2. Modèle de maturité digitale.

Le modèle de maturité numérique (en anglais Digital Maturity Model) est un outil efficace qui permet à l'entreprise et à ses décideurs d'évaluer leur niveau actuel de maturité numérique et par la suite les accompagner dans leur aventure de transformation digitale en fournissant une feuille de route et lignes directrices comportant des plans d'action à court et long termes pour identifier les opportunités d'amélioration, établir des points de repère et créer et mettre en œuvre un plan d'amélioration pour arriver à accomplir une transformation percutante à haute valeur ajoutée mais aussi à la fin du processus évaluer le succès des actions entreprises (Toward the Development of a Maturity Model for Digitalization within the, 2017).

Le DMM peut être utilisé dans toutes les phases de la transformation pour identifier les écarts entre l'état actuel et le l'objectif visé au préalable et par la suite se concentrer sur les points clés et les points de dépôts. Il ne remplace en aucun cas le cadre de travail primordial, il sert uniquement comme un outil support à travers le processus.

Il existe plusieurs DMM conçues par des compagnies internationales, on peut notamment citer le modèle de Deloitte, McKinsey ou celui de BCG (réalisé avec Google). Ces nombreux modèles s'alignent sur certains points mais il existe de multiples points de discordes dont :

- Spécialisation : certains modèles de maturité numérique se concentrent sur une industrie spécifique pour fournir une compréhension plus approfondie et de meilleurs résultats.
- Portée : Parfois, il est logique que le modèle adopte une approche holistique et évalue une organisation entière. Ces examens d'ensemble permettent aux décideurs d'identifier plus facilement les domaines à améliorer. D'autre part, des domaines d'intervention plus spécifiques permettent une analyse plus approfondie et constituent clairement une meilleure approche lorsqu'un seul domaine d'activité doit être abordé.
- Orientation de l'évaluation : selon les objectifs de l'organisation, on peut se concentrer sur les produits et services, sur les processus, les personnes ou les capacités (Kodak Alaris).

Lors du choix de l'entreprise du modèle a utilisé, l'adaptation de son dernier au cas présent de l'organisation se fera selon sa Business Stratégie (objectif général du business), Business Model (Configuration de l'entreprise pour atteindre sa stratégie), et son modèle de fonctionnement (les capacités nécessaires pour exécuter le Business Model).

Il faut donc que l'organisation les considère dans une approche Top Down lors de l'ajustement du DMM afin que tous ces éléments soient alignés sur un même et seul objectif, celui de réussir cette transition numérique.

Une fois que les objectifs et écarts ont été identifiés, la conversion entre la phase d'évaluation et la phase d'action se fait en 3 étapes :

Imaginer : pour évaluer l'état actuel, marché, client et ambitions de l'organisation, identifier les opportunités, et définir la vision

Livrer : les concepts imaginés sont testés pour être validés puis affinés pour prioriser les capacités à améliorer en fonction des objectifs commerciaux, les actions sont adaptées à la situation.

Implémenter : les actions sont mises en place, une mesure de l'impact de la feuille de route sur la MD et l'amélioration des processus est effectuée.

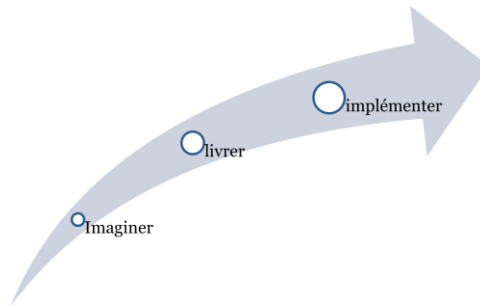


Fig. 2.2. Étapes de la conversion entre la phase d'évaluation et la phase d'action

La maturité digital de l'organisation dépend de sa stratégie d'entreprise (sur quoi elle se concentre pour générer de la valeur), business model (Comment configurer les processus de l'entreprise pour atteindre la stratégie) et operating model (Quelle sont les capacités nécessaires afin d'accomplir le modèle établi), l'organisation doit donc les considérer dans une top-down approche et les aligner avec la démarche DMM, ce qui donnera les capacités digital, objectifs de la digitalisation, les priorités et changements à apporter.

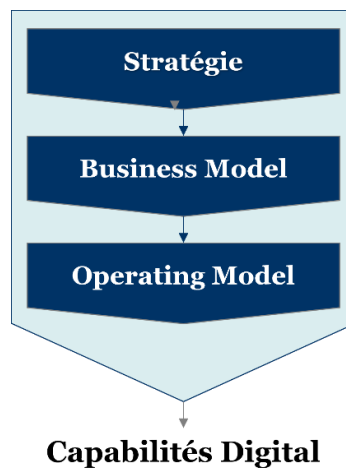


Fig. 2.3. Approche top-down pour la démarche DMM

1.5.3. Dimension de la Modélisation

L'organisation qui utilise l'un des modèles de maturité digitale est évaluée sur 5 différentes dimensions parmi eux : le client et la technologie ; ces axes principaux sont subdivisés en 28 critères plus pointus et détaillés ce qui permet d'avoir une vision holistique de la maturité numérique dans l'ensemble de l'entreprise.

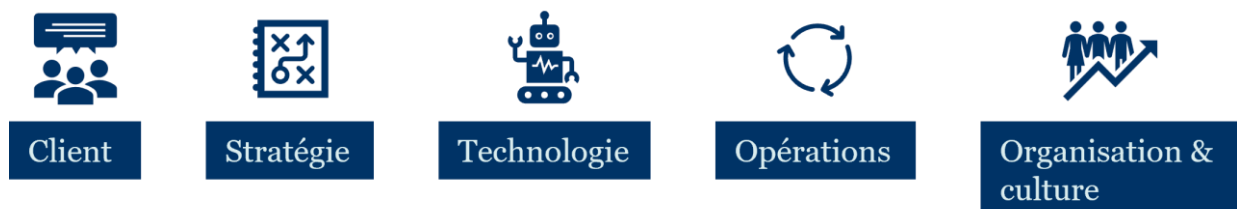


Fig. 2.4. Les 5 dimensions de la modélisation

Plusieurs recherches et articles ajoutent une sixième dimension à ces 5 premières en vue de son apport aux organisations, cette dimension est la Data qui va aider à mesure la capacité de

l'entreprise à faire un usage éthique et pratique des données à un niveau stratégique et opérationnel pour maximiser la valeur commerciale.

1.5.4. Les niveaux de maturité digitale

Une des similarités intervenant sur plusieurs modèles est les différentes phases de la Maturité Digitale, Une organisation, selon ses processus et objectifs, peut appartenir à un de ces quatre niveaux :

Niveau 0 (Non développé)

Manque de connaissance et d'application des technologies I4.0 dans les opérations de SC. Des efforts isolés pour adopter les concepts I4.0 pourraient être présents. De temps en temps, des améliorations visant à adopter les tendances de la SC apparaissent dans l'organisation. Il n'y a pas d'intérêt pour le développement des compétences technologiques des employés ou il y a un rejet de l'inclusion des nouvelles technologies dans les opérations de SC.

Niveau 1 (Découverte)

Il y a un intérêt initial pour l'adoption des technologies I4.0 et quelques-unes d'entre elles sont explorées à titre d'essai pilote avec la SC. Il y a une prise de conscience du besoin de compétences technologiques chez les employés, mais les efforts de formation restent occasionnels. L'organisation déploie quelques programmes isolés pour l'inclusion des technologies I4.0 dans ses efforts pour adopter les tendances de la SC. Les premiers résultats positifs sont documentés et communiqués aux employés.

Niveau 2 (Éveil)

À ce niveau, l'organisation est consciente de la pertinence d'adopter les technologies I4.0 et les tendances de la SC. Plusieurs technologies I4.0 sont intégrées dans l'amélioration des processus visant à adopter une tendance SC. Cependant, ces technologies et les systèmes qui les entourent sont encore isolés ou partiellement intégrés au sein de la SC. Les employés sont formés périodiquement à l'adoption de nouvelles technologies et aux compétences technologiques nécessaires.

Niveau 3 (Développé)

Les concepts et technologies I4.0 sont continuellement inclus dans les projets d'amélioration en même temps que la SC. Les changements de processus pour faire face aux comportements incertains du marché font partie de la culture de travail. La direction encourage systématiquement la définition de projets visant à faire progresser l'adoption d'une tendance SC. Il existe des programmes de formation formels établis visant à développer les compétences technologiques et techniques liées à l'initiative I4.0 chez les employés de l'entreprise. Les premières intégrations de systèmes et de technologies I4.0 sont en cours et sur-analyse.

Niveau 4 (Intégré)

Les technologies I4.0 sont intégrées de manière synchrone dans le SC, de sorte que le processus décisionnel se fait avec des informations en temps réel, ce qui entraîne des actions d'amélioration continue. Les meilleures pratiques liées aux tendances I4.0 et aux tendances de la

SC sont identifiées et adaptées à la culture de travail de l'organisation. Les employés sont des promoteurs de l'inclusion des technologies et des concepts I4.0. Une vision générale de la SC 4.0 est définie et communiquée aux membres de la SC.

Niveau 5 (Leadership)

Il existe une culture d'apprentissage et d'amélioration de la SC basée sur les tendances numériques développées par l'entreprise. L'organisation devient une référence de sorte que ses employés sont affectés au développement des processus des fournisseurs. L'organisation apporte une contribution précieuse au développement des concepts I4.0 et devient un acteur actif de l'évolution du marché. (García-Reyes, 2022)

2. Partie 2 : Outils Statistiques

2.1. Équations structurelles

Les modèles d'équations structurelles (en anglais structural equation modeling ou SEM) servent d'une part à valider des mesures, et d'autre part à étudier les relations entre les variables d'un modèle. La modélisation de relations structurelles permet de mettre en relation des construits non observables ; elle peut être fondée sur l'analyse de la structure des covariances ou sur des modèles itératifs de type PLS (Partial Least Squares). La première méthode vise à établir la qualité d'ajustement du modèle théorique aux données et est fondée sur l'indépendance des observations et sur la normalité multivariée des données. La deuxième approche, dite PLS, ne suppose pas une telle normalité mais n'a qu'une valeur prédictive. La spécification d'un modèle d'équation structurelle consiste à choisir les variables du modèle puis à préciser les types de relations linéaires qui existent entre elles, relations pouvant être unidirectionnelles ou bidirectionnelles. Ce type d'étude doit être envisagé, en particulier, lorsque l'on souhaite valider un modèle où les différentes hypothèses portent sur la relation entre différents concepts et mesures associées.

2.1.1. Composition du modèle

Les modèles structurels sont composés de deux type de variable :

Les variables latentes (représenter en cercle) qui sont exogènes, correspond à une caractéristique qui n'est pas directement observable et qui ne peut donc pas être mesurée directement.

Les variables mesurées ou manifestes (représenter en rectangle) qui sont endogènes une variable pour laquelle une mesure peut être directement recueillie (observée, mesuré

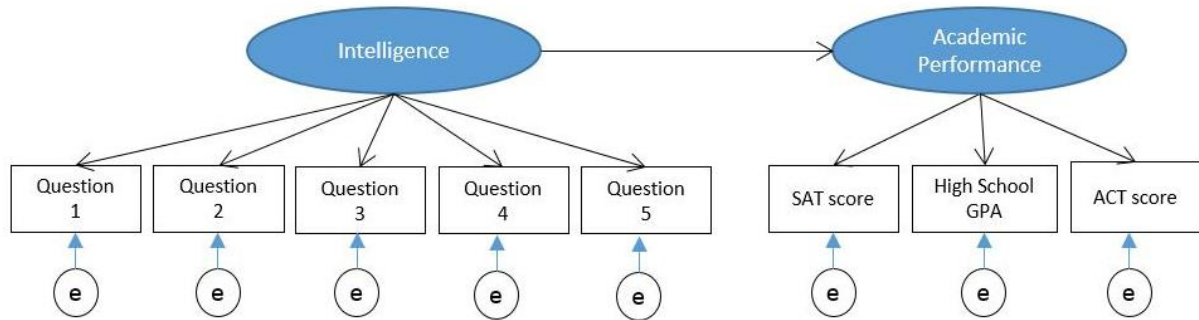


Fig. 2.5. Exemple de SEM – source : Wikipédia

2.1.2. Etape de mise en œuvre

La mise en œuvre des méthodes d'équation structurelle se fait en quatre étapes :

- Modélisation : spécification du modèle et des relations entre les variables. C'est une combinaison d'analyses factorielle pour calculer les variables latentes et de régression.
- Estimation (calcul du modèle).
- Analyse de la qualité de la solution (ajustement du modèle aux données) grâce à une série d'indicateurs.
- Modification (re-spécification éventuelle). L'algorithme peut suggérer d'ajouter des relations entre indicateurs, ou entre indicateurs et variables latentes.

2.1.3. Type de modèle

Un modèle d'équations structurelles à variables latentes représenté en **Fig. 2.6.** consiste en un système d'équations dites structurelles pouvant être représentées par un graphe orienté. Les nœuds de ce graphe représentent les variables et les arcs modélisent des relations de causalité. Chaque variable manifeste est associée à une seule variable latente et il existe des relations entre les variables latentes. Dans le cadre de l'utilisation de variables latentes, on sépare généralement le modèle en deux sous-modèles.

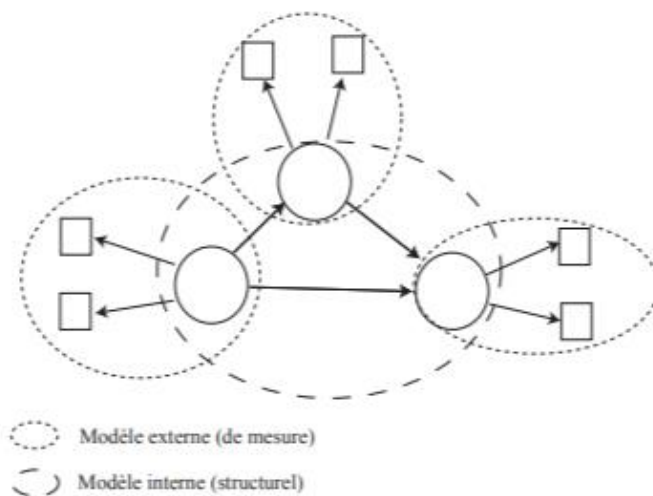


Fig. 2.6. Représentation du modèle

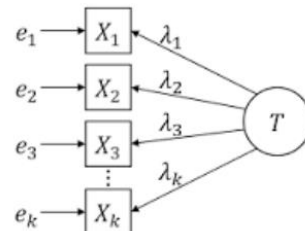
Pour mieux comprendre le modèle voici les principales notations utilisées

Tab. 2.1. Principales notations utilisées

Concept	Notation
Variable latente	ξ, η
Variable manifeste	x
Termes d'erreurs	ϵ, δ, ζ
Coefficient structurel	β, γ
Loading	π
Indice des variables latentes	k_j
Indice des variables manifestes du bloc k	k
Nombre d'observations	N
Nombre de variables latentes (endogènes, exogènes)	$K (K_{\text{endo}}, K_{\text{exo}})$
Nombre de variables manifestes dans le bloc k	p_k
Nombre total de variables manifestes	P
ξ_j Explique ξ_k dans le modèle	$\xi_j \rightarrow \xi_k$
ξ_j Explique ξ_k ou ξ_k Explique ξ_j dans le modèle	$\xi_j \leftrightarrow \xi_k$

2.1.3.1. Modèle de mesure

Dit modèle externe, est le modèle qui étudie la relation entre les variables latentes et mesurées, ce modèle va étudier l'hypothèse de corrélation entre chaque variable mesurée et la variable latente qui lie entre elles.



Le calcul se fait généralement grâce à l'Alpha de Cronbach qui est une statistique utilisée pour mesurer la cohérence interne (ou la fiabilité) des questions posées lors d'un test.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_x^2} \right)$$

Avec k étant le nombre de questions σ_x variance totale et σ_y variance de l'item i

Test d'hypothèse associé pour un item sur sa variable latente

$h_0 : > 0.7$: l'item i explique la variable latente

$h_1 : < 0.7$: l'item i n'explique pas la variable latente

2.1.3.2. Modèle de structure

Dis modèle interne, c'est un modèle qui étudie la relation et corrélation entre les variables latentes, vise à mettre en évidence d'éventuelles dépendances causales entre variables endogènes et exogènes. Le test d'hypothèses est fait à travers plusieurs indicateurs dont le R carré, le coefficient Q2 de Stone-Geisser (aussi appelé indice de redondance en validation croisée)

Test d'hypothèse associé à deux variables latentes

$$h_0: R^2 > 0.1 : \text{le modèle est représentatif}$$

$$h_1: R_2 > 0.1 : \text{le modèle n'est pas représentatif}$$

2.1.4. Type de relation

Mode Réflexif : Chaque variable manifeste reflète sa variable latente, Les variables manifestes sont substituables, en peut supprimer certains items s'ils ne définissent pas la variables latente (seuil de suppression < 10%).

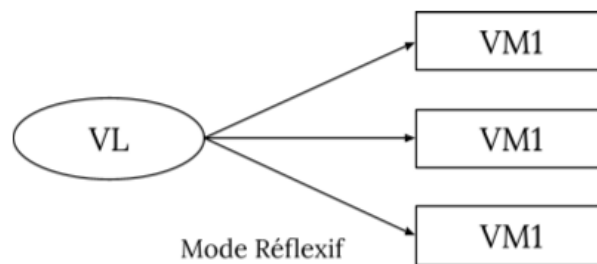


Fig. 2.7. Représentation du mode réflexif

Mode Formatif : La variable latente est générée par ses propres variables manifestes, les variables manifestes sont non substituables, à la limite on peut les formuler mais pas les supprimer (Jakobowicz, 2013).

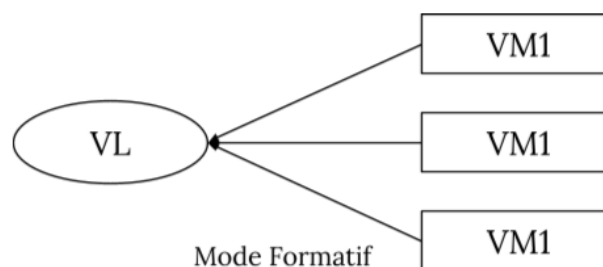


Fig. 2.8. Représentation modèle formatif

2.1.5. Ordre des modèles

Modèle de premier ordre : Modèle standard qui lie entre les variables manifestes et leur variable latente correspondante (c'est un modèle de mesure)

Modèle de deuxième ordre : Modèle d'ordre supérieur qui lie entre les variables latentes et la variable latente qui lie entre elles.

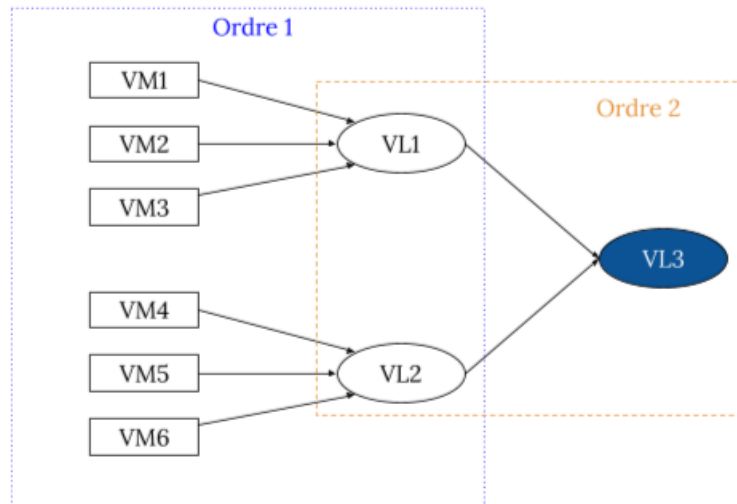


Fig. 2.9. Ordre des modèles – source : cloudfront.net

2.2. Méthode de résolution

Pour la résolution d'un modèle structurelle plusieurs méthodes s'offrent à nous, parmi lesquelles se trouvent deux méthodes des plus utilisées, et qui seront introduites ci-dessous :

2.2.1. Méthode PLS (méthode des moindres carrés partielles, ou en anglais Partial Least Square)

Méthode qui a été introduite pour la première fois par Wold (1973), elle permet d'estimer un modèle d'équations structurelles. Le fondement statistique de cette approche est basé sur la variance, L'estimation des paramètres est itérative, c'est-à-dire que l'on va estimer les variables latentes successivement par le modèle externe (via les variables manifestes) puis par le modèle interne (via les autres variables latentes auxquelles elle est liée) jusqu'à convergence (Tenenhaus, 1998).

Cette itérative se fait à travers 4 étapes :

- On fixe arbitrairement les poids initiaux W_0
- On commence par estimer la valeur des valeurs latente à l'aide des variables manifestes et des poids du modèle externe (premier essai on fixe les poids W arbitrairement)

$$Y_j = \sum_{h=1}^{p_j} w_{jh} X_{jh}$$

- On estime les valeurs des liens entre les variables latentes (modèle interne)

$$Z_j = \sum_{\xi_j \leftrightarrow \xi_k} e_{ji} Y_i$$

- On revient à la première étape, et on répète 2 à 3 fois jusqu'à atteindre la convergence.
 - a. Les poids

Externe W_{jh} :

Initialisation : en général, les poids externes sont fixés à 1.

Mode d'estimation : $w_{jh} = cov(x_{ij}, Z_j)$

Interne e_{ji} :

Coefficient de régression multiple de Y_j sur Y_i si elles sont reliées (Jakobowicz, 2013).

Le schéma Fig. 2.10. résume l'itération des étapes :

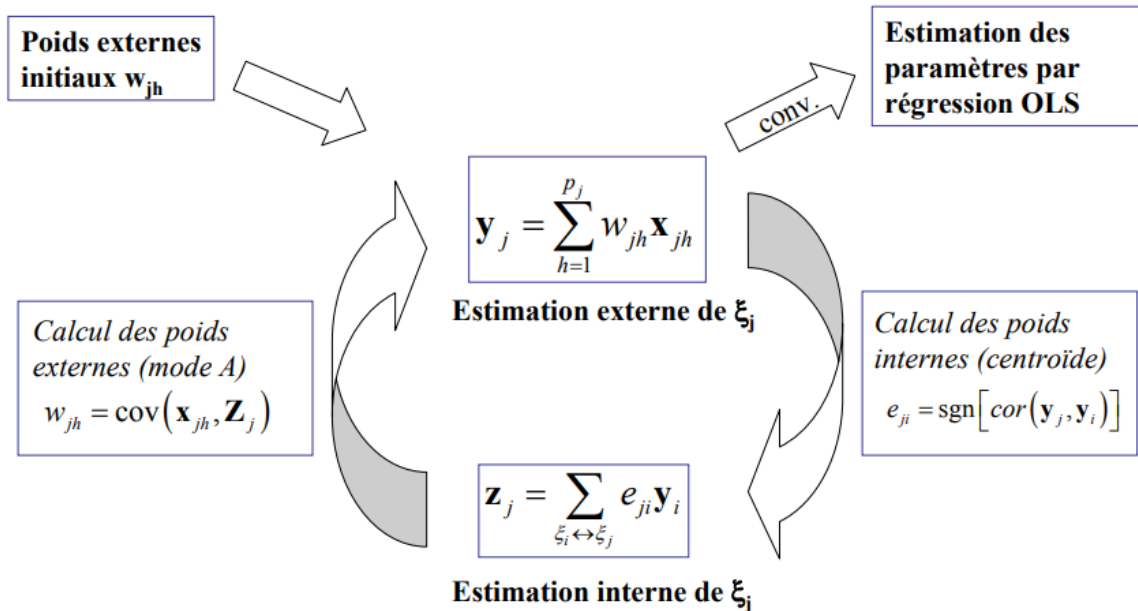


Fig. 2.10. Approche PLS avec le mode A et le schéma centroïde

b. Validation du modèle

La validation se fait en termes de qualité prédictive et non en termes de qualité d'ajustement du modèle aux données.

L'application de la méthode PLS sur un modèle, on a trois niveaux de validation du modèle. La qualité du modèle externe, celle du modèle interne et la qualité de chaque équation structurelle de régression.

c. Validation du modèle de mesure

On utilise l'indice de Communauté :

$$communality_i = \frac{1}{p_j} \sum_{h=1}^{p_j} cor^2(x_{ij}, Y_j)$$

d. Validation du modèle structurel

Le coefficient de détermination est utilisé afin de comprendre la contribution de chaque variable explicative à la prévision de la variable dépendante ; l'interprétation se fait à travers le test d'hypothèses ci-dessous :

$$h_0: R^2 > 0.1 : \text{le modèle est représentatif}$$

$h_1: R^2 > 0.1$: *le modèle n'est pas représentatif*

Un autre indice est utilisé afin de tester la qualité des équations structurelles, celui de Stone Geisser Q^2 , aussi appelé indice de redondance en validation croisée

$$Q^2 = 1 - \frac{E}{O}$$

Avec :

E : somme des carrés des erreurs / O : somme des carrés des valeurs observées.

e. Validation du modèle total :

L'indice "Goodness of Fit" est utilisé, il s'appuie sur la moyenne géométrique de deux types de moyennes de valeurs R^2 : la communalité moyenne (c'est-à-dire la proportion moyenne de variance expliquée lors de la régression des indicateurs sur leurs variables latentes), et \bar{R}^2 (c'est-à-dire le R^2 moyen des variables latentes endogènes). Une valeur supérieure ou égale à 0.9 indique une bonne qualité du modèle (Fernandes, 2021)

$$GoF = \sqrt{\text{communalité} \times \bar{R}^2}$$

2.2.2. Méthode LISREL :

Cette méthode a été développée par Jöreskog (1970), elle utilise un système d'équations structurelles basé sur l'estimation de la matrice de covariance. Elle permet de juger la qualité d'ajustement du modèle aux données par ses propriétés distributionnelles.

Cette méthodologie s'appuie sur le maximum de vraisemblance afin de rendre la matrice de covariance empirique, liant entre les variables latentes et manifestes réelles, la plus proche de la matrice théorique Σ , qui est obtenu à partir du modèle théorique construit a priori comportant les coefficients de corrélation attendus, et cela à travers l'estimation des paramètres du modèle de la matrice calculée.

Comme la méthode PLS, plus d'un indicateur est utilisé afin de tester la validité du modèle, on peut citer :

Le test de χ^2 : dans le cas d'utilisation de maximum de vraisemblance on s'appuie sur le DF (degré de liberté = nombre de covariances – nombre de paramètres) avec si

$\frac{\chi^2}{DF} \leq 3$ et $p - \text{valeur} \leq 0.05$ On considère que le modèle est bon (Mourre, 2013).

D'autres indicateurs utilisés sont résumés dans le **Tab. 2.2**.

Tab. 2.2. Résumé des indicateurs utilisés pour la méthode de LISREL - source (Hayduk, 1987)

Types d'indices	Caractéristiques	Exemples	Seuils d'acceptations empirique
Les indices absolus	Ces indices permettent de vérifier la similarité entre le modèle théorique et les données observées.	Khi-deux	-
		GFI : <i>Goodness of Fit Index</i>	Valeurs >0.9
		AGFI : <i>Adjusted Goodness of Fit</i>	
		RMR: <i>Root – mean – square residual</i>	Valeurs <0.05
RMSEA: <i>Root – mean – square error of approximation</i>			
Les indices incrémentaux	Ces indices permettent de comparer entre le modèle testé et le modèle de référence.	CFI : Comparative Fit Index NFI : Normal Fit Index RFI : Relative Fit Index IFI : Incrémental Fit Index TLC : Trucker-lewis Coefficient	Valeurs > 0.9
L'indice de parcimonie	Cet indice permet d'obtenir un modèle plus simple avec un meilleur ajustement.	Khi-deux normé (Khi-deux/ddl)	Valeurs < 2 voire 3

On remarque que ce tableau est sectionné en trois différentes catégories d'indicateurs :

- Les indices absolus : Ils permettent d'évaluer dans quelle mesure le modèle théorique reproduit les données observées.
- Les indices incrémentaux : évaluent ce qu'apporte le modèle testé par rapport à un modèle de base pris en référence
- Les indices de parcimonie : servent à éviter de surestimer des modèles ayant trop de paramètres, à détecter si le mauvais ajustement d'un modèle de provient pas au contraire d'un manque de paramètres libres

Ce chapitre nous a servi à définir le cadre général de notre étude, et à cerner l'ensemble des outils et méthodes qui nous seront utiles à la résolution de la problématique formulée dans le chapitre précédent. Nous avons présenté et défini ainsi sur ce chapitre l'industrie 4.0 et la SC 4.0 des concepts nécessaires à la suite de l'étude, leurs différents niveaux de décision et ses avantages. Précédé par les outils de diagnostic externe et interne d'entreprise, et suivi par les outils mathématiques et statistiques utilisés pour la résolution de la problématique.

CHAPITRE 3 : Apports et solutions proposées

« Cela semble toujours impossible... jusqu'à ce qu'on le fasse. »

~ Nelson Mandela

Ce dernier chapitre présente les étapes de construction de la solution proposée, il sera structuré en deux parties; Tout d'abord, l'étape de diagnostic du niveau de maturité digitale de SLB ou on commencera par démarche statistique qui aura pour but de valider le modèle d'évaluation établie grâce à la méthode de régression de moindres carrées partielles, puis un traitement des données récoltées afin de positionner l'entreprise d'accueil sur le référentiel déjà introduit; Par la suite nous allons proposer une matrice qui regroupe différents concepts, classés dans un horizon temporel différent, pouvant aider l'entreprise dans son état de maturité digitale actuel. La démarche adoptée pour notre travail est illustrée dans le schéma ci-dessous :

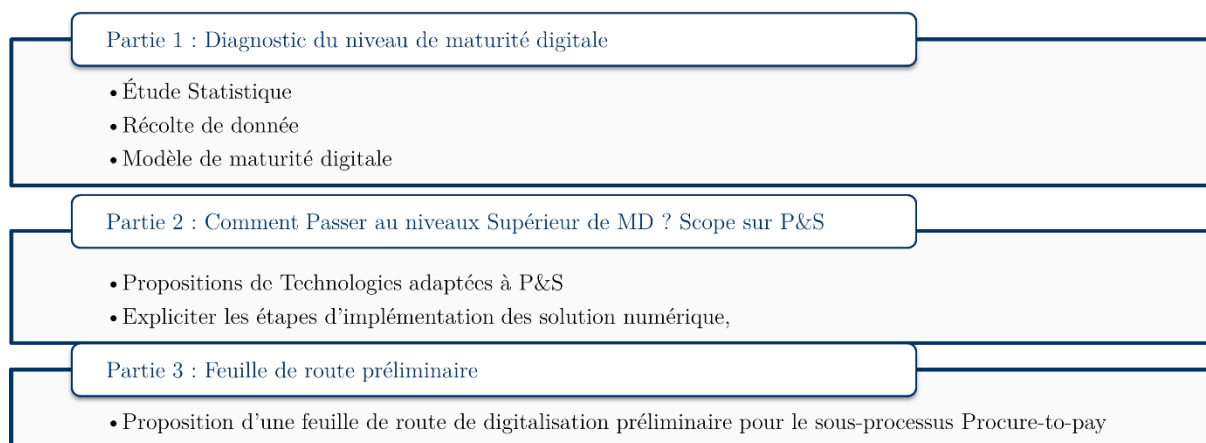


Fig. 3.1. Récapitulatif chapitre 3

1. Étape 1 : Diagnostic du niveau de maturité digitale.

Le diagnostic est la première étape de l'élaboration d'une stratégie et d'une feuille de route de digitalisation adaptées à l'entreprise, à l'expérience client souhaitée, à l'organisation du travail et aux processus de la supply chain.

Cette étape répond à notre première question de recherche, qui est de déterminer le niveau de numérisation du SC de SLB Naf. Cela nous permettra de nous situer par rapport à l'objectif et de déterminer la démarche à suivre pour atteindre le prochain niveau de digitalisation.

1.1. Étude Statistique

L'objectif de cette étude est de valider le modèle choisi pour effectuer notre diagnostic de maturité digitale ce qui permettra de répondre de manière plus fiable à la première question de recherche.

1.1.1. Choix du modèle Statistique

Avant de dérouler les étapes du diagnostic il est nécessaire d'approuver le modèle choisi pour le test, deux méthodes de validation ont été exposé dans le chapitre précédent le choix entre celles-ci. Le tableau ci-dessous regroupe quelques points de désaccord entre les deux approches selon des critères bien précis sur lesquels nous nous somme appuyer pour faire le choix de la méthode la plus adapté :

Tab. 3.1. Tableau comparatif des deux approches PLS et LISREL – source : (Mourre, 2013)

Critères	PLS	LISREL
Approche	Basée sur la variance [Moindre Carrée]	Basée sur la covariance [Maximum de vraisemblance]
Modélisation	Réflexive et formative	Réflexive seulement
Variable latente	Combinaison linéaire de ses variables manifestes	Combinaisons linéaires de toutes les variables manifestes
Distribution des données	Aucune distribution spécifique n'est requise	Normalité des données
Taille de l'échantillon	Fiable (recommandation minimale 30 à 100)	Élevé (recommandation minimale 200)
Valeur négligeable	Ne peut se produire	Peut se produire
Traitement des données manquantes	NIPALS (Nonlinear iterative partial least squares)	Maximum de vraisemblance
Qualité des sous-modèles	Modèle externe meilleur (les VL sont contenues dans l'espace de leurs VM)	Modèle interne meilleur car les VL sont estimées dans un espace non restreint
Hypothèses	Unidimensionnalité (réflectif)	Multi normalité des données + unidimensionnalité
Logiciels	Xlstat (PLS), PLSGraph, Package Python (plspm)	LISREL, AMOS, Package R (lavaan)

Après avoir énumérer les différences entre ces deux méthodes, le schéma ci-dessous qui représente les différentes conditions à satisfaire est introduit afin permettre le choix la méthode la plus adéquate :

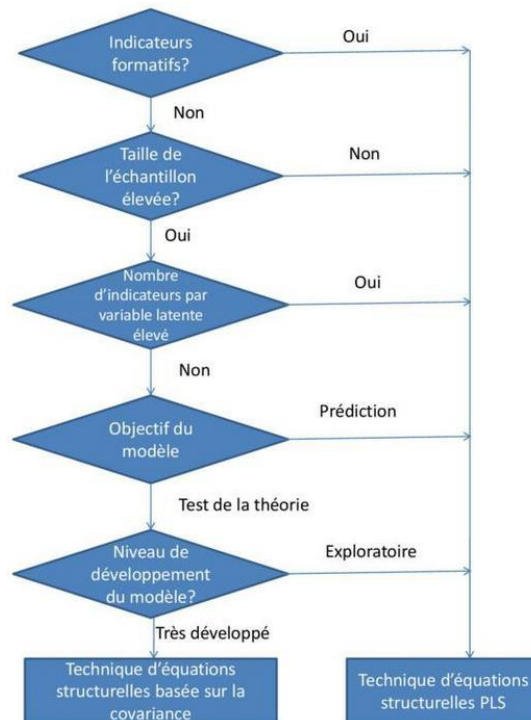


Fig. 3.2. Schéma logique de décision – source : (Fernandes, 2021)

En faisant une itération des étapes au-dessus on arrive à la fin avec le modèle le plus adapté pour la résolution et le test de notre modèle statistique.

Pour la première étape, nous devons vérifier le type de relation qui lie entre les variables, étant donné que les relations présentes sont exclusivement des relations formatives on reste sur le même axe et on passe à la deuxième étape.

À ce stade, la vérification est faite par rapport à la taille de l'échantillon, en raison de notre taille d'échantillon relativement petite (inférieure au minimum mentionné sur le tableau de comparaison des méthodes PLS et Lisrel, qui est de 200), nous allons donc nous déplacer vers la droite du diagramme, ce qui ne nécessite pas d'autres vérifications à faire, ce qui nous amène directement à la conclusion que la méthode la plus appropriée à utiliser est celle de la régression des moindres carrés partiels (PLS), Nous nous appuyerons sur le langage de programmation Python qui fournit la bibliothèque PLSPM (Partial Least Squares Data Analysis Methods, 2010) qui offre les fonctions nécessaires pour effectuer tous les tests d'hypothèses afin de tester les différents aspects du modèle et ainsi pouvoir valider le modèle suite aux tests d'hypothèses.

1.1.2. Résultats de l'étude

a. Le modèle

Après avoir modélisé le questionnaire sous forme d'un Path diagram d'un SEM, on peut dire que notre modèle comporte deux ordre, le premier ordre reliant les cinq sections de questions (variables latentes) chacune avec ses trois questions (variables manifestes), la relation qu'il y a entre ces variables est réflexive car chaque variable latente compose ses variables manifestes; Le modèle de deuxième ordre est celui qui relie les variables latentes avec la variable globale "Maturité digitale", la relation entre elles est aussi une relation réflexive. Au final on aura un Diagramme comme la **Fig. 3.3**.

b. Test du modèle

Après avoir importé les données à partir de Office Forms vers Excel et avoir converti les données d'une forme texte vers des valeurs numériques en s'appuyant sur l'échelle de Likert, on passe à la partie programmation.

Comme énoncé précédemment, nous allons utiliser la bibliothèque PLSPM de python afin de tester la validité de notre modèle.

Comme introduits durant le chapitre précédent, la méthode PLS valide le modèle à travers 3 étapes successives : modèle externe, puis interne, et enfin le modèle total.

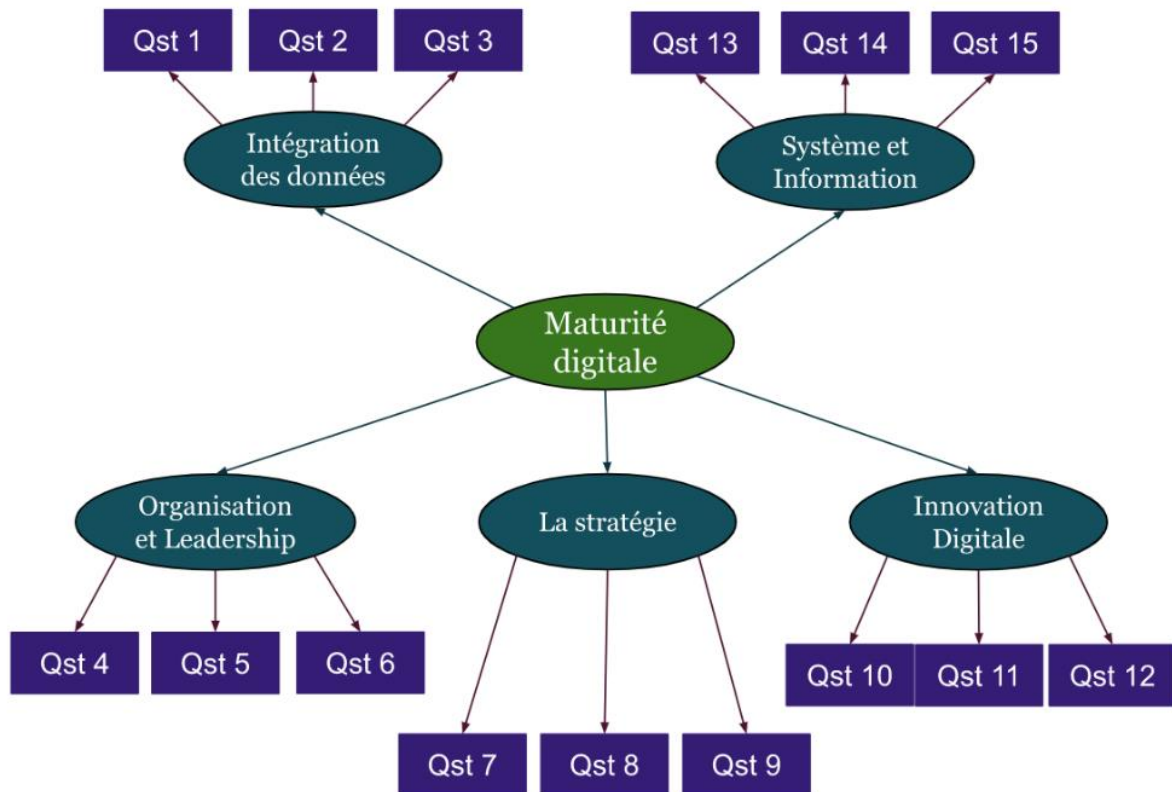


Fig. 3.3. Schéma récapitulatif du MMD

c. Test du modèle de mesure

Un multi-test qui s'appuie sur plusieurs indicateurs

- Test d'Unidimensionnalité

On utilisera le test d'hypothèse ci-dessous, à l'aide de l'indicateur Alpha de Cronbach, pour faire notre interprétation

$$\begin{cases} H_0 : \alpha > 0.7 \rightarrow \text{L'indicateur mesure bien la variable qu'il représente} \\ H_1 : \alpha < 0.7 \rightarrow \text{L'indicateur ne mesure pas bien la variable qu'il représente} \end{cases}$$

Après avoir lancé l'instruction adéquate sur Python on retrouve le résultat suivant :

▾ Etape 1: Évaluation du modèle de mesure

Unidimensionnalité

Alpha de Cronbach doit être ≥ 0.7

	mode	mvs	cronbach_alpha	dillon_goldstein_rho	eig_1st	eig_2nd
si	A	3.0	0.763911	0.864120	2.038820	0.538483
innov	A	3.0	0.845033	0.907163	2.297059	0.525215
strat	A	3.0	0.808739	0.888118	2.181436	0.596868
orga	A	3.0	0.931797	0.956755	2.642057	0.282187
integ	A	3.0	0.831259	0.900270	2.255532	0.586169

On remarque que tous les Alpha sont inférieurs au seuil de 0.7, et donc on peut conclure que tous ces indicateurs sont bien représentatifs de la variable qu'ils mesurent.

- Loading et Communalité :

Ces deux tests d'hypothèses vont aider à faire l'interprétation des deux indicateurs :

$$\begin{cases} H_0 : \text{Loading} > 0.7 \rightarrow \text{L'indicateur est représentatif de sa variable} \\ H_1 : \text{Loading} < 0.7 \rightarrow \text{L'indicateur n'est pas représentatif de sa variable} \end{cases}$$

$$\begin{cases} H_0 : \text{Communalité} > 0.5 \rightarrow \text{L'indicateur est fiable pour mesurer sa variable} \\ H_1 : \text{Communalité} < 0.5 \rightarrow \text{L'indicateur n'est pas fiable} \end{cases}$$

En introduisant la fonction adéquate dans Python, on a le résultat suivant :

```
[ ] print(plspm_calc.outer_model())
```

	weight	loading	communality	redundancy
innov.1	0.638442	0.933799	0.871981	0.035107
innov.2	0.255377	0.895243	0.801461	0.032268
innov.3	0.255377	0.736564	0.542527	0.021843
integ.1	0.474403	0.891044	0.793959	0.026866
integ.2	0.067772	0.706915	0.499729	0.016910
integ.3	0.542175	0.906545	0.821824	0.027809
orga.1	0.417646	0.954817	0.911676	0.110432
orga.2	0.150353	0.885761	0.784573	0.095036
orga.3	0.217176	0.947716	0.898165	0.108795
si.1	0.424779	0.872334	0.760967	0.001576
si.2	0.212390	0.703718	0.495219	0.001026
si.3	0.424779	0.863199	0.745113	0.001543
strat.1	0.338319	0.867326	0.752254	0.006270
strat.2	0.451092	0.885223	0.783620	0.006531
strat.3	0.338319	0.791139	0.625901	0.005216

Si on vérifie chaque indicateur loading et communalité un à un, on remarque qu'ils sont tous au-dessus du seuil et donc ces variables manifestes sont toutes représentatives et fiables afin de mesurer leur variable latente respective.

- Loading croisés

Toujours avec le même test d'hypothèse de l'indicateur loading :

$$\begin{cases} H_0 : \text{Communalité} > 0.5 \rightarrow \text{L'indicateur mesure bien sa variable latente} \\ H_1 : \text{Communalité} < 0.5 \rightarrow \text{L'indicateur ne mesure pas bien sa variable latente} \end{cases}$$

Sous python, on obtient le résultat suivant :

```
print(plspm_calc.crossloadings())
```

	DM	si	innov	strat	orga	integ
integ.1	0.165869	0.452584	0.396361	0.436590	0.272433	0.891044
integ.2	0.024161	0.540653	0.539897	0.524319	0.533174	0.706915
integ.3	0.177297	0.528529	0.328262	0.489384	0.246260	0.906545
orga.1	-0.449521	0.331430	0.723223	0.517366	0.954817	0.283411
orga.2	-0.160280	0.415797	0.620801	0.513568	0.885761	0.262942
orga.3	-0.216757	0.436339	0.653612	0.533746	0.947716	0.320275
strat.1	0.091077	0.544848	0.585348	0.867326	0.498295	0.588438
strat.2	0.088648	0.539960	0.461265	0.885223	0.447563	0.400167
strat.3	0.056087	0.173296	0.498929	0.791139	0.477570	0.413418
innov.1	-0.240563	0.466406	0.933799	0.469718	0.636636	0.398734
innov.2	-0.098058	0.264794	0.895243	0.602940	0.658299	0.341773
innov.3	-0.095346	0.432494	0.736564	0.578074	0.634633	0.311551
si.1	0.042033	0.872334	0.426688	0.410930	0.409282	0.543892
si.2	0.023776	0.703718	0.616288	0.492716	0.549690	0.399151
si.3	0.040555	0.863199	0.269279	0.357608	0.177072	0.427198

Après analyse des résultats, on constate que tous les indicateurs sont au-dessus du seuil, et donc toutes les variables mesure bien la variable latente qu'il représente.

C'est ce qui clôture l'analyse sur le modèle de mesure, on peut dire que les variables manifestes sont toutes fiables et représente bien la variable manifeste auxquelles elles sont liées respectivement ; On peut donc dire que ce modèle est validé et donnera des résultats fiables menant ainsi à une interprétation exacte de la situation réelle de chaque variable manifeste.

d. Test du modèle de structure

Un autre multi test qui est composé de plusieurs étapes :

- Equation de régression :

Comme le but de cette méthode est la prédiction, on peut à travers une commande obtenir l'équation de régression globale qui regroupe toutes les variables latentes :

▼ Etape 2: Evaluation du modèle de structure

Equations de regression de la variable latente globale

index	from	to	estimate	std error	t	p> t
DM -> si	DM	si	0.045512	0.157950	0.288142	0.774726
DM -> innov	DM	innov	-0.200653	0.154898	-1.295388	0.202613
DM -> strat	DM	strat	0.091292	0.157454	0.579805	0.565298
DM -> orga	DM	orga	-0.348038	0.148229	-2.347984	0.023908
DM -> integ	DM	integ	0.183952	0.155416	1.183615	0.243552

- Coefficient de détermination R^2 et Redondance :

```
[ ] print(plspm_calc.inner_summary())
```

	type	r_squared	r_squared_adj	block_communality	\
innov	Endogenous	0.392573	0.377388	0.738656	
integ	Endogenous	0.467694	0.447821	0.705171	
orga	Endogenous	0.218738	0.199207	0.864805	
si	Endogenous	0.461741	0.448284	0.667100	
strat	Endogenous	0.332154	0.315457	0.720592	

	mean_redundancy	ave
innov	0.304604	0.775916
integ	0.263285	0.638584
orga	0.184652	0.844171
si	0.299092	0.647750
strat	0.257790	0.776117

On remarque que les R^2 sont peu proches du 0, mais s'éloigne du 1, ce qui indique une faible corrélation positive entre les variables.

Pour ce qui de l'indicateur de redondance, plus la valeur de la moyenne est élevée, plus la capacité des variables indépendantes à mesurer les variations des variables endogènes est grande. À travers les résultats ci-dessus on peut dire que la capacité des variables latentes à mesurer la variance de la variable globale est faible.

C'est ce qui met fin à cette analyse sur le modèle structurel, on peut donc dire que les variables manifestes sont toutes fiables et représentent la variable manifeste auxquelles elles sont rattachées. Ce modèle est donc validé ce qui donnera lieu à des résultats corrects reflétant bien la réalité qui est dans ce cas la maturité digitale de SLB.

e. Test du modèle total

A travers l'indicateur GoF, qui mesure la qualité d'ajustement du modèle ; Comme l'indicateur de Redondance, Ce dernier ne dispose pas d'une interprétation précise. Plus la valeur du GoF est élevée, meilleures sont les performances et la qualité générale des modèles de mesure interne et externe.

▼ Etape 3: Evaluation du modèle Complet

GoF

0.5086611216385858

On peut dire qu'avec cette valeur d'approximativement **50%** le modèle complet est bien performant avec des modèles internes et externes de qualité modérés (didisundiman, 2021).

C'est ce qui clôture cette analyse de notre modèle statistique ; On peut maintenant dire que le modèle que nous avons introduit à travers le questionnaire est de bonne qualité et donne des résultats relativement fiables et c'est ce qui permettra d'analyser les résultats de l'outil d'évaluation par la suite pour avoir une analyse sur la maturité de SLB et ainsi définir les axes prioritaires et opportunités d'amélioration et par la suite tracer la feuille de route pour proposer les actions à forte valeur ajoutée.

1.2. Récolte de données :

a. Démarche suivie

Pour évaluer la maturité digitale de Schlumberger il nous faut suivre l'un des modèles disponibles et développés par les entreprises et cabinets de conseil internationaux notamment le modèle proposé par Deloitte ou celui proposé par Google en collaboration avec le cabinet de conseil BCG, certains de ces modèles proposent un outil d'évaluation associé à ce dernier afin de compléter cette étape de diagnostic, ces outils utilisent une série de question portant sur les axes établis dans le modèle correspondant.

Pour le besoin de notre étude, nous avons jugé insuffisant de se de se contenter d'un seul modèle en raison de leur aspect universel et donc la nécessité de modeler le modèle en fonction de la situation et de l'entreprise, c'est pour cela que nous avons essayé de développer notre propre modèle qui sera parfaitement adapté au besoin de la problématique.

b. Le formulaire

Pour mettre notre modèle en usage et évaluer la MD de SLB, on doit impérativement avoir recours à un outil support d'évaluation qui sera dans notre cas un questionnaire ciblé aux fonctions de la SC, s'appuyant sur les axes stratégiques qui concernent notre cas d'étude présent et qui s'aligne avec le cadre de travail préétabli. Les axes visés seront :

- Intégration de la technologie.
- Organisation et Leadership.
- La stratégie.
- Innovation Digitale.
- Système et Information.

Dans une optique de respect des politiques de données qui est établie au sein de Schlumberger, nous avons opté pour l'utilisation du logiciel développé par Office qui porte le nom d'office Forms et qui fait partie des solutions ERP utilisées par SLB Ltd. Afin de créer le questionnaire et de le déployer par la suite auprès des employés de la section de P&SC Naf.

Toutes les question formulaire sont présentés en *Annexe IV*.

Ce questionnaire sera donc organisé selon ces 5 différents axes, chaque section comporte 3 questions avec pour chacune d'elles 5 propositions de réponses fixées à l'avance ; Etant donnée notre population polyglotte, l'outil sera disponible sous deux différentes langues (français et anglais) afin de satisfaire toute la population et de ne pas faire face à une barrière de langue.

Afin d'obtenir un résultat à partir des réponses, nous allons utiliser une échelle de Likert, c'est-à-dire que les réponses seront notées dans un ordre ascendant de 1 jusqu'à 5.

c. Taille de l'échantillon

Pour entamer la première étape de diagnostic nous avons déployé notre formulaire auprès des employés de Schlumberger concernés par les activités ciblées par le framework, nous avons donc ciblé les employés du département de P&SC autour de toute la région Naf pour avoir un échantillon important.

Pour avoir à l'arrivée une donnée fiable et représentative de la situation en cours, il nous faut déterminer la taille d'échantillon exacte afin d'arriver à un intervalle de confiance assez satisfaisant accompagné d'une marge d'erreur acceptable.

C'est là que la théorie de l'échantillonnage entre en jeu, grâce à la formule ci-dessous, nous allons pouvoir déterminer le nombre d'employés exact à cibler.

$$Taille\ de\ l'\ échantillon = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

On prendra comme niveau de confiance cible 90% avec une marge d'erreur de 10% avec

N : représentant la taille de la population. / z: niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 90% z=1.65)/ p: proportion estimée de la population qui présente la caractéristique (lorsque inconnue, on utilise p = 0.5 ce qui correspond au cas le plus défavorable c'est-à-dire la dispersion la plus grande) / e: Marge d'erreur (e = 0.1)

Après une simple application de la formule nous arrivons à la conclusion que pour un intervalle de confiance de 90% avec une marge d'erreur de 10%, il nous faut cibler un échantillon de 63 employés de Schlumberger.

1.3. Résultats du formulaire

Après avoir recueilli les réponses aux questions du formulaire, les résultats sont traités, chaque section des 5 présentes sera évalué séparément et ce en calculant sa moyenne à l'aide de l'échelle de Likert cité précédemment, en sommant ces moyennes puis divisant par le nombre de section on accédera à une moyenne générale ; Ce qui représentera par la suite le niveau de maturité digitale de Schlumberger Algérie.

Après avoir traité les réponses obtenues et être parvenu au score final qui est de 71%, ce qui place l'entreprise en termes de maturité digital dans le **niveau 4 : intégré**.

Le **Tab. 3.2.** ci-dessous représente le tableau Excel utilisé avec les notes des différentes sections ainsi que la note totale obtenue.

Après la collecte et l'analyse des réponses au formulaire, le résultat de sortie est de 71%, ce qui représente la maturité digitale de la SC de l'entreprise en Algérie ;

Par ce résultat, nous répondons à la première question de recherche introduite dans le premier chapitre, et nous l'utiliserons comme base pour identifier les domaines d'action prioritaires et pour répondre aux questions suivantes.

Chapitre 3 : Apports et solution

Tab. 3.2. Résumé des résultats du formulaire

Section 1	Intégration des données		Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Réponse 4	Réponse 5	Total
Question 1	3		6%	34%	30%	13%	17%	100%
Question 2	4,063829787		0%	9%	21%	26%	45%	100%
Question 3	4,255319149		2%	6%	13%	21%	57%	100%
Note	11,31914894	75%						
Section 2	Organisation et Leadership							
Question 1	3,382978723		13%	13%	26%	21%	28%	100%
Question 2	3,808510638		11%	6%	11%	36%	36%	100%
Question 3	3,680851064		2%	11%	36%	19%	32%	100%
Note	10,87234043	72%						
Section 3	La stratégie							
Question 1	4,191489362		0,00%	0,00%	21,28%	38,30%	40,43%	100%
Question 2	3,617021277		12,77%	8,51%	14,89%	31,91%	31,91%	100%
Question 3	3,276595745		4,26%	14,89%	44,68%	21,28%	14,89%	100%
Note	11,08510638	74%						
Section 4	Innovation digitale							
Question 1	3,85106383		2%	6%	21%	45%	26%	100%
Question 2	2,382978723		2%	-	57%	-	40%	100%
Question 3	2,446808511		4%	-	47%	-	49%	100%
Note	8,680851064	58%						
Section 5	Système et information							
Question 1	3,659574468		2,13%	19,15%	17,02%	34,04%	27,66%	100%
Question 2	3,808510638		4,26%	4,26%	21,28%	46,81%	23,40%	100%
Question 3	3,723404255		0,00%	21,28%	21,28%	21,28%	36,17%	100%
Note	11,19148936	75%						
Note Totale	71%							

1.4. Résultat des interviews

Afin de compléter notre diagnostic complet effectué lors du premier chapitre, et avoir un aperçu de l'état de fonctionnement des processus de la part des employés des activités ciblées par notre

cadre de travail, nous avons organisé deux interviews avec des personnes appartenant aux activités de Sourcing, et Supplier Management.

Le but de ces interviews était de découvrir d'abord en profondeur les tâches accomplies par ces deux sous fonctions puis essayer de cibler certaines parties à l'aide de questions préalablement préparées afin de mettre la main sur de potentiels dysfonctionnement et s'appuyer sur ces derniers afin de proposer des solutions pertinentes pouvant aider les personnes dont leur travail.

- **Sourcing** : l'équipe qui s'occupe de la sélection des fournisseurs et de l'établissement des contrats entre les deux parties impliquées, une des problématiques formulées était la non possibilité d'avoir une traçabilité de toutes les offres reçues de la part des fournisseurs, ces dernières utilisant exclusivement les mails afin de communiquer les informations, une quantité énorme de mails reçues peut entraîner la perte de quelques informations capitales et c'est ce qui pose problème.
- **Supplier Management** : cette équipe s'occupe de la gestion de la relation avec le fournisseur une fois ce dernier ayant signé le contrat, cette tâche impose l'organisation d'audits chez celui-ci afin de vérifier le respect clauses spécifiées et agréées dans le contrat; et afin que ces missions d'inspection se déroulent correctement les employés de cette sous fonction dispose d'une plateforme où télécharger des templates offrant des caractéristiques et sections nécessitant une vérification une fois sur place. Ces documents seront par la suite traités afin d'évaluer le fournisseur et d'en sortir les actions de corrections renvoyées. Le problème identifié est le caractère universel de ces modèles et la non possibilité aux agents sur site d'adapter les questions ce qui entraîne la non inclusion de critères qui peuvent se révéler par la suite importants lors de l'évaluation.

1.5. Modèle de maturité digitale :

D'une manière générale, SLB a réussi à mettre à niveau et normaliser le langage utilisé au sein de son organisation et ses différents processus sont concentrés sur les mêmes objectifs accompagnés d'un début d'intérêt porté aux nouvelles technologies ce qui amorcera la voie vers une continuité de leur pouvoir compétitif et un avantage considérable lorsque la digitalisation massive du secteur d'activité verra le jour.

L'entreprise utilise des processus axés sur les données pour améliorer la productivité et l'équipe IT se concentre sur les plateformes technologiques et exploite les opportunités qui en découlent ; une bonne collaboration interfonctionnelle règne au sein de l'équipe de travail avec des données qui sont partagées à tous les intéressés et utilisées efficacement pour atteindre le meilleur résultat possible.

La prochaine étape pour avancer sera de tirer profit des efforts organisationnels et technologiques afin d'optimiser les canaux de distribution et point de contact pour se concentrer sur les gains d'efficacité progressifs dans l'activité et enfin de mettre l'accent sur l'activation et utilisation des nouveaux outils ou modèles brillants pour améliorer la prise de décision et par le même moyen les résultats.

Le tableau de bord ci-dessous donne une analyse en profondeur des résultats recueillis, représenté par la moyenne de chaque axe ciblé par l'outil d'évaluation et accompagné d'une petite analyse pour chacun d'eux.



Fig. 3.4. Résumé du résultat de l'évaluation

Les points suivants donnent une analyse plus approfondie de chaque axe séparément :

- Intégration des technologies numériques

Représente la partie la plus développée en termes de digital, les entreprises se situant dans ce niveau de maturité tendance à avoir un niveau élevé et avancé d'utilisation des technologies numériques, ce qui est bien appliqué au sein de SLB avec l'implémentation du module complet de SAP et son utilisation sur toutes les sous-fonctions; en addition à cela, l'entreprise suit un plan d'investissement stratégique à long terme pour l'utilisation de nouvelles technologies tout en octroyant à ses employés la visibilité nécessaire afin qu'ils restent à jour sur les plans de l'organisation.

- Organisation et Leadership

S'engager dans la transformation numérique est une étape qui exige sortir de la "zone de confort" et s'écarter des routines établies, elle doit donc être accompagné par un leadership clair avec processus pour supporter la transition ; C'est ce qu'on retrouve au sein de SLB ou le digital est vu comme une clé pour la réussite elle est assistée par un leadership engagé à tous les niveaux avec un processus d'apprentissage afin de former les employés.

- La stratégie

Les technologies et le digital se positionne au cœur de l'activité et le développement technologique est perçu comme une opportunité stratégique clé pour améliorer les performances opérationnelles ; C'est pourquoi SLB alloue un budget adéquat à la mise en place des nouvelles technologies accompagné d'une stratégie mise à jour périodiquement, d'un autre côté les employés disposent

du strict nécessaire de connaissance afin d'utiliser le digital sans encombre pour établir leurs tâches.

- Innovation digitale

L'entreprise a trouvé le moyen de tirer profit des technologies qu'elle utilise afin d'ajouter de la valeur à ses services ; les processus au sein de SLB sont semi-automatisés nécessitant toujours un support humain afin de trancher, les serveurs IT ont la caractéristique d'être stable assez pour supporter les technologies en cours d'utilisation sans pour autant permettre un ajout immédiat de nouvelles technologies. Le taux de 58% justifiée par le fait que tout le processus d'innovation est centralisé au sein du HQ, alors que la population de l'enquête est restreinte aux acteurs de la SC de SLB Naf.

- Système et information

A ce stade de maturité, les entreprises disposent d'une capacité d'analyse des données bien développée qu'elles utilisent pour prendre des actions stratégiques. Cette définition s'applique aussi à SLB avec des données qui sont accessibles simultanément à tous les employés concernés pour leur faire bénéficier d'une expérience fluide et efficace afin d'identifier les goulots d'étranglements qui entravent l'efficacité ainsi que les zones de croissances clés afin de les exploiter.

A ce point de notre projet nous avons les informations nécessaires sur le niveau de maturité digitale sur lequel se situe la SC de SLB, ce qui nous permet à présent de nous situer par rapport à l'objectif de l'entreprise formulé par ses décideurs qui est de passer au 100% digital, et de pouvoir définir les différentes actions nécessaires pour d'abord atteindre un niveau supérieur de digitalisation, le **Niveau 5 : Leadership**, et par la suite mettre en place une feuille de route préliminaire qui permettra l'implémentation de ces solutions.

2. Étape 2 : Comment passer au niveau supérieur de MD ? Scope sur P&S

Nous proposons de commencer par proposer des solutions de digitalisation pour la sous-fonction P&S, nous avons considéré les évolutions les plus intéressantes en matière d'approvisionnement, sourcing et supplier management.

Les achats doivent répondre plus rapidement aux demandes de l'organisation, être plus interconnectés et plus agiles, étant l'un des premiers maillons le SC le P4.0 assurera un soutien puissant aux initiatives de l'industrie 4.0 pour les collaborations, à l'intérieur mais surtout à l'extérieur des organisations.

Lorsque l'on passe à l'I 4.0, et donc au P4.0, on peut être confronté à deux défis simultanés (NICOLETTI, 2018) :

L'innovation en matière de solutions technologiques pour répondre aux besoins découlant des opportunités du marché et aux exigences de la prestation de services numérisés.

L'innovation dans les processus d'achat, les structures et, en fin de compte, également dans les ressources humaines pour relever les défis et saisir les opportunités de la transformation numérique.

La base de l'approvisionnement 4.0 est le passage de la chaîne d'approvisionnement à un réseau de valeur. Les machines intelligentes et les applications informatiques connectent toutes les fonctions et partagent les informations en temps réel. Il est également nécessaire d'optimiser les processus d'approvisionnement. L'approvisionnement 4.0 est l'intégration des technologies de l'information et de la communication et de l'automatisation au service de l'approvisionnement. Avec cette utilisation de la cybernétique dans les achats, il est nécessaire de développer un système sécurisé pour garantir que les données sont protégées et disponibles au bon moment et au bon endroit pour soutenir les activités d'achat.

L'analyse des données est probablement le principal moteur de l'approvisionnement 4.0. Les technologies et algorithmes intelligents permettent d'agréger, de traiter et d'analyser de très grands volumes de données provenant de nombreuses sources hétérogènes. Il est ainsi possible de comprendre les fournisseurs, les marchés et les clients, de prévoir les tendances du marché et d'examiner les défauts des machines et des produits. Elles peuvent permettre aux gestionnaires de prendre des décisions plus judicieuses et plus éclairées. Dans un nombre accru de cas, les analyses opérationnelles du big data peuvent piloter automatiquement les décisions d'approvisionnement.

Après avoir déterminé où se situe Schlumberger en terme niveau de maturité digitale, et avoir introduit le concept de Procurement 4.0 dans la partie ci-dessus il est temps d'introduire quelques concepts et solution digitale qui s'avérerait bénéfique pour l'entreprise et qui la fera accéder au prochain niveau de MD, pour ce faire Différentes solutions jugées intéressantes peuvent être énuméré.

Comme évoqué précédemment dans le chapitre, étant donné la complexité de la supply chain au sein de Schlumberger, ajouter à cela la rigidité de la tâche de préparer la digitalisation dans un marché qui est en voie de développement, notre analyse s'est vu focaliser sur l'activité de P&S, de ce fait nous allons essayer de proposer quelques technologies et concepts qui pourrait être implémentable à cette partie de SLB, notre choix sera guidé par le diagnostic résultant de la cartographie des processus faite dans le Chapitre 1 ainsi que le résultat que questionnaire publié auprès des employés de SLB, Après cela deux propositions seront proposées afin de solutionner les problèmes détectés lors des interviews avec les employés des équipes de Sourcing ainsi que Supplier management:

2.1. Technologies adaptées à P&S

2.1.1. Chatbot :

Un chatbot aussi nommé dialogueur ou agent conversationnel, est un agent logiciel qui dialogue avec un utilisateur, autrement dit c'est un ajout à un logiciel déjà existant afin de rendre l'expérience d'utilisation plus facile.

Cette extension apportera une grande valeur ajoutée à l'expérience journalière des employés et les aidera dans l'accomplissement de leurs tâches. Basé sur de IA elle donnera l'impression à la personne en face qu'elle est en train de dialoguer avec son collègue, l'utilisateur aura simplement à entrer son besoin (par exemple : contrat Nafta 2020) après une courte durée de recherche dans les fichiers disponibles à l'aide de cet input l'ordinateur donnera à accès rapide aux résultats les plus pertinents en relation avec la demande de la personne.

Cet assistant donnera le support nécessaire à cette personne afin de vérifier que la tâche soit accomplie sans erreurs et selon les critères établis par l'entreprise.

SAP propose une solution adéquate pour notre cas La solution SAP Conversational AI, celle-ci convient parfaitement car SLB Naf a adopté cette année l'ERP SAP.

Cette extension peut être jumelé à n'importe quel autre module SAP, dans notre cas les modules utilisées par P&S, en passant par 4 étapes (TRIBUNE D'EXPERTS) :

Train : Cette étape, qui relève de l'apprentissage automatique, permet au bot d'apprendre toutes les requêtes qu'il sera amené à faire, accompagnées d'une base de données cohérente et bien formulée qui lui permettra d'accélérer son niveau d'apprentissage et de compréhension.

Build : créer des options de réponse multiples et des séquences de conversation.

Connect : Cette étape permet de connecter le robot au système de destination, tel que SAP Ariba.

Monitor : Dans un cadre d'amélioration continue et de renforcement des performances

La figure suivante montre un exemple de fonctionnement du Chatbot :

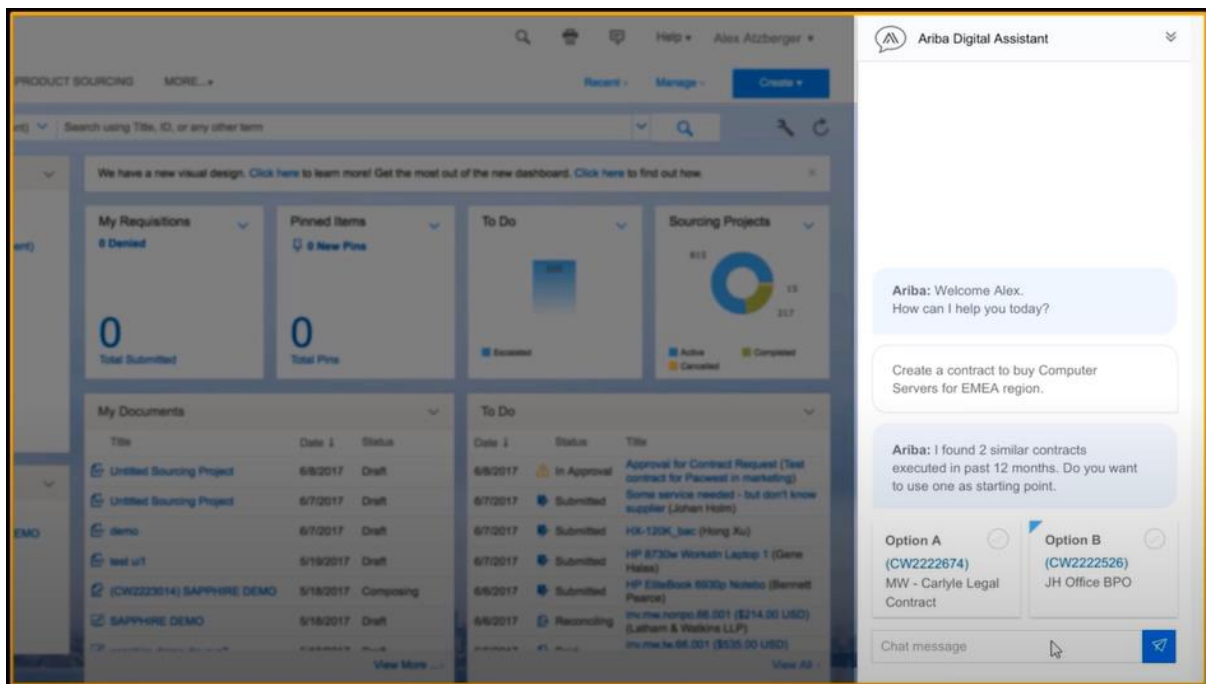


Fig. 3.5.Exemple de chatbot SAP Conversational AI – source : SAP.com

2.1.2. Virtual Reality & Augmented Reality :

Des technologies 4.0 avec comme ambition de substituer les interfaces utilisateurs traditionnelles à travers l'immersion de ce dernier dans l'environnement virtuel (VR), ou de ramener et faire apparaître des éléments dans son environnement réel (AR), ou de rapprocher les deux environnements en permettant aux objets réels et virtuels de coexister et d'interagir en temps réel (MR).

Cet outil permettra ainsi d'aider dans la gestion des entrepôts et donnera une vision des données qui seront rapprochés de l'utilisateur qui pourra donc avoir un contact direct avec la matière en question sans pour autant se déplacer de son emplacement ce qui permettra de voir, analyser, valider des éléments lointains.

SLB utilise déjà la solution SAP, et cette dernière dispose d'une extension portant le nom de SAP Fiori launchpad qui désigne la nouvelle interface utilisateur pour l'ensemble des solutions SAP. Basée sur des principes de conception modernes et s'appuyant sur la technologie UI5, elle révolutionne l'expérience utilisateur et vous permet de bénéficier de gains de productivité importants. Un projet avec Microsoft HoloLens propose une toute nouvelle expérience utilisateur avec l'utilisation des technologies de VR/AR/MR; cette nouvelles facilitera donc la phase d'implémentation au sein de SLB afin de tirer profit de ces technologies, ou on peut citer:

Une nouvelle vision et extraction des Big Data qui seront rapprochés de l'utilisateur avec la faculté d'être interactif ce qui donnera plus de marge afin d'arriver à extraire les connaissances de ces données.

Création d'applications de test de produits interactifs pour les ends users. Ces dernières pourront utiliser les produits proposés par les fournisseurs, ce qui leur donne l'occasion de se familiariser avec eux et de tester leur conformité par rapport à leur besoin de départ, ce qui permettra d'améliorer la relation entretenue avec le fournisseur et optimiser le processus de Source-to-Pay.

Les formations et réunions seront faites à l'aide de la VR ce qui donnera accès à une expérience plus immersive pour les employés en permettant d'avoir une vue en 3D sur l'objet des séances, chose qui permettra d'améliorer la communication entre les départements Les protocoles de sécurité et HSI pourront être révolutionner en mettant le personnel directement en situation de danger pour pouvoir pratiquer directement en situation réel.

2.1.3. Blockchain dans P&S

La blockchain est un soutien puissant à la transformation numérique des achats. Une base de données partagée soutient les différentes parties prenantes associées aux processus d'approvisionnement de la SC de SLB : l'entreprise, ses clients, ses fournisseurs, ses partenaires et, si nécessaire, les régulateurs. Elle gère les portefeuilles de fournisseurs, leur administration, leur approvisionnement et la gestion des éventuelles plaintes. La blockchain fournit une bonne visibilité des données partagées. Ainsi qu'un service de messagerie transparent, fiable et ininterrompu pour soutenir l'écosystème d'approvisionnement de l'entreprise. C'est une méthode pour faciliter la disponibilité et l'échange de données entre de nombreuses parties prenantes dans le processus d'approvisionnement et de sourcing, et cela en toute sécurité car elle possède la définition de "confiance numérique" dans le sens où il s'agit de données de confiance qui sont

cryptées à l'aide de tous les acteurs qui ont participé aux transactions passées. Il permet d'accroître l'efficacité, l'efficience et l'économie.

L'apport de la blockchain au sein de la sub-fonction P&S s'étend sur toutes ses activités, on peut notamment citer :

- Son utilisation lors de la participation d'un fournisseur à une offre ou de sa qualification, pour vérifier son identité ou limiter tout risque associé à l'acquisition par ce fournisseur.
- L'aide à l'échange de documents de sourcing, de garanties et de spécifications certifiées et accessibles par les deux parties. Safe Share, une organisation britannique, fournit un exemple de ce type d'utilisation de la blockchain. Elle utilise la blockchain pour confirmer les obligations entre deux parties. Cette solution facilite la livraison agile d'un produit qui répond aux besoins des clients. D'autres exemples pourraient inclure la prise en charge de différents types de contrats, de certificats et de documents similaires.
- Les devis des fournisseurs, avec les informations originales collectées auprès des vendeurs, peuvent être sauvegardés dans une blockchain pour rester irrévocables et immuables afin d'éviter de futures plaintes de vendeurs rejetés. Il en va de même pour les bons de commande, horodatés pour devenir valides.
- La blockchain peut prendre en charge la gestion des expéditions de stocks de produits finis. L'entrepôt de produits finis reçoit le produit de l'usine, l'identifie et le stocke. Il est important de garantir l'exactitude de l'inventaire et la disponibilité du produit. Ensuite, il convient avec un transporteur de l'expédition, du transport et de la livraison des marchandises au client. Avec la blockchain, toutes les parties peuvent se référer au même registre numérique. De cette manière, il serait possible d'assurer le contrôle de l'existence et la vérification de l'exhaustivité des documents d'expédition. Il serait possible de résoudre rapidement les livraisons non appariées en récupérant les données collectées tout au long des processus de réception des commandes et correctement horodatées, enregistrées, activées et étayées par des documents, le tout vivant dans la blockchain. Les litiges potentiels pourraient être résolus beaucoup plus rapidement.
- La blockchain contribue également à la gestion des flux de trésorerie liés à l'approvisionnement : ce qu'on appelle le financement du commerce. Elle enregistre les différents mouvements entre les parties. Elle permet aux clients autorisés de suivre et d'affiner les transactions de manière sécurisée et rapide en mode dématérialisé. Toutes les parties sont en mesure de vérifier immédiatement l'état de leur rapprochement.

Bien qu'elle bénéficie d'un vent favorable de la part des entreprises, ignorer son taux d'échec avant de la mettre en œuvre serait une erreur fatale. Le rapport 2019 de Gartner montre que seulement 5 % des preuves de concept (POC) parviennent au stade de la production, puis que 90 % d'entre elles ne parviennent pas à survivre au-delà des deux premières années, étant donné ce taux d'échec élevé, il est primordial de suivre des étapes de mise en œuvre afin de faire de cette mission d'implémentation un succès.

Cette technologie peut être implémenter et fonctionner avec les autres services déjà utilisés, dans le cas de SLB elle sera implémentée en utilisant 3 étapes :

Tout d'abord, il faut créer une preuve de concept, un processus qui aidera à comprendre dans quelle mesure cette technologie est valable pour votre entreprise, pour constituer cette POC, il faut suivre ces étapes :

- En premier lieu, il faudra Sélectionner la bonne blockchain, étant donné qu'il existe plusieurs versions performantes dont Ethereum, Quorum, Hyperledger Fabric, Corda ; Afin de trouver celle qui convient le mieux à l'objectif il faut se baser sur des exigences comme : solution privée ou publique, combien d'utilisateurs, contrôle sur le réseau centralisé ou décentralisé.
- Cette technologie peut être mise en œuvre auprès des fournisseurs en tant que service ce qui réduit les coûts et temps de développement de l'infrastructure. Lors de son implémentation, Les entreprises peuvent s'appuyer sur les modèles et les architectures de blockchain de géants technologiques tels que : Amazon ou AWS (Amazon Web Services), Azure de Microsoft, Oracle
- Construire et tester des solutions : Pour une nouvelle implémentation il faut opter pour des technologies blockchain qui peuvent être modifiées pour répondre aux demandes des entreprises. Pour commencer, il faut vérifier l'étendue et la profondeur de la technologie. Créez des contrats intelligents afin de s'assurer que les règles établies sont bien respectées et qu'il n'y a pas besoin d'un intermédiaire.
- Embarquement et intégration des partenaires : pour un fonctionnement efficace, la blockchain doit être intégrée à un système existant, et cela en raison des partenaires utilisent encore une plateforme traditionnelle. Il faut toujours tenir compte de cette liaison, dans le cas contraire de multiples opportunités seront perdues.
- Exploitation et gestion : lorsque la plateforme est prête, il faut construire le premier bloc avec toutes les fonctionnalités qu'il contient. Ensuite, mettre en place une connexion secondaire pour rationaliser la correspondance interne. La première étape consiste à envoyer des informations et la seconde à préparer le terrain pour que d'autres personnes puissent recevoir ces informations.
- Déploiement : il faut maintenant activer la blockchain sur le réseau. Pour les solutions hybrides qui sont une combinaison d'entités on-chain et off-chain, il faudra commencer par un serveur cloud.

Après constitution du POC, il faut passer au choix du bon protocole de consensus, parmi ces cinq :

- **Preuve de travail** : récompense les mineurs pour la résolution d'équations difficiles.
- **Preuve d'enjeu** : le développeur du protocole suivant est choisi en utilisant diverses combinaisons de qualités aléatoires.
- **Preuve de participation déléguée** : Il s'agit d'un protocole plus démocratique dans lequel les parties prenantes élisent le mineur qui développera le prochain bloc.
- **Tolérance de défaillance byzantine (BFT)**: les composants peuvent tomber en panne et l'information sur la défaillance d'un composant est imparfaite uniquement pour établir un consensus.
- **Preuve de poids** : ce protocole dépend de la balance cryptographique d'un mineur.

La dernière étape d'implémentation sera la construction de l'écosystème : lorsque le nombre de parties prenantes augmente, mettre en place un écosystème pour améliorer la

compréhension du système et favoriser la confiance. Cela peut être réalisé en se mettant d'accord sur les termes d'engagement, le partage des coûts et des récompenses sans parti pris, et le mécanisme de gouvernance.

La figure suivante illustre un Modèle de blockchain pour la sous-fonction Procurement :

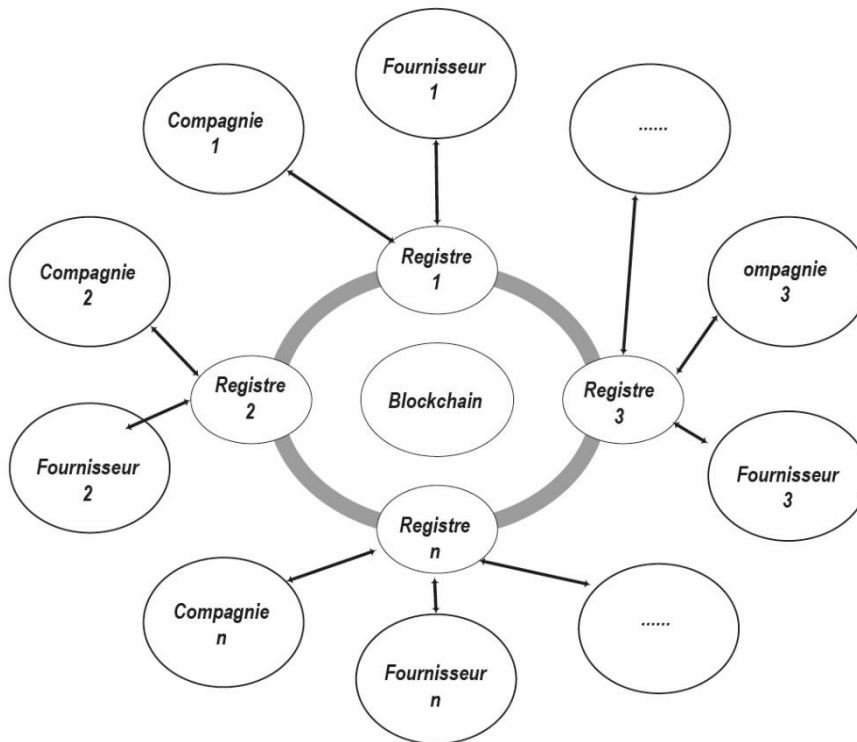


Fig. 3.6. Modèle de blockchain pour les achats

2.1.4. Capteurs :

Des technologies fonctionnant en connexion avec internet, lorsqu'elle est rattachée à une pièce de rechange ou autre, cette combinaison devient une IOT autrement dit un objet connecté permettant ainsi de suivre les déplacements de cet objet et aussi mesure quelque indicateur tel la distance parcourue, la température, pression, etc.

Cette technologie permettra de suivre les commandes effectuées auprès des fournisseurs, et de vérifier son itinéraire en temps réel ; avoir un suivi des moyens de transport dont dispose l'entreprise et améliorer la gestion de ses entrepôts.

Comme cet objet est connecté, les données sont directement envoyées à une base de données qui est mise à jour fréquemment pour avoir une vue fiable en temps réel.

L'implémentation de l'IOT se fait par le placement des capteurs sur les objets pouvant être traqués et suivis à travers les dimensions de mesure.

La configuration des capteurs se fait, l'objet étant connecté au réseau internet il ne reste plus qu'à le configurer à l'aide d'un langage de programmation tel JAVA afin que ce dernier une fois rattaché mesure les critères définis en temps réel.

Le système Procure-to-pay est l'un des domaines où l'IOT peut avoir un impact significatif. Aujourd'hui, les appareils mobiles sont fréquemment utilisés dans le processus d'approvisionnement pour accéder instantanément aux analyses, aux données de commande et à l'approbation des demandes et des factures. Couplé à l'IoT, cela peut transformer plusieurs aspects du processus d'approvisionnement à paiement, notamment la traçabilité et les analyses.

- **Traçabilité des matériaux :** l'application de l'IoT améliorera la traçabilité des produits et des matériaux tout au long de la chaîne d'approvisionnement. L'accès instantané aux données concernant leur emplacement à n'importe quelle étape de la chaîne d'approvisionnement sera nécessaire aux organisations pour rester compétitives. Les technologies de IoT peuvent être exploitées pour améliorer la traçabilité des produits en enregistrant l'emplacement, l'état et la qualité des produits pendant leur trajet de la source à l'usine ou de l'usine à l'utilisateur.
- **L'analyse :** l'IOT permet aux organisations d'avoir accès à des données plus riches que jamais. Par exemple, déployer les capteurs de suivi sur les camions de livraison permet de notifier une panne de camion ou d'identifier une panne potentielle avant qu'elle ne se produise. Les capteurs peuvent offrir des informations en temps réel sur l'état et le besoin de réparation des véhicules. L'IoT permet également aux équipes d'approvisionnement d'améliorer la visibilité et de mieux comprendre leur approvisionnement et l'utilisation des équipements.
- **Optimisation du suivi des transports :** le transport efficace des biens est l'un des objectifs essentiels des applications de transport intelligentes. L'IoT peut transformer cet espace avec le suivi et la maintenance du transport et l'optimisation de l'itinéraire. Les services logistiques utilisent déjà le GPS pour suivre et acheminer les véhicules. Avec l'IoT, on peut obtenir un plus haut degré de précision pour comprendre à quelle distance une expédition se trouve d'une destination donnée. Il n'est plus obligatoire de disposer de dispositifs IoT haut de gamme pour identifier la localisation des expéditions. Lorsque l'IoT est associé à des systèmes GPS, il est possible de suivre l'emplacement d'une expédition à un niveau granulaire.

2.1.5. Robots

Des robots dotés d'une intelligence qui ont révolutionné le domaine de la gestion des entrepôts ; notamment utilisé au sein des géants de la SC comme Amazon et AliBaba, ces machines permettent de gérer tous les aspects des entrepôts à commencer par faire l'inventaire des stocks, la préparation de commandes (comme les pièces de rechange)

Ces robots sont conçus avec une intelligence développée ce qui leur octroi le droit d'être autonome avec la capacité de porter des charges lourdes ; leur aspect connecté permet à l'utilisateur de

faire un suivi en temps réel des opérations qui sont effectuées dans l'entrepôt avec des données à jour pour vérifier les performances de ses machines.

Cette technologie représente un type IOT avancé doté d'intelligence lui permettant de faire des décisions en tenant compte de plusieurs critères ce qui réduit la nécessité d'intervention physique du personnel, cette indépendance reflète le potentiel de révolution que détient cette technologie envers le processus de Procurement, quelques exemples peuvent être mentionnés :

- La délégation des tâches répétitives aux robots (chargement/déchargement des biens, stockage, préparation commande), celui-ci grâce à son interface avec les systèmes d'information de l'entreprise afin de cartographier l'entrepôt, l'organisation des étagères et la localisation de toutes les marchandises en temps réel, Ce transfert de tâches répétitives permet d'éviter les potentiels accidents, réduire la pénibilité des tâches, et réduit la charge du personnel qui peut se focaliser sur les tâches requérant une réflexion et travail qui crée plus de valeur à l'entreprise
- Les étagères intelligentes peuvent aider à suivre l'état en temps réel de la disponibilité des produits sur les étagères. Cela, à son tour, peut aider le personnel à remplir immédiatement les zones désignées sur les étagères. De plus, les commandes peuvent être passées automatiquement pour des produits particuliers afin de s'assurer qu'ils ne sont pas en rupture de stock. Grâce aux étiquettes RFID, les informations peuvent être collectées à partir des produits, puis transférées via une interface de communication, telle qu'un lecteur RFID, vers une plateforme IoT où les données peuvent être stockées dans le format souhaité, puis analysées pour la prise de décision.
- Le traitement des factures implique une gestion de bout en bout de la facture, depuis sa réception jusqu'à son enregistrement dans le système comptable. Le traitement manuel d'une facture implique au moins 15 étapes de la procédure avant de l'enregistrer, ce qui le rend sensible aux retards et aux erreurs humaines. La RPA permet de réduire le temps et de minimiser les erreurs en automatisant le processus. L'équipe chargée des achats numérise la facture pour en extraire les données. Le logiciel compare automatiquement les données extraites avec le bon de commande. Si les champs correspondent, la facture est automatiquement enregistrée dans le système comptable. L'ensemble du processus se déroule en quatre étapes.

2.1.6. Processus de recrutement 4.0

Avec l'ère de l'I4.0 et ses nouvelles technologies émergentes, les compétences et profils disponibles sur le marché du travail s'adaptent et évoluent ; C'est dans cette optique que nous proposons de mettre à jour les critères de recrutement, en donnant un poids plus important aux compétences liées à l'industrie 4.0, lors de la sélection des nouvelles recrues, des compétences comme :

- L'analyse de Big Data.
- La maîtrise de l'IA.
- ...

Seront ajoutés dans la liste des prérequis lors de la recherche de nouveaux employés ce qui étendra l'arbre des compétences de l'entreprise en composant des équipes avec des membres plus spécialisés dans leur domaine.

2.1.7. Equipe IT local

Au sein de SLB les services IT et équipes chargée des manœuvres de digitalisation et d'implémentation sont situés dans des HUBs de l'entreprise ce qui permet la centralisation de l'information; mais génère une charge de travail envers cette équipe spécialisée avec un risque de dysfonctionnement, et en local une dépendance additionner a des délais de traitement des requêtes qui peut impactés les opérations, ces données renvoies vers l'idée de créer une équipe IT disposant des connaissances nécessaires afin de gérer les tâches digitales de complexité modérée au plus, ce qui pourrait réduire la charge de travail sur l'équipe IT globale responsable du traitement des tâches qualifiées de lourde comme l'implémentation de nouveaux modules.

2.1.8. Formation et sensibilisation

Les missions de transformation au sein des entreprises exigent la mise en place de nouvelles initiatives. Un des obstacles cachés que rencontrent les entreprises dans leur missions de digitalisation et de révolution au sein de leur organisation est le mindset de ses employés et leur rigidité face au changements, qu'il soit radical ou incrémental, de ce fait il faut préparer la ressource humaine a cette nouvelle ère du digitale, Comme le montre le résultat du questionnaire publié auprès des employés de SLB, ces derniers entretiennent une bonne relation avec le digital, ceci représente une marche en moins dans cette mission de sensibilisation.

L'initiative qu'il faudrait adopter est de mettre en place un plan de formation diviser et organiser en fonction de la disponibilité des employés afin d'introduire les nouvelles technologies qui sont en phase d'étude de faisabilité d'implémentation ce qui permettra d'introduire la VA de cette dernière et essayer d'inclure les employés dans cette démarche de décision afin de renforcer leur sentiment d'appartenance à l'organisation ce qui va favoriser une culture d'entreprise qui donne aux employés les moyens de s'engager dans la transformation numérique, d'apprendre et de collaborer.

L'utilisation de la logique de grappe dans ces séances de formation se révélerait judicieux, en regroupant chaque étage de la hiérarchie tout seul dans une séance avec le manager qui chapeaute cet étage accompagné du responsable de la formation disposant des compétences nécessaires afin de bien introduire les concepts/technologies, le manager de l'étage en question ayant déjà participé à la séance avec son étage lui permettra d'assister et de conduire sa séance, en lui permettant ainsi de travailler son leadership et de renforcer la confiance ses employés ont en lui.

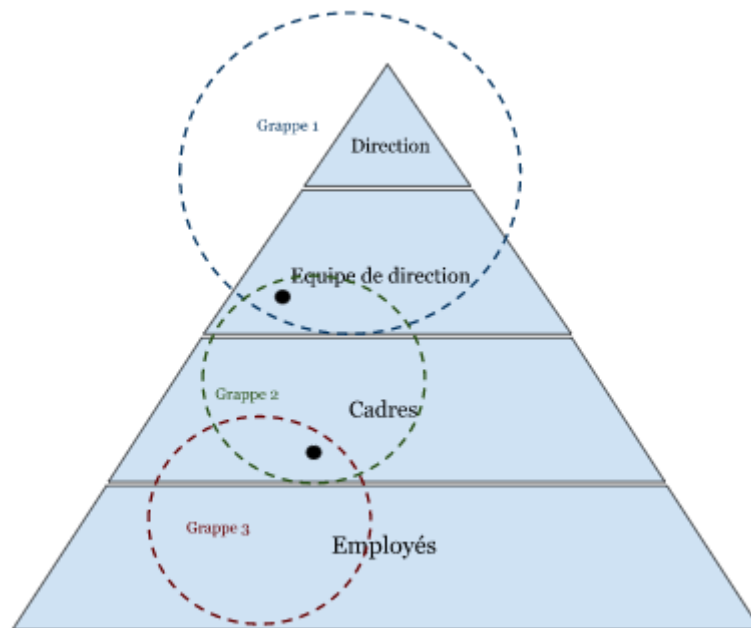


Fig. 3.7. Logique de grappe

2.2. Solutions après interview

2.2.1. Module d'agrégation de données provenant des mails

Comme déjà mentionné au-dessus, l'un des problèmes de l'équipe de sourcing détecter lors des interviews est la non possibilité de faire un suivi fiable des offres et annonces reçues de la part des potentielle nouveau fournisseurs et partenaires, ces derniers envoies leurs offres par mail, et un cumul de mail occasionne une mauvaise gestion de ses derniers ce qui amène en résultat à la perte de données précieuses et induit donc à la perte d'opportunité à l'entreprise.

La solution que nous pouvons proposer et qui est déjà disponible autre part est d'implémenter et d'utiliser un module pouvant récupérer les informations juger précieuse que peuvent comporter les mails envoyés par les fournisseurs (le jugement de l'algorithme se fera grâce à une intelligence artificielle avec un modèle entraîné avec des exemples de mails afin qu'il sache tirer les éléments à valeur ajouté tout seul après cela lors de son utilisation), toute les données recueillis par le logiciel seront ainsi regrouper et stocker dans la base de données avec l'emplacement spécifié au préalable lors de la phase d'implémentation.

Cette opération de scan se fera automatiquement lors de la réception de mail et l'utilisateur pourra classer les mails selon le besoin ; Ce dernier pourra ainsi avoir une base de données disposant d'une traçabilité fiable avec toutes les informations dont il a besoin afin d'exécuter ses tâches et permettra aussi d'avoir un plus grand panel de choix lors de la sélection de fournisseur pour satisfaire le besoin d'un end-user.

2.2.2. Template adaptatif

Comme mentionnée dans la partie au-dessus, la problématique formulée lors de l'interview avec l'équipe de Supplier management, est le manque de question que peuvent occasionner les templates génériques utilisées au sein de SLB lors des missions d'audit; de par leur aspect général, les opérateurs se trouvent parfois dans des situations face au fournisseur ou les templates n'est pas entièrement adapté ou que certains informations qui peuvent se révéler cruciales par la suite n'ont pas leur place au milieu des sections à remplir; c'est ce qui peut causer un manquement d'information et donc fausser le contrôle. L'opérateur peut incorporer quelques remarques qui se démarquent du lot et qui mérite d'être citées mais ces dernières ne seront pas prises en compte une fois la phase d'analyse arrivée.

Pour remédier à cela, il serait judicieux d'élargir le choix des templates disponibles, par exemple classer les fournisseurs selon leur activité de prestation et adapter chaque template d'enquête selon cette activité avec une petite marge de liberté laissée à la personne en tête de l'audit afin d'apporter les modifications qui paraissent pertinentes mais ces modifications seront toujours contrôlées par une étape de validation au préalable afin de ne pas fausser le contrôle.

3. Etape 3 : Feuille de route préliminaire

Les différentes solutions de numérisation adaptées à notre champ d'action étant définies, et leur mode d'implémentation explicité. Il est nécessaire de donner un ordre d'implémentation logique et chronologique à suivre pour le bon déroulement de la mise en œuvre.

A cette étape nous proposons la roadmap de digitalisation de la SC qui est l'un des objectifs du projet mené, la roadmap de digitalisation se focalise sur la partie Procure to pay de notre processus SC, elle réorganise les solutions digitales proposé selon l'ordre logique d'implémentation.

3.1. Ordre de digitalisation des sous-processus :

Les 4 sous-processus du processus SC peuvent être considérés comme des projets distincts qui peuvent être menés en parallèle. Cette approche est recommandée si l'objectif de l'entreprise est de passer rapidement et complètement à la SC 4.0, car cette dernière permet un gain de temps, mais nécessite une immobilisation considérable des ressources, tant humaines que monétaires, et provoque une perturbation importante dans l'exécution des différentes missions de l'entreprise

Pour ces raisons, une numérisation progressive par sous-processus est recommandée pour éviter toute perturbation dans l'exécution des différents processus.

Le sous-processus qui fait l'objet de notre projet est les processus Procure-to-pay, le positionnement de ce derniers dans le processus SC est illustré ci-dessous :



Fig. 3.8. Les sous processus de SLB

3.2. Feuille de route

La matrice de la figure 39 représente l'ordre chronologique de mise en œuvre des solutions numériques proposées ci-dessus. Le choix de l'ordre a été fait sur la base de la littérature et des recommandations citées dans les analyses documentaires et les guides de mise en œuvre.

Comme mentionné précédemment, cette feuille de route est une feuille de route préliminaire ne contenant pas de délais exacts mais rigoureusement estimés par la consultation d'experts dans le domaine ainsi que les guides de mise en œuvre.

Quant à l'étude budgétaire et l'estimation de la durée du projet, elles seront discutées dans la **Fig. 3.9**.

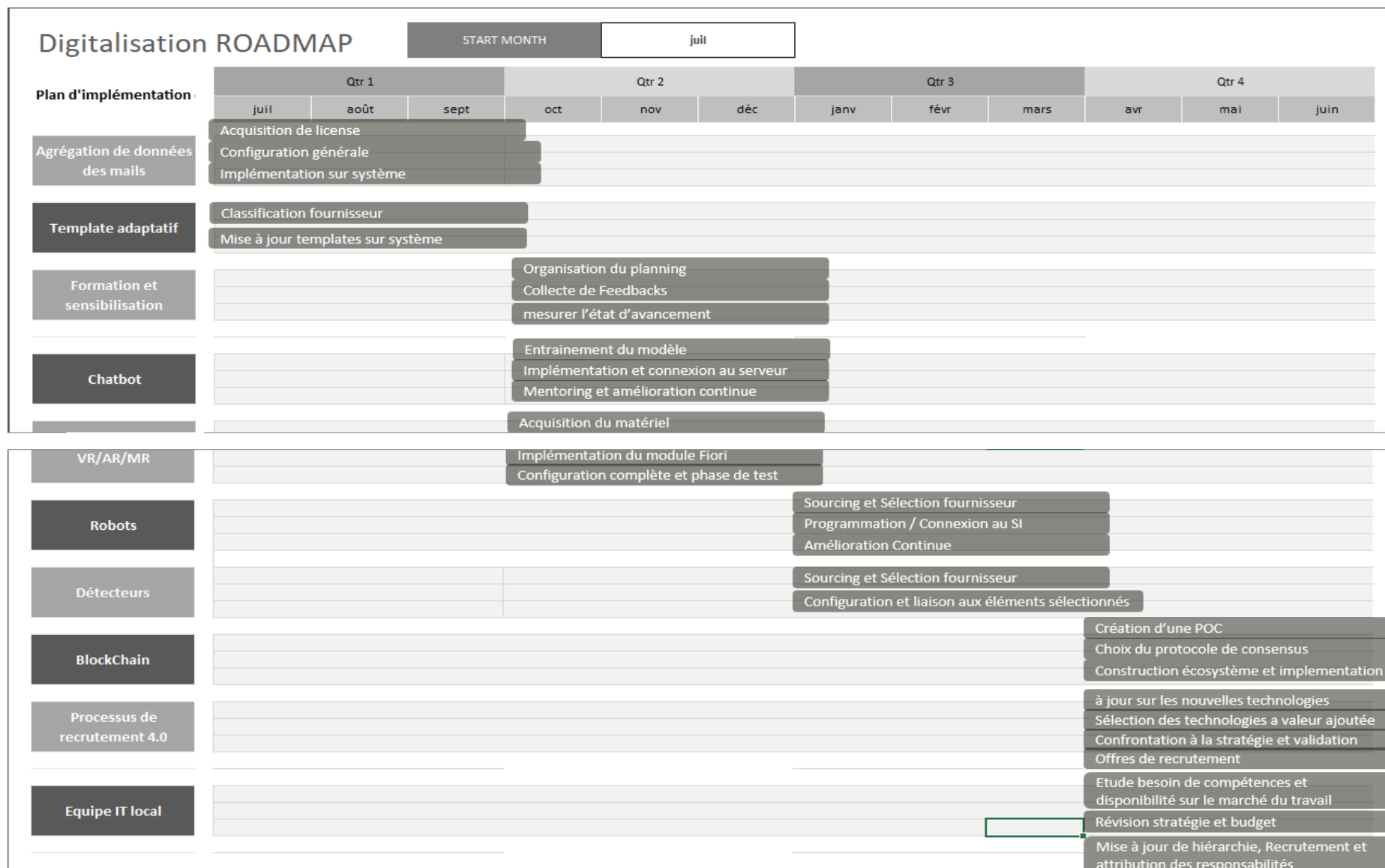


Fig. 3.9. Feuille de route de digitalisation du processus Procure-to-pay

4. Discussion et perspectives futures

Tout le long de ce chapitre, nous avons présenté la démarche suivie pour la résolution de la problématique posée et des différentes questions de recherches qui en découlent, par l'évaluation de la maturité digitale de l'entreprise et l'élaboration d'une feuille de route préliminaire de digitalisation qui aura comme champ d'action le sous-processus Procure-to-pay.

Dans un premier lieu fut élaboré un modèle de maturité digitale sous forme de questionnaire qualitatifs - soumis à l'échelle de Likert pour l'évaluation des résultats - adapté à la SC de SLB en se basant sur des modèles génériques établies, puis nous avons validé ce dernier par une étude statistique en s'appuyant sur le modèle d'équations structurelles avec l'aide de la méthode de régression des moindres carrées partielles ainsi que la théorie de l'échantillonnage qui nous a permis de déterminer la taille de l'échantillon nécessaire pour avoir des résultats significatifs.

En suite les résultats du formulaire furent exploités afin de positionner l'organisme d'accueil en termes de maturité digitale sur un référentiel composé de six niveaux, ce qui a ouvert la voie vers la détermination des gaps entre la situation actuelle et objectif pour de déterminer les axes prioritaires et opportunités d'amélioration.

Une fois le niveau de maturité obtenu, nous avons effectué une revue de la littérature et un benchmark sur les technologies I4.0 adéquat à notre champ d'action qui est le sous-processus Procure-to-pay, à l'issus de cette démarche nous avons sélectionné les solutions numériques qui permettent à la sous fonction Procurement de SLB d'atteindre le niveau de maturité digitale supérieur, les solution I4.0 sont définie et la démarche d'implémentation de celle-ci explicité ce qui nous a permis de mettre en place une roadmap préliminaire qui regroupe dans l'ordre chronologique d'implémentation les solutions numériques précédemment sélectionner.

Ainsi nous avons pu répondre à la problématique et proposé à SLB en proposant une solution satisfaisante et significative en ce qui concerne l'évaluation du niveau de maturité digitale de la SC, ce qui leur permet d'avoir une meilleur vue sur leur position actuelle, et par la proposition d'améliorations et de nouvelles solutions numériques, qui une fois implémentées donnerons à l'entreprise un avantage concurrentiel sur ses concurrents ce qui lui permettra de garder sa position de leader dans le domaine.

Reste que la feuille de route proposée qui n'est qu'une roadmap préliminaire et son déploiement demande d'abord une validation de cette dernière par une étude de faisabilité par des experts en digitalisation et une consolidation par une étude financière.

CONCLUSION GÉNÉRALE

« Le meilleur moyen de prédire le futur est de l'inventer. »

Alan Kay

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au regard de l'environnement à haute intensité concurrentielle et à forte fluctuation dans lequel évoluent les entreprises du marché des services pétroliers, se différencier devient plus que nécessaire. Pour ce faire, chacune d'entre elles doit se fixer des objectifs stratégiques lui permettant d'une part créer un avantage concurrentiel et d'une autre part d'atteindre une performance globale satisfaisante. Cela dans le but de renforcer son positionnement vis-à-vis de ses concurrents, et assurer la pérennité de son activité.

Parmi les fonctions jouant un rôle majeur dans l'atteinte de la performance globale, la Supply Chain vient se distinguer et se voit être génératrice de valeur. Pour assurer cela, la bonne adaptation de cette fonction avec la stratégie compétitive représente le secret du succès de plusieurs entreprises, conjugué à des technologies de pointe la SC peut se révéler un atout majeur pour l'entreprise comme elle peut être l'exacte inverse si celle-ci est mal entretenue. C'est pourquoi nous nous sommes penchés sur la problématique proposée par SLB Naf sur la mise en place d'une feuille de route de digitalisation des processus de la SC de l'entreprise en Algérie.

Pour ce faire, nous avons en premier lieu, une analyse de l'environnement de SLB en Algérie, en second lieu, nous avons modélisé et cartographié les processus la SC de Schlumberger Naf en suivant le référentiel de l'approche processus. Cette cartographie sur plusieurs niveaux de détails nous a permis d'avoir un diagnostic approfondi qui s'est focalisé sur la sous-fonction P&S sur le volet SI et technologies utilisées (chapitre 1).

A l'issue de ces diagnostics nous avons pu valider notre problématique, déterminer notre champs d'action et déduits plusieurs questions de recherches de cette dernière, dès lors notre mission fut tout d'abord d'évaluer le niveau de maturité digitale de l'entreprise afin de se positionner par rapport à l'objectif posé par l'entreprise, à partir de ce modèle et ses résultats nous pourrions proposer une feuille de route préliminaire qui dicte la démarche à suivre pour faire passer la SC à un niveau supérieur de digitalisation.

Des revues spécialisées des grands cabinets de conseils ainsi que quelques travaux de recherches ont été indispensables pour pouvoir appréhender la partie pratique. Après avoir pris connaissance des différents types de modèles de maturité digitale et des notions de bases en I4.0 et SC4.0 nous avons pu développer un DMM adapté à notre cas pour la suite du projet et aussi de choisir les outils mathématiques adéquats pour la validation du DMM et l'analyse de ses résultats, à l'issue de cette étape les notions de feuille de route et feuille de route de digitalisation ont été plus amplement maîtrisées.

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté les solutions apportées. Pour ce faire nous avons commencé par aborder notre Diagnostic du niveau de maturité digitale par une étude Statistique pour valider le DMM élaboré, pour ce faire une comparaison entre les modèles PLS et LISREL, le DMM fut validé grâce au modèle des moindres carrées partielles, et à l'aide de la théorie de l'échantillonnage la taille de la population sur la quel de DMM sera déployé fut déterminé à 63 personnes acteurs dans la SC de SLB Algérie à différentes échelles. Le DMM fut distribué sous forme d'office form dans les boîtes mails des employées de la SC de SLB Naf pour récolter les données nécessaires au déroulement du DMM, une fois les résultats du formulaire traités, en se basant sur l'échelle de Likert à 5 niveaux, notre niveau de maturité digitale a été déterminé.

Placer SLB sur une échelle de MD a permis de déterminer exactement quelle était l'état d'avancement de la digitale qui règne au sein de ses processus, c'est ce qui nous a guidés afin de déterminer sur quel processus se focaliser afin d'ajouter de la valeur et exploiter les occasions et creux qui sépare l'entreprise de son niveau de digitalisation actuelle et le niveau qu'elle vise à atteindre. A l'aide de recherche bibliographique autour des nouvelles technologies et tendances en termes d'Industrie 4.0 et SC4.0, Une liste d'outils et concepts a été constituée regroupant toutes les solutions potentielles viable en termes de faisabilité sur un horizon de 12 mois.

La feuille de route de digitalisation a été tracée, classons ainsi ces propositions de solutions sur un horizon temporel tout en détaillant les différentes étapes nécessaires afin de les implémenter avec succès. Cette feuille de route doit être considérée comme un support afin d'évoluer en maturité digitale et de tirer profit des nouvelles technologies qui émergent néanmoins elle est non suffisante, nécessitant ainsi une phase complémentaire d'étude en profondeur afin de valider les outils sous un angle de faisabilité et renforcer par une étude complète sur les coûts d'investissements.

De ce qui précède, nous pouvons affirmer que ce projet, malgré sa grande complexité, était une excellente opportunité pour nous d'apprendre davantage sur le secteur parapétrolier et ses acteurs en particulier en Algérie, ainsi que sur l'I4.0 et la digitalisation des processus de la SC et les différents obstacles que l'on puisse rencontrer lors de cette démarche. C'est un projet qui nous a permis de capitaliser les connaissances acquises durant notre cursus universitaire, d'apprendre que le monde professionnel est avant tout une question de relationnel et de dévouement mais aussi, l'importance de la planification et l'organisation pour avancer.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- Axess Qualité.** L'approche processus. axess-qualite.fr. [En ligne] <http://www.axess-qualite.fr/approche-processus.html>.
- Bdc.ca.** Qu'est-ce que l'industrie 4.0? bdc.ca. [En ligne] 2020. <https://www.bdc.ca/fr/articles-outils/technologie/investir-technologie/quest-ce-que-industrie-4>.
- BERGHAUS, Sabine et BACK, Andrea.** Stages in digital business transformation: results of an empirical maturity study. In : MCIS. 2016. p. 22. Disponible sur : <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1022&context=mcis2016>
- BPMS.** Bpmn-cartographie. bpms.info. [En ligne] [https://www.bpms.info/bpmn-cartographie/#:~:text=BPMN%20%2F%20Cartographie&text=Développée%20par%20%27OMG%20\(Object,par%20un%20moteur%20de%20workflow](https://www.bpms.info/bpmn-cartographie/#:~:text=BPMN%20%2F%20Cartographie&text=Développée%20par%20%27OMG%20(Object,par%20un%20moteur%20de%20workflow).
- CHANIAS, Simon et HESS, Thomas.** Understanding digital transformation strategy formation: Insights from Europe's automotive industry. 2016. Disponible sur : https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Hess-6/publication/311443349_Understanding_Digital_Transformation_Strategy_Formation_Insights_from_Europe's_Automotive_Industry/links/5c310fe2458515a4c7109a03/Understanding-Digital-Transformation-Strategy-Formation-Insights-from-Europes-Automotive-Industry.pdf
- CUESTA, Carmen, RUESTA, Macarena, TUESTA, David, et al.** The digital transformation of the banking industry. BBVA research, 2015, p. 1-10. Disponible sur : https://www.bbva-research.com/wp-content/uploads/2015/08/EN_Observatorio_Banca_Digital_vf3.pdf
- DE CAROLIS, Anna, MACCHI, Marco, NEGRI, Elisa, et al.** Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap. In : 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). IEEE, 2017. p. 487-495.
- Deloitte 2021.** Une brève feuille de route pour la transformation numérique : tirer parti de l'architecture d'entreprise pour obtenir de superbes résultats. Deloitte.com. [En ligne] 2021. <https://www2.deloitte.com/rs/en/pages/strategy-operations/articles/brief-roadmap-for-digital-transformation-leveraging-business-architecture-to-achieve-superb-results.html>.
- Didisundiman.** python-for-us. github.com. [En ligne] 24 avril 2021. <https://github.com/didisundiman/python-for-us/blob/main/00%20python%20from%20zero/plspm.ipynb>.
- EROL, Selim, SCHUMACHER, Andreas, et SIHN, Wilfried.** Strategic guidance towards Industry 4.0-a three-stage process model. In : International conference on competitive manufacturing. 2016. p. 495-501.
- Fern Fort University.** Schlumberger Limited PESTEL & Environment Analysis. Fern Fort University. [En ligne] <http://fernfortuniversity.com/term-papers/pestel/nyse4/431-schlumberger-limited.php>.
- Fernandes, Valérie.** En quoi l'approche PLS est-elle une méthode a (re)-découvrir pour les chercheurs en management ? M@n@gement. 2021, pp. 102-123.
- Finnegan, Ash.** Le modèle de maturité numérique : un guide pour une transformation digitale réussie. itproportal.com. [En ligne] 20 novembre 2020. <https://www.itproportal.com/features/the-digital-maturity-model-a-guide-to-successful-digital-transformation/>.
- G3p consulting.** 2019. Digitalization RoadMap. g3pconsulting.com. [En ligne] 2019. <https://www.g3pconsulting.com/en/digital-transformation/digitalization-roadmap>.
- Gall, Erell Le.** Cartographie des processus : définition, étapes et exemples. [En ligne] 2021. <https://blog.hubspot.fr/marketing/cartographie-des-processus>.
- GARCÍA-REYES, Heriberto, AVILÉS-GONZÁLEZ, Jonnatan, et AVILÉS-SACOTO, Sonia Valeria.** A Model to Become a Supply Chain 4.0 Based on a Digital Maturity Perspective. Procedia Computer Science, 2022, vol. 200, p. 1058-1067.
- Gaston Sanchez, Laura Trinchera.** 2010. Partial Least Squares Data Analysis Methods. 10 aout 2010, Package 'plsmpm', p. 51.
- GIMPEL, Henner, HOSSEINI, Sabiölla, HUBER, Rocco, et al.** Structuring digital transformation: a framework of action fields and its application at ZEISS. Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA), 2018, vol. 19, no 1, p. 3.
- Götz G. Wehberg.** Digital Supply Chains: Key Facilitator to Industry 4.0 and New Business Models, Leveraging S/4 HANA and Beyond. Royaume-Uni: Taylor and Francis, 2021, 315p. ISBN: 202-0-009-841.
- HAICHOOR, MOHAMED.** Contribution : « La Blockchain, un choix stratégique pour l'industrie algérienne ». Reporters.dz. [En ligne] 16 janvier 2022. <https://www.reporters.dz/contribution-la-blockchain-un-choix-strategique-pour-lindustrie-algerienne/>.
- HANSEN, Anne Mette, KRAEMMERGAARD, Pernille, et MATHIASSEN, Lars.** Rapid adaptation in digital transformation: A participatory process for engaging IS and business leaders. MIS Quarterly Executive, 2011, vol. 10, no 4. Disponible sur : <http://rasmusmoelbak.mono.net/upl/website/andet-pomrdet1/Hansenetal2011.pdf>
- Hayduk, Leslie A.** Structural Equation Modeling with LISREL: Essentials and Advances. USA : JHU Press, 1987.
- HESS, Thomas, MATT, Christian, BENLIAN, Alexander, et al.** Options for formulating a digital transformation strategy. MIS Quarterly Executive, 2016, vol. 15, no 2.

- ISSA, Ahmad, HATIBOGLU, Bumin, BILDSTEIN, Andreas, et al.** Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia Cirp*, 2018, vol. 72, p. 973-978. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118303081>
- ITIKAWA, Mauricio et SANTIAGO, Sandro Breval.** A Systematic Review on Industry 4.0 Maturity Metrics in the Manaus Free Trade Zone. *International journal of advanced engineering research and science*, 2021, vol. 8, p. 1.
- Jakobowicz, Emmanuel.** Les modèles d'équations structurelles à variables. [éd.] Addinsoft. Cours de Statistique Multivariée Approfondie. 16 janvier 2013.
- KLÖTZER, Christoph et PFLAUM, Alexander.** Toward the development of a maturity model for digitalization within the manufacturing industry's supply chain. 2017. Disponible sur: https://aisel.aisnet.org/hicss-50/in/digital_supply_chain/5/
- Kodak Alaris.** THE DIGITAL MATURITY MODEL: HOW DIGITIZING INFORMATION HELPS YOU ACHIEVE YOUR GOALS. alarisworld.com. [En ligne] <https://www.alarisworld.com/en-gb/insights/articles/digital-maturity-model#section%203>.
- KÜNG, Lucy.** Digital transformation: The organisational challenge-creating a roadmap for change. *Journalism Report V. Innovation and Transition*, 2017, p. 171-180. Disponible sur : http://www.lucykung.com/wp-content/uploads/2018/03/Digital_Transformation_organisational_challenge.pdf
- La Banque Postale.** Action Societe SCHLUMBERGER. easy bourse. [En ligne] 2022. <https://www.easybourse.com/action-societe/schlumberger/profil/AN8068571086-25>.
- LACROUX, ALAIN.** Les méthodes d'équations structurelles (MES) [en ligne]. UPHF. 2020, 27p. Disponible sur : <https://quantigre.hypotheses.org/files/2020/02/Vendredi-Quanti-20200131-Lacroux-Pr%C3%A9sentation.pdf>
- Les avantages de l'analyse cartographique de la Supply Chain. supply chain info. [En ligne] <https://www.supplychaininfo.eu/dossier-supply-chain/la-cartographie-precieux-outil-analyse-supply-chain/#:~:text=La%20cartographie%20des%20processus%20et.%2C%20textuelles%2C%20etc>
- Mariam Moufaddal, Asmaa Benghabrit, Imane Bouhaddou.** Industry 4.0: A roadmap to digital Supply Chains. 2019. Rabat, Morocco : IEEE, 2019. 1st International Conference on Smart Systems and Data Science (ICSSD). 20313509.
- McKinsey & Company.** mckinsey.com. [En ligne] 23 septembre 2020. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/what-800-executives-envision-for-the-postpandemic-workforce#:~:text=As%20nonessential%20workers%20shifted%20to,such%20as%20videoconferencing%20and%20filesharing.>
- MECALUX.** Supply Chain 4.0 (SCM 4.0): une chaîne d'approvisionnement plus intelligente. mecalux.fr. [En ligne] 10 février 2021. <https://www.mecalux.fr/blog/supply-chain-4-0>.
- Mourre, Marie-Laure.** La modélisation par équations structurelles basée sur la méthode PLS : une. [éd.] Université Paris-Est Créteil. Paris, France : s.n., 2013.
- MUEHLBURGER, Manuel, RUECKEL, David, et KOCH, Stefan.** A framework of factors enabling digital transformation. 2019. Disponible sur : https://aisel.aisnet.org/amcis2019/org_transformation_is/org_transformation_is/18
- Parviainen, Päivi, Tihinen, Maarit, Jukka Kääriäinen, and Susanna Teppola.** Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International journal of information systems and project management* 2017, vol 5, n 1, pp 63-77.
- PAULUS-ROHMER, Dominik, SCHATTON, Heike, et BAUERNHANSL, Thomas.** Ecosystems, strategy and business models in the age of digitization-How the manufacturing industry is going to change its logic. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 57, p. 8-13.
- Reis, João, Amorim, Marlene, Nuno MELÃO, and Patrícia Matos.** Digital transformation: a literature review and guidelines for future research. In *World conference on information systems and technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing* 2018. Vol 745, pp 411-421. Springer, Cham.
- Sarvari, P.A., Ustundag, A., Cevikcan, E., Kaya, I., Cebi, S.** Technology Roadmap for Industry 4.0. In: *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation.* Springer Series in Advanced Manufacturing. Springer, Cham. 2018. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_5
- SCHALLMO, Daniel, WILLIAMS, Christopher A., et BOARDMAN, Luke.** Digital transformation of business models—best practice, enablers, and roadmap. In : *Digital Disruptive Innovation.* 2020. p. 119-138.
- SEHLIN, Daniel, TRUEDSSON, Maja, et CRONEMYR, Peter.** A conceptual cooperative model designed for processes, digitalisation and innovation. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 2019. SLB 2022. SLB.com Our History. Schlumberger. [En ligne] 2022. <https://www.slb.com/who-we-are/our-history>.
- SLB Ltd.** Management Handbook Supply Chain Processes & Jobs. Release 19.3. 2021.
- Strategik.** Qu'est ce que l'approche processus ? strategik.ne. [En ligne] 2020. <https://www.strategik.net/blog-iso-9001/comprendre-approche-processus/>.
- Tenenhaus, Michel.** La régression PLS: théorie et pratique. s.l. : Editions TECHNIP, 1998.
- Thomas Mrozek, Daniel Seitz, Kai-Uwe Gundermann, Matthias Dicke.** Digital Supply Chains: A Practitioner's Guide to Successful Digitalization. New York : Campus Verlag, 2020, 310p. ISBN 978-3-593-44397-3.
- Turan Paksoy, Sadia Samar Ali, Cigdem Gonul Kochan.** Logistics 4.0: Digital Transformation of Supply Chain Management. New York: CRC Press, 2021, 369p. SBN: 2020027404
- ZAOU, Fadwa et SOUISSI, Nissrine.** Onto-Digital: An Ontology-Based Model for Digital Transformation's Knowledge. *innovation*, 2018, vol. 5, p. 6.

Bibliographie

ZAOUI, Fadwa, ASSOUL, Saliha, et SOUISSI, Nissrine. What Are the Main Dimensions of Digital Transformation? Case of an Industry. International Journal of recent technology and engineering (IJRTE), 2019, vol. 8, no 4, p. 9962-9970.

Zouaghi, Iskander. Maturité supply chain des entreprises : conception d'un. Gestion et management. Grenoble : Université de Grenoble, 2013. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01015950/document>

Annexes

1. Annexe A : Outils de diagnostic d'entreprise.

1.1. PESTEL

Toutes les organisations doivent contrôler et identifier tous les facteurs externes de l'environnement, qui peuvent avoir un impact sur leurs opérations. Beaucoup d'entre eux ne peuvent être contrôlés par l'organisation, mais leurs implications doivent être comprises.

L'un des outils les plus populaires pour identifier ces facteurs externes est l'analyse PESTEL.

Cet outil permet de déterminer et d'analyser les facteurs clés de changement dans l'environnement des entreprises.

PESTEL est un outil d'analyse et d'organisation stratégique. Il permet d'identifier les différents facteurs d'influence macro-économique qui déterminent la politique globale de l'entreprise et particulièrement vis-à-vis de son domaine d'Activité Stratégique.

L'analyse PESTEL porte sur l'environnement externe en le subdivisant en six grandes catégories : Politique, économique, social, technologique, écologique, légal. (Besson, 2010)

L'image complète des facteurs externes devrait impliquer et s'appuyer sur une variété de facteurs différents à travers l'organisation. Tous ces facteurs peuvent faire l'objet de recherches et d'analyses approfondies.

Cet outil peut être utilisé pour :

- La planification d'entreprise ;
- La planification du marketing ;
- La planification stratégique ;
- La planification organisationnelle ;
- Le développement de produits ;

Les Facteurs Politiques : Ces facteurs tiennent compte de la situation politique d'un pays et du monde, tels que la stabilité du gouvernement, l'emploi et lois opérationnelles, Réglementation fiscale, Restrictions commerciales Problèmes de bureaucratie ou réforme...

Les Facteurs Économiques : Les facteurs économiques ont une influence majeure sur la façon dont les organisations gèrent leurs affaires et sur leur rentabilité. Tels que : Finance et crédit, Pratiques de travail, PIB et PNB...

Les Facteurs Sociaux : Les facteurs sociaux ont un rôle majeur à jouer au niveau des marchés mondiaux et internationaux. La réussite des entreprises résulte de la recherche approfondie dans ce domaine.

Les Facteurs Technologiques : comme le recours à l'externalisation, la couverture du réseau, la propriété intellectuelle, recherche et développement, l'activité gouvernementale et législation et l'efficacité de la production.

La technologie évolue chaque minute et les entreprises doivent donc rester connectées tout au long du chemin et s'intégrer quand cela est nécessaire.

Les Facteurs Environnementaux : Ces dernières années, l'aspect environnemental de la vie des entreprises a progressivement gagné en importance. Avec la mondialisation, cet aspect est devenu plus significatif car l'impact des actions d'une organisation peut se faire sentir en dehors de son pays d'origine et peut entraîner des pénalités financières non quantifiables.

Par exemple, l'état physique, l'étendue et la maturité de l'infrastructure d'un pays peuvent imposer des coûts non économiques à une organisation.

Les Facteurs Légaux : La liste des facteurs juridiques dans l'analyse PESTEL doit inclure la législation actuelle et future qui peut avoir un impact sur l'industrie dans des domaines tels que la concurrence, l'emploi, la santé et la sécurité.

Quelques exemples : fiscalité, publicité, conformité, emploi, importation/exportation, organismes de réglementation.

Pour maximiser les avantages de l'analyse PESTEL, elle doit être utilisée régulièrement au sein d'une organisation afin de permettre l'identification de toute tendance.

L'impact d'un certain facteur externe peut avoir des conséquences plus graves pour une division ou un département particulier.

La technique PESTEL peut aider à clarifier les raisons pour lesquelles un changement est nécessaire et à identifier les options potentielles.

1.2. L'Approche processus

N'importe quel organisme est composé de nombreux processus liés les uns aux autres et qui doivent parfaitement fonctionner ensemble si l'on veut être performant. L'approche processus est une méthode destinée à maîtriser et améliorer le fonctionnement d'un organisme.

C'est une méthode dynamique par essence visant à décomposer les activités créatrices de valeur étape par étape pour en étudier le fonctionnement et leurs interactions afin d'améliorer l'organisation de l'entreprise.

Elle est à la fois une méthode de modélisation et une méthode d'amélioration des activités.

Un processus est un moteur à transformer centré sur une finalité. Il reçoit des éléments d'entrées aussi appelés « input » (matières premières, informations, compétences...) et y apporte une valeur ajoutée, dont le résultat est appelé « output ». L'input de certain processus est l'output du processus qui le précède.

Il n'a pas forcément d'unité de lieu défini, un processus peut recouper des personnes travaillant à différents endroits et services (strategik, 2020).

Les processus sont souvent regroupés en 3 familles :

- Processus de réalisation :

Processus contribuant directement à la réalisation du produit ou du service, depuis la détection du besoin du client à sa satisfaction. Ils correspondent au cœur de métier de l'organisme.

Exemples : recherche et développement, conception, fabrication, livraison ...

- Processus support (ou de "soutien") :

Processus qui contribuent au bon déroulement des autres processus en leur apportant les ressources nécessaires.

Exemples : maintenance, ressources humaines, maîtrise de la documentation ; métrologie ...

- Processus de management (ou de "direction")

Processus qui contribuent à la détermination de la stratégie, de la politique qualité et au déploiement des objectifs à travers tous les processus de l'entreprise. Ils permettent leur pilotage et la mise en œuvre des actions d'amélioration (Axess Qualité).

La détermination de tous les processus de l'organisme est la première étape de l'approche processus. Ces processus, ainsi que leurs séquences et interactions peuvent idéalement être représentés à travers une cartographie des processus.

1.3. La cartographie des processus

La cartographie des processus d'une entreprise est une représentation graphique de tous les processus liés entre eux par des liens logiques d'informations, de matière ou de production. Elle donne une vue d'ensemble de l'activité de l'entreprise et permet d'appréhender de façon objective l'organisation du travail.

Elle offre une vue globale du fonctionnement d'un organisme. Elle permet de visualiser ses processus, leurs interactions et distingue les processus de réalisation, les processus support et les processus de management.

- Permet une meilleure compréhension du fonctionnement par le personnel ;
- Facilite le pilotage global de l'organisme ;
- Facilite l'intégration des nouveaux collaborateurs ;
- Met en évidence la finalité des activités et l'implication nécessaire de tous (Gall, 2021).

Une cartographie des processus représente la réalité des processus de l'entreprise de la manière la plus fidèle possible. Il s'agit d'une démarche qui vise l'amélioration. Le processus schématisé doit donc être bien compris pour être analysé en vue de futures améliorations (Gall, 2021).

Les 9 étapes suivantes permettent de construire une cartographie des processus pas à pas, en respectant la logique de l'exercice.

- Définir les objectifs des processus
- Déterminer des résultats (outputs) pour chaque processus
- Identifier les clients de chacun des processus
- Déterminer les entrées (inputs)

- Indiquer les ressources utilisées pour chaque processus
- Identifier les fournisseurs
- Mettre en avant les contraintes et les règles opérationnelles
- Définir la documentation à produire pour chaque processus
- Mettre en avant des axes d'amélioration des processus

1.4. BPMN

Développée par l'OMG (Object Management Group), BPMN est une notation graphique standardisée pour modéliser des procédures d'entreprise, en vue de leur exécution par un moteur de workflow (BPMS).

Le standard BPMN a pour principal objectif de proposer un langage de modélisation commun pour combler les lacunes entre la conception des processus métier (modèle métier) et leur mise en œuvre technologique (modèle technique).

Limitations	Points forts	Points faibles
<p>Notation simple mais complexe (plus de 100 objets)</p> <p>Orienté flux de travail</p> <p>Adapté à une analyse commerciale limitée (absence de certains objets commerciaux importants)</p>	<p>La majorité des outils du marché prennent en charge la notation BPMN</p> <p>Rapprochement des processus métier de leur implémentation technique</p> <p>La prise en compte des objets de règles métier, de l'escalade, ... dans la nouvelle version 2.0</p>	<p>Pas de distinction sémantique entre le modèle métier (non exécutable) et le modèle technique (exécutable)</p> <p>Aspect graphique non défini dans la norme et donc différent d'un outil à l'autre</p> <p>Qualité variable de l'implémentation dans les outils de BPM</p>

Tableau 1 : tableau résumé BPMN – source BPMS

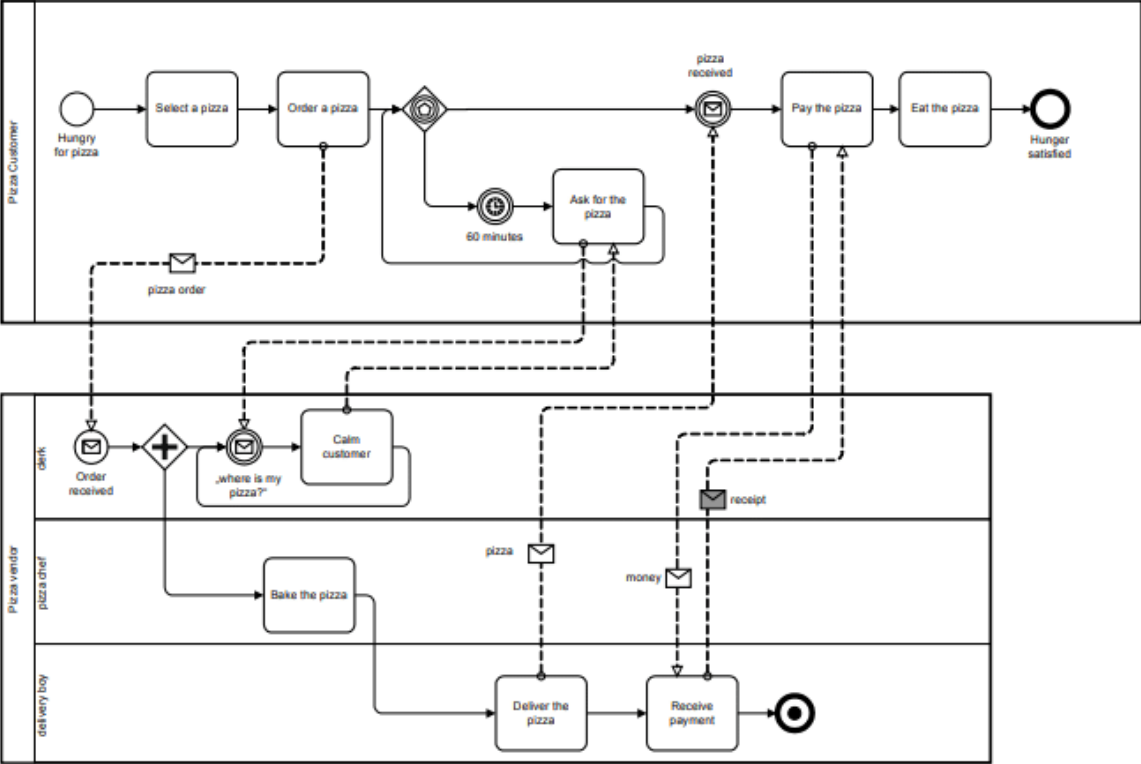
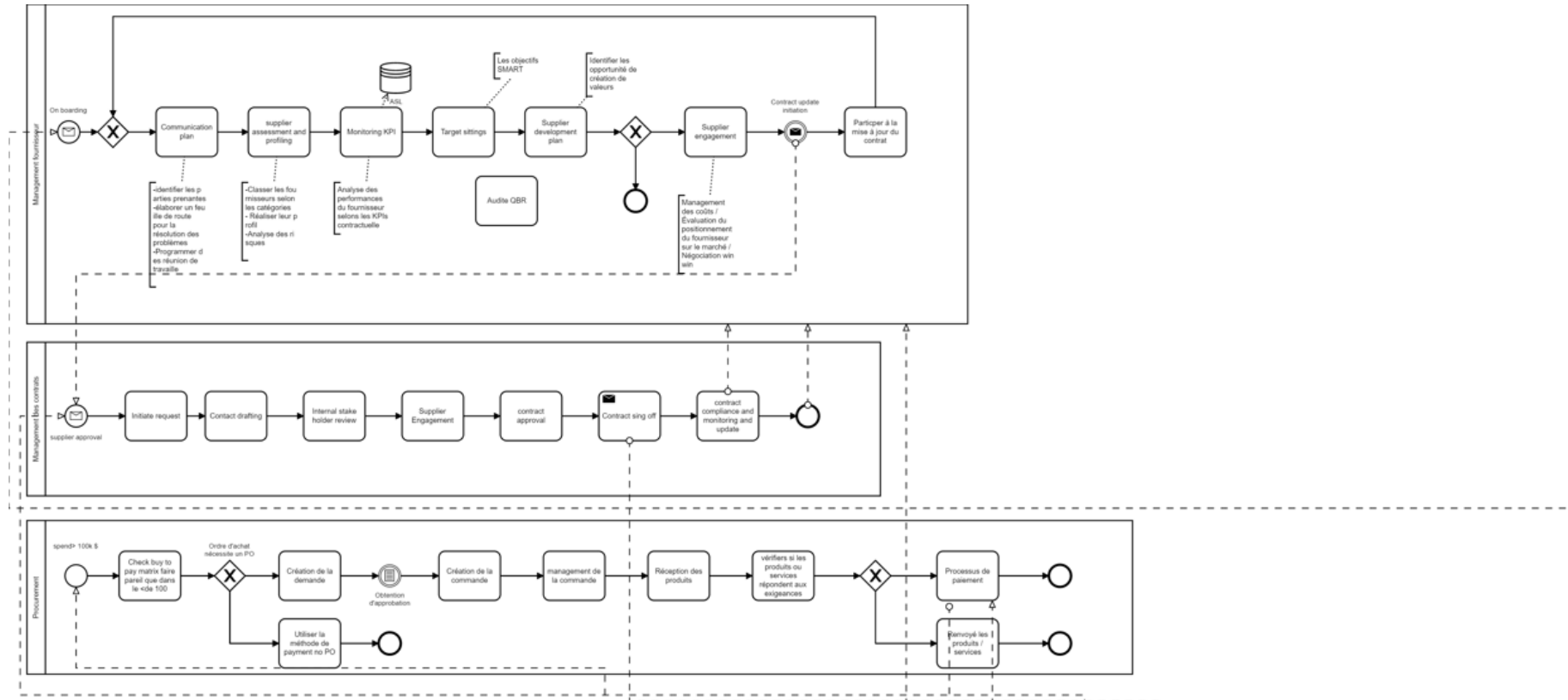
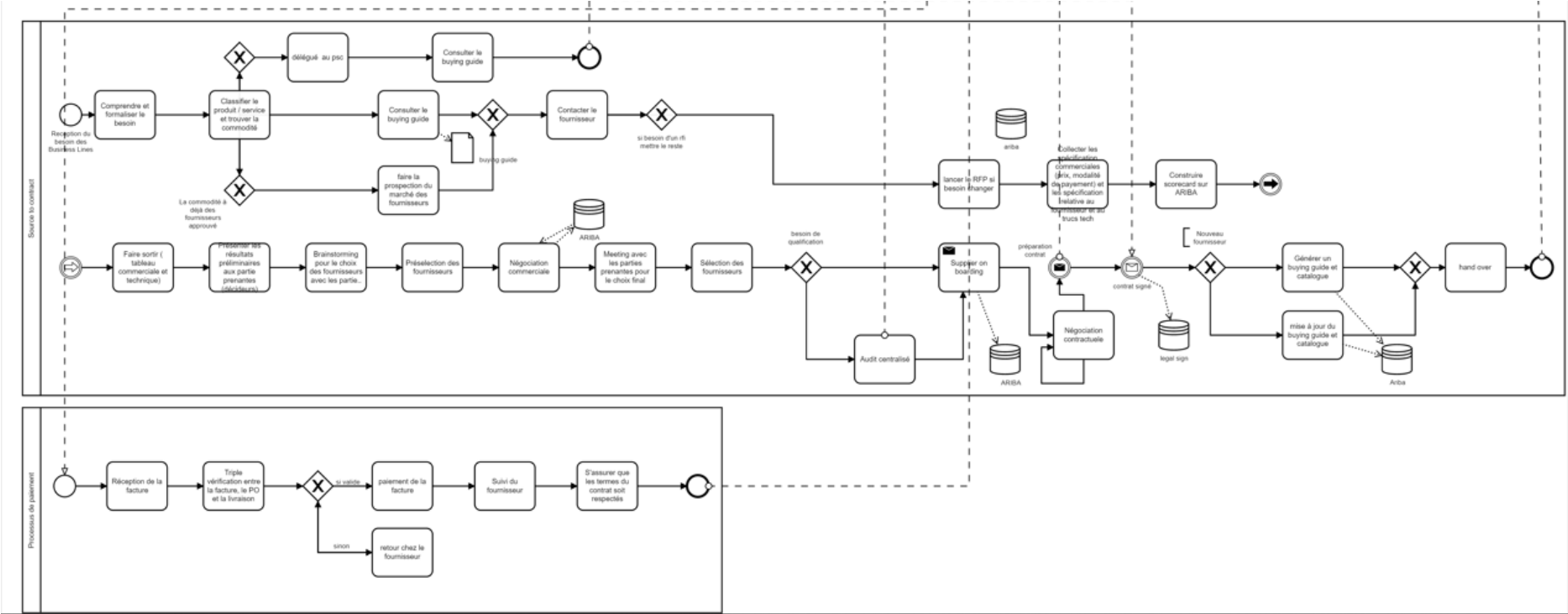


Fig. 0.1: exemple de cartographie par le langage BPMN – source : <https://www.celge.fr>

4. Annexe B : Cartographie du niveau 4





5. Annexe C : Questions du formulaire

Outil d'évaluation de maturité digitale

Dans le cadre de la résolution de notre problématique de feuille de route de la digitalisation au sein de Schlumberger, il y a l'étape de diagnostic de la maturité digitale qui s'appuie sur cet outil d'évaluation ci-dessous. Cette enquête, séparée en 5 parties différentes, permettra de déterminer le niveau de maturité digitale auquel appartient Schlumberger.

* Obligatoire

Renseignement

1. Quelle est votre Job code? *

Suivant

* Obligatoire

Intégration de la technologie

2. Dans quelle mesure Schlumberger implique-t-elle les employés dans ses actions de décision avec le numérique ? *

- Aucun vue sur les actions concernant le digital.
- Les employés sont généralement informés des prochaines mises en œuvre de la technologie numérique.
- Les employés participent parfois à la planification de la mise en œuvre des technologies numériques et à l'élaboration de leurs nouvelles méthodes de travail.
- Les employés sont impliqués dans les décisions d'ordre opérationnel et tactique seulement.
- Toujours impliqué dans la planification de la technologie numérique.

3. A quelle fréquence sont utilisées les nouvelles technologies? *

- Aucun nouvelle technologie n'est implémenter ou utilisé.
- Un plan est mis en place pour les intégrer dans les processus.
- Les nouvelles technologies sont utilisées mais a basse fréquence.
- Certaines technologies sont utilisées pour des tâches élémentaires.
- Les nouvelles technologies sont implémenter et utilisées sur toute les processus.

4. Schlumberger réalise t-elle des investissements stratégiques dans le numérique? *

- Aucun investissement n'est réalisé.
- Seul les investissements à bas coup et grand impact sont considérés comme intéressants.
- Un investissement est engagée seulement quand en cas d'un besoin critique.
- L'entreprise suit un plan à long terme aligné sur les activités actuelles et les besoins opérationnels.
- L'entreprise suit un plan à long terme qui s'aligne activement sur les besoins commerciaux et opérationnels actuels et futurs.

Précédent

Suivant

* Obligatoire

Organisation et leadership

5. Comment est le niveau de leadership ressenti autour du digital? *

- Il n'y a pas de leadership numérique clair à tous les niveaux.
- Le responsable numérique est limité à un rôle tactique.
- Le responsable numérique est impliqué dans le stratégique quand l'occasion se présente.
- Il existe un responsable numérique senior activement investi.
- Il y a un leadership à tous les niveaux.

6. Comment se fait l'apprentissage du numérique au non initié? *

- Il n'y a pas de tel processus, les équipes spécialisées s'occupent des tâches numériques.
- Les experts numériques enseignent aux autres sur une base ad hoc. Le budget de formation est très faible.
- Il y a un petit budget pour les compétences numériques de base dans les rôles d'experts numériques.
- L'amélioration des compétences numériques est une priorité pour tous. Les équipes comprennent leur rôle dans le changement numérique.
- Une équipe d'apprentissage dirige le développement des compétences et des comportements numériques à tous les niveaux de l'organisation.

7. Quelle est l'avis des employés sur le digital? *

- Le personnel se méfie du numérique et tente de l'éviter.
- Le personnel laisse des spécialistes s'occuper du numérique.
- Le personnel comprend la valeur du numérique et veut en savoir plus.
- Le numérique est considéré comme la clé du succès.
- Le numérique est le principal moyen pour réaliser la mission et est intégré à tout.

Précédent

Suivant

* Obligatoire

La stratégie

8. Quelle est l'approche de Schlumberger envers le digital? *

- Aucun apport/avantage n'est ressenti.
- Perçue avec une valeur stratégique limitée.
- La technologie numérique est vue comme un atout importante mais insuffisant pour supporter la stratégie.
- La technologie numérique est importante pour soutenir la stratégie établie.
- Schlumberger revois en permanence sa stratégie en fonction des opportunités et des menaces associées aux technologies numériques émergentes.

9. Comment jugez vous le budget alloué à la digitalisation et aux nouvelles technologies? *

- Le budget ne couvre que le strict nécessaire.
- Le budget soutient la structure actuelle mais ne permet pas d'améliorations.
- Le budget permet de tester de nouvelles idées dans des domaines prioritaires.
- Le budget soutient des modes de pensée et d'action de plus en plus numériques.
- Un budget sain pour l'évolution continue des opérations numériques.

10. Comment est la stratégie de recrutement en vue de cet intérêt pour les nouvelles technologies? *

- L'accent est mis sur les compétences techniques hormis digitales.
- Des compétences digitales tel la programmation sont incluses dans certains rôles dans l'organisation.
- Des compétences numériques générales sont requises pour les postes de l'ensemble de l'organisation.
- Les compétences numériques stratégiques sont systématiquement incluses dans les descriptions de poste.
- Les nouvelles recrues ont toutes des compétences numériques. Toutes les descriptions de poste incluent des compétences numériques pertinentes.

Précédent

Suivant

* Obligatoire

Innovation digitale

11. Dans quelle mesure l'innovation numérique est-elle encouragée et soutenue chez Schlumberger?

*

- Il n'y pas d'espace laissé pour l'innovation.
- Elle se heurte généralement à l'indifférence ou à la résistance.
- Résultat d'initiative personnelle de l'employé et est accepté selon son apport.
- L'innovation est généralement soutenu et encouragé.
- L'innovation est systématiquement initiée, et soutenue.

12. Schlumberger utilise t-elle des technologies numériques pour engager des processus automatisés et flexibles?

*

- Les processus sont dépendent principalement du travail manuel.
- Quelque processus sont automatisés mais toujours dépendant une ressource humaine.
- D'innombrables processus sont automatisés et s'adapte selon les conditions interne et externe.

13. L'infrastructure IT de l'entreprise offre t-elle la stabilité nécessaire pour supporter l'innovation *

- perturbent notre activité et nos opérations.
- Les services IT sont suffisamment stables pour soutenir nos activités et opérations actuelles, mais il est difficile d'y ajouter de nouvelles fonctionnalités numériques.
- Les services IT sont suffisamment stable et flexibles pour soutenir les activités et opérations actuelles et la mise en œuvre de nouvelles fonctionnalités numériques pour répondre aux nouvelles demandes.

Précédent

Suivant

* Obligatoire

Information et système

14. Analyse de données *

- Des KPIs existent, mais les progrès sont mesurés selon la situation.
- Des KPIs pertinents sont définis et font l'objet de rapports, mais les leçons ne sont pas toujours utilisées.
- Les données sur les performances sont collectées et regroupées, mais elles sont difficiles d'accès.
- Les données globales sur les performances sont rapidement et facilement accessibles.
- Les données globales sur les performances sont toujours disponibles et sont utilisées de manière stratégique.

15. Comment jugez-vous la stabilité et l'efficacité des systèmes informatiques? *

- Les systèmes ont une portée limitée et ne sont pas intégrés. Ils peuvent être peu sûrs.
- Les systèmes ne répondent pas à certains besoins de l'organisation.
- Les systèmes sont stables et permettent des opérations de base.
- Les outils et les systèmes permettent d'améliorer l'efficacité.
- Les outils et systèmes interconnectés offrent aux utilisateurs une expérience fluide et efficace.

16. Quelle est la politique des données suivie au sein de l'entreprise? *

- Les données de l'organisation sont éparpillées et concernent essentiellement des activités hors ligne.
- Les données sont considérées comme importantes pour l'organisation. La qualité et l'utilisation s'améliorent dans certains domaines.
- Il y a une politique claire pour la gestion des données. Les données sont intégrées et analysées.
- Des données intégrées et de qualité sont utilisées dans une grande partie de l'organisation.
- Les données réelles sont utilisées dans toute l'organisation pour façonner les décisions et les performances.

Précédent

Envoyer

6. Annexe E : Code Python utilisé pour l'étude statistique

▾ Importation des bibliothèques nécessaires

```
[ ] import pandas as pd, plspm.config as c
    from plspm.plspm import Plspm
    from plspm.scheme import Scheme
    from plspm.mode import Mode
    from plspm.bootstrap import Bootstrap
```

▾ Importation et preparation des données

```
[ ] df = pd.read_excel("data2.xlsx", index_col= False)
```

```
[ ] df.columns = ['integ.1','integ.2','integ.3','orga.1','orga.2','orga.3',
                 'strat.1','strat.2','strat.3','innov.1','innov.2','innov.3','si.1','si.2','si.3,']
```

▾ Définition du modèle interne

```
[ ] structure = c.Structure()
    structure.add_path(["DM"], ["integ","orga","strat","innov","si"])
```

▾ Définition du modèle externe

```
[ ] config = c.Config(structure.path(), scaled =False)
    config.add_lv_with_columns_named("integ", Mode.A, df, "integ.")
    config.add_lv_with_columns_named("orga", Mode.A, df, "orga.")
    config.add_lv_with_columns_named("strat", Mode.A, df, "strat.")
    config.add_lv_with_columns_named("innov", Mode.A, df, "innov.")
    config.add_lv_with_columns_named("si", Mode.A, df, "si.")
```

```
[ ] plspm_calc = Plspm(df, config, Scheme.CENTROID)
```

▾ Etape 1: Évaluation du modèle de mesure

Unidimensionnalité

Alpha de Cronbach doit être ≥ 0.7

```
[ ] print(plspm_calc.unidimensionality())
```

	mode	mvs	cronbach_alpha	dillon_goldstein_rho	eig_1st	eig_2nd
si	A	3.0	0.763911	0.864120	2.038820	0.538483
innov	A	3.0	0.845033	0.907163	2.297059	0.525215
strat	A	3.0	0.808739	0.888118	2.181436	0.596868
orga	A	3.0	0.931797	0.956755	2.642057	0.282187
integ	A	3.0	0.831259	0.900270	2.255532	0.586169


```
[ ] print(plspm_calc.outer_model())
```

	weight	loading	communality	redundancy
innov.1	0.638442	0.933799	0.871981	0.035107
innov.2	0.255377	0.895243	0.801461	0.032268
innov.3	0.255377	0.736564	0.542527	0.021843
integ.1	0.474403	0.891044	0.793959	0.026866
integ.2	0.067772	0.706915	0.499729	0.016910
integ.3	0.542175	0.906545	0.821824	0.027809
orga.1	0.417646	0.954817	0.911676	0.110432
orga.2	0.150353	0.885761	0.784573	0.095036
orga.3	0.217176	0.947716	0.898165	0.108795
si.1	0.424779	0.872334	0.760967	0.001576
si.2	0.212390	0.703718	0.495219	0.001026
si.3	0.424779	0.863199	0.745113	0.001543
strat.1	0.338319	0.867326	0.752254	0.006270
strat.2	0.451092	0.885223	0.783620	0.006531
strat.3	0.338319	0.791139	0.625901	0.005216

```
▶ print(plspm_calc.crossloadings())
```

	DM	si	innov	strat	orga	integ
integ.1	0.165869	0.452584	0.396361	0.436590	0.272433	0.891044
integ.2	0.024161	0.540653	0.539897	0.524319	0.533174	0.706915
integ.3	0.177297	0.528529	0.328262	0.489384	0.246260	0.906545
orga.1	-0.449521	0.331430	0.723223	0.517366	0.954817	0.283411
orga.2	-0.160280	0.415797	0.620801	0.513568	0.885761	0.262942
orga.3	-0.216757	0.436339	0.653612	0.533746	0.947716	0.320275
strat.1	0.091077	0.544848	0.585348	0.867326	0.498295	0.588438
strat.2	0.088648	0.539960	0.461265	0.885223	0.447563	0.400167
strat.3	0.056087	0.173296	0.498929	0.791139	0.477570	0.413418
innov.1	-0.240563	0.466406	0.933799	0.469718	0.636636	0.398734
innov.2	-0.098058	0.264794	0.895243	0.602940	0.658299	0.341773
innov.3	-0.095346	0.432494	0.736564	0.578074	0.634633	0.311551
si.1	0.042033	0.872334	0.426688	0.410930	0.409282	0.543892
si.2	0.023776	0.703718	0.616288	0.492716	0.549690	0.399151
si.3	0.040555	0.863199	0.269279	0.357608	0.177072	0.427198

▼ Etape 2: Evaluation du modèle de structure

Equations de regression de la variable latente globale

```
[ ] print(plspm_calc.inner_model())
```

	from	to	estimate	std error	t	p> t
index						
DM -> si	DM	si	0.045512	0.157950	0.288142	0.774726
DM -> innov	DM	innov	-0.200653	0.154898	-1.295388	0.202613
DM -> strat	DM	strat	0.091292	0.157454	0.579805	0.565298
DM -> orga	DM	orga	-0.348038	0.148229	-2.347984	0.023908
DM -> integ	DM	integ	0.183952	0.155416	1.183615	0.243552

```
[ ] print(plspm_calc.inner_summary())
```

	type	r_squared	r_squared_adj	block_communality	\
innov	Endogenous	0.392573	0.377388	0.738656	
integ	Endogenous	0.467694	0.447821	0.705171	
orga	Endogenous	0.218738	0.199207	0.864805	
si	Endogenous	0.461741	0.448284	0.667100	
strat	Endogenous	0.332154	0.315457	0.720592	

	mean_redundancy	ave
innov	0.304604	0.775916
integ	0.263285	0.638584
orga	0.184652	0.844171
si	0.299092	0.647750
strat	0.257790	0.776117

▼ Etape 3: Evaluation du modèle Complet

```
[ ] plspm_calc.goodness_of_fit()
```

```
0.5086611216385858
```