

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

Schlumberger



Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Industriel

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

**Contribution à l'amélioration de la performance
d'une Supply-Chain en utilisant TRIZ et SCOR**
Application : Schlumberger Algérie

Présenté par :

M. Hakim ALMANSBA

Mlle. Selma BRAHAM CHAOUICHE

Dirigé par :

Mlle. Nacéra Aboun

Juin 2013

Remerciements

Nous exprimons toute notre gratitude à Mlle Nacéra Aboun pour les conseils qu'elle nous a prodigués et pour nous avoir guidés dans la réalisation de notre travail.

Nous adressons également, nos sincères remerciements à Monsieur Mohamed Saïd Si Abderrahmane, Manager du département Logistics de Schlumberger Algérie, pour sa patience et sa grande disponibilité.

Nous tenons à remercier aussi, l'ensemble de nos professeurs du Génie Industriel, pour nous avoir éclairés durant ces dernières années.

Nous remercions également, l'équipe Logistics de Schlumberger, pour nous avoir accueillis et intégrés au sein de leur grande famille.

Et enfin nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'accomplissement de notre projet.

S. Braham-Chaouche & H. Almansba

Dédicaces

A mes parents, que j'aime tant, ma première école, qui m'ont protégé et toujours cru en moi,

A mes adorables sœurs Tinhinane et Yasmine,

A mes Grand-mères,

A ma tante adorée Zhor,

A mes deux cousins Sofiane et Tarik,

A ma meilleure amie Selma

A mes amis,

A tous ceux que j'aime,

Hakim

A la mémoire de mon Père et mon Grand-père,

A ma Mère, ma raison d'être sans qui je ne serais rien aujourd'hui,

A ma Grand-mère que j'aime tant,

A ma sœur Asma et mes tantes adorées : Assia, Fahima, Nabila et Zohra,

A mes cousins et mes oncles : Khaled, Mehdi et Mohand,

A mes amis : Yacine, Mohammed, Lilia et Hakim,

Selma

Résumé et mots clés

ملخص : الهدف من هذا العمل هو المساهمة في تحسين أداء سلسلة التوريد لـ Schlumberger. أولاً، تم إجراء التدقيق SCOR على سلسلة التوريد بأكملها من أجل تحديد الخلل فيها. في الخطوة الثانية، تم واحدة اختيار من هذه المشاكل و هو عدم استخدام VMI لتطبيق النظرية مبتكرة حل المشاكل (TRIZ). لهذا الغرض، تم تكييف هذه الطريقة لحالة سلسلة التوريد من أجل الحصول على حلول أفضل من تلك التي اقترحها النموذج المرجعي SCOR. الكلمات المفتاحية: TRIZ، التدقيق SCOR، تحسين سلسلة، التوريد VMI، Vendor-Managed Inventory.

Résumé : L'objectif de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la performance de la chaîne logistique de Schlumberger.

Dans un premier temps, un audit SCOR a été effectué sur toute la chaîne logistique afin de déceler ses dysfonctionnements.

Dans un second temps, l'un de ces dysfonctionnements, à savoir la non utilisation du VMI, a été retenu pour faire l'objet d'une application de la théorie de résolution des problèmes inventifs (TRIZ). A cet effet, la méthode a été adaptée au cas d'une chaîne logistique afin d'aboutir à des solutions meilleures que celles proposées par le référentiel SCOR.

Mots clés: TRIZ, audit, SCOR, amélioration, chaîne logistique, Vendor-Managed Inventory, VMI.

Abstract: The aim of this work is to contribute to the improvement of Schlumberger's supply-chain performance.

First, the SCOR audit was performed on the entire supply-chain in order to identify its dysfunctions.

In a second step, one of these problems, namely the non-use of VMI, was chosen to be an application of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ).

For this purpose, the method has been adapted to the case of a supply chain in order to get better solutions than those proposed by the SCOR reference model.

Keywords: TRIZ, audit, SCOR, improvement, supply-chain, Vendor-Managed Inventory, VMI.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I : Concepts fondamentaux de la TRIZ	4
Introduction.....	5
I. Définition de la TRIZ.....	6
II. Origines de TRIZ.....	7
II.1. Analyse des brevets.....	7
II.2. Analyse des comportements psychologiques des inventeurs	8
II.3. Analyse des outils et méthodes existantes.....	8
II.4. Analyse de la littérature scientifique.....	8
III. Les 5 niveaux d'inventivité.....	9
IV. Notions fondamentales de la TRIZ	10
IV.1 Construction du triptyque « Outil-FPU-Objet ».....	10
IV.2. Le résultat idéal final	11
IV.2.1. La notion d'idéalité	11
IV.2.2. Résultat Idéal Final	11
IV.3. Notion de contradiction	12
IV.3.1. Contradiction opérationnelle	13
IV.3.2. Contradiction technique.....	13
IV.3.3. Contradiction physique.....	13
IV.4. Les ressources	14
IV.5. Les lois d'évolution	16
IV.5.1. Les lois statiques	17
IV.5.2. Les lois cinématiques	19
IV.5.3. Les lois dynamiques	20
IV.6. Inertie psychologique	22
V. Outils de la TRIZ.....	23

V.1. L'approche des 9 écrans.....	23
V.2. Modèle Élément – Paramètre – Valeurs (EPV).....	29
V.3. Matrice de résolution des contradictions techniques	31
V.4. Principes de résolution des contradictions physiques	32
V.5. Schéma global de résolution.....	33
VI. Champ d'applications de TRIZ.....	34
VI.1. Secteur des services d'annuaires et de renseignements d'annuaires	35
VI.2. Domaine de la Stratégie	35
VI.3. Domaine de la publicité	36
VI.4. Domaine de la maintenance	36
VI.5. Domaine de la production.....	37
VI.6. Domaine de la supply chain	37
VI.7. Domaine du transport	38
VI.8. Domaine du Management des systèmes d'information.....	38
VI.9. Domaine de la Gestion des stocks.....	39
VI.10. Domaine de la communication.....	40
VI.11. Autres domaines d'application.....	40
Conclusion	40
Chapitre II : Concepts fondamentaux de la Supply-Chain.....	42
Introduction.....	43
I. Chaîne logistique.....	44
I.1. Concept de logistique à travers l'histoire	44
I.2. Définitions	45
I.2.1. Chaines logistiques ou Supply Chain.....	45
I.2.2. Gestion de chaînes logistiques ou Supply Chain Management (SCM)	48
II. Audit logistique	50
II.1. Définition et objectif de l'audit.....	50

II.2. Référentiels de l'audit logistique	50
II.3. Choix du Référentiel d'audit	51
II.4. Démarche de l'audit SCOR	51
II.4.1. Objectifs du modèle SCOR	51
II.4.2. Structure du modèle SCOR	52
Conclusion	58
Chapitre III : Etude de l'existant	60
Introduction	61
I. Présentation de l'entreprise.....	61
I.1. Schlumberger dans le monde (Worldwide)	61
I.2. Les activités du groupe Schlumberger	62
I.3. Schlumberger en Algérie	63
I.4. Schlumberger : Entités, départements et systèmes d'information	63
I.4.1. Entités.....	64
I.4.2. Départements	64
I.4.3. Systèmes d'information	65
II. Audit logistique	66
II.1. Processus de planification	66
II.1.1. Audit du processus de planification de l'approvisionnement	66
II.1.2. Audit du processus de planification de la distribution.....	72
II.1.3. Caractérisation des dysfonctionnements du processus de planification	75
II.2. Processus d'approvisionnement.....	76
II.2.1. Audit des processus d'exécution	77
II.2.2. Audit des processus de soutien.....	96
II.2.3. Caractérisation des dysfonctionnements du processus	103
II.3. Typologie des dysfonctionnements.....	106
Conclusion	109

Chapitre IV : Démarche de résolution avec la TRIZ	107
Introduction.....	108
I. Modélisation du problème spécifique	108
I.1. Construction du triptyque «Outil-FPU-Objet»	109
I.2. Les lois d'évolution.....	109
I.2.1. Les lois statiques.....	110
I.2.2. Les lois cinématiques	116
I.2.3. Les lois dynamiques.....	118
I.3. Application de l'analyse multi-écrans au système étudié.....	121
I.4. Modèle Élément – Paramètre – Valeurs (EPV)	130
I.4.1. Identification des paramètres.....	130
I.4.2. Construction du modèle EPV	132
I.4.3. Priorisation des paramètres d'évaluation	135
I.4.4. Formulation du problème générique	138
II. Résolution du problème générique	139
II.1. Solution générique de la 1ère mono-contradiction	140
II.2. Solution générique de la 2ème mono-contradiction	141
III. Solution spécifique : Concrétisation de la solution générique	143
III.1. Concrétisation de la solution générique de la 1ère mono-contradiction.....	143
III.2. Concrétisation de la solution générique de la 2ème mono-contradiction	146
Conclusion	148
Conclusion générale.....	149
Bibliographie	151
Annexes	156

Liste des Figures

Chapitre I

Figure I.1 : Approche de résolution de la TRIZ.....	6
Figure I.2 : Les quatre sources des travaux d'Altshuller	8
Figure I.3 : Description des ressources.....	16
Figure I. 4 : Représentation schématique de la loi 1	18
Figure I. 5 : Enchaînement possible des lois dans la logique d'évolution d'un système technique.....	22
Figure I. 6 : Schématisation de l'étape 1 de l'approche des 9 écrans.....	24
Figure I. 7 : Schématisation de l'étape 2 de l'approche des 9 écrans.....	25
Figure I. 8 : Schématisation de l'étape 3 de l'approche des 9 écrans.....	26
Figure I. 9 : Schématisation de l'étape 4 de l'approche des 9 écrans.....	27
Figure I. 10 : Schématisation de l'étape 5 de l'approche des 9 écrans.....	28
Figure I. 11: Construction des contradictions – Modèle Élément – Paramètre – Valeurs	29
Figure I. 12 : Exemple de construction de contradictions	30
Figure I. 13 : Fragment de la matrice de résolution des contradictions techniques	32
Figure I. 14 : Schéma global de résolution par la méthode TRIZ.....	34

Chapitre II

Figure II. 1 : Evolution du concept de la logistique	44
Figure II. 2 : Représentation d'une chaîne logistique.....	45
Figure II. 3 : Représentation d'une chaîne logistique.....	46
Figure II. 4 : Représentation d'une chaîne logistique.....	47
Figure II. 5 : Niveaux d'évolution de la chaîne logistique	48
Figure II. 6 : Modèle SCOR niveau 1.....	52
Figure II. 7 : Exemple de sous-processus niveau 3	56

Chapitre III

Figure III. 1 : Organisation de Schlumberger Algérie.....	63
Figure III. 2 : Processus de planification de l'approvisionnement.....	67
Figure III. 3 : Détermination du point de commande.....	71
Figure III. 4 : Processus d'approvisionnement	77
Figure III. 5 : Processus de sélection des fournisseurs.....	80
Figure III. 6 : Recherche de fournisseurs dans la base de données.....	83
Figure III. 7 : Création d'une commande	84

Figure III. 8 : Processus de transfert à partir d'un fournisseur local	86
Figure III. 9 : Processus de réception du feu vert.....	88
Figure III. 10 : Processus de distribution à partir d'un fournisseur international	91
Figure III. 11 : Processus de réception/vérification	94
Figure III. 12 : Classification des fournisseurs	96

Chapitre IV

Figure IV. 1 : Représentation schématique de la loi 1 pour le dysfonctionnement traité	114
Figure IV. 2 : Schéma représentant les axes systémiques et temporels	125
Figure IV. 3 : Description des situations : passé, présent et meilleure pratique selon les trois niveaux systémiques	127
Figure IV. 4 : Schéma multi-écrans représentant les paramètres d'évolution	130
Figure IV. 5 : Schéma multi-écrans représentant les hypothèses d'évolution du système vers le futur	132
Figure IV. 6 : Construction de la 1 ^{ère} poly-contradiction	137
Figure IV. 7 : Construction de la 2 ^{ème} poly-contradiction	138
Figure IV. 8 : Modèle EPV simplifié de la 1 ^{ère} poly-contradiction technique.....	140
Figure IV. 9 : Modèle EPV simplifié de la 2 ^{ème} poly-contradiction technique.....	142
Figure IV. 10 : Représentation du point d'alternance	149
Figure IV. 11 : Schématisation de la concrétisation du principe n°24	151

Annexes

Figure V. 1 : Démarche de SCOR.....	170
Figure V. 2 : Représentation de la chaîne logistique selon le modèle SCOR.....	170
Figure V. 3: Processus de distribution.....	173
Figure V. 4 : Retour des articles non-conformes (coté approvisionnement).....	181
Figure V. 5 : Retour des articles non-conformes (coté distribution).....	183

Liste des Tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 : Les cinq degrés d'inventivité.....	9
Tableau I. 2 : Principes de séparations	33
Tableau I. 3 : Quelques autres domaines d'application de TRIZ.....	40

Chapitre II

Tableau II. 1 : Définitions des attributs de performance selon SCOR.	58
---	----

Chapitre III

Tableau III. 1 : Décomposition du processus de planification selon le modèle SCOR.....	66
Tableau III. 2 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des besoins (approvisionnement).....	68
Tableau III. 3 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des ressources (approvisionnement).....	69
Tableau III. 4 : Tableau de détermination du facteur k	70
Tableau III. 5 : Grille d'évaluation du sous processus : Equilibrer entre les ressources et les besoins (approvisionnement)	72
Tableau III. 6 : Grille d'évaluation du processus : Evaluation des besoins (Distribution)	73
Tableau III. 7 : Grille d'évaluation du processus : Evaluation des ressources (Distribution) ..	74
Tableau III. 8 : Grille d'évaluation du sous processus : Equilibrer entre les ressources et les besoins (Distribution)	74
Tableau III. 9 : Récapitulatifs du calcul des indicateurs de performances pour le processus de planification	75
Tableau III. 10 : Décomposition du processus d'approvisionnement selon le modèle SCOR .	77
Tableau III. 11 : Grille d'évaluation du sous processus : Identification des fournisseurs.....	79
Tableau III. 12 : Grille d'évaluation du sous processus : Sélection des fournisseurs	81
Tableau III. 13 : Tableau de commandes spéciales.....	84
Tableau III. 14 : Grille d'évaluation du sous processus : Gestion des commandes.....	85
Tableau III. 15 : Grille d'évaluation du sous processus : Transfert des articles commandés...	90
Tableau III. 16 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception.....	93
Tableau III. 17 : Grille d'évaluation du sous processus : Vérification.....	95
Tableau III. 18 : Grille d'évaluation du sous processus : Paiement du fournisseur	95
Tableau III. 19 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des fournisseurs.....	99

Tableau III. 20 : Documents nécessaires à la déclaration en admission permanente.....	101
Tableau III. 21 : Documents nécessaires à la déclaration en admission temporaire	101
Tableau III. 22: Grille d'évaluation du sous processus : Gestion des importations.....	103
Tableau III. 23 : Récapitulatifs du calcul des indicateurs de performances pour le processus d'approvisionnement	103
Tableau III. 24 : Typologie des dysfonctionnements	109

Chapitre IV

Tableau IV. 1 : Participation des quatre parties au bon fonctionnement du système	114
Tableau IV. 2 : Partage de l'information entre les éléments du système	118
Tableau IV. 3 Degrés d'évolution du niveau de contrôlabilité	123
Tableau IV. 4 : Niveau d'intervention humaine du niveau de contrôlabilité	123
Tableau IV. 5 : Identification et typologie des paramètres du système.....	135
Tableau IV. 6 : Grille d'évaluation des paramètres de la 1 ^{ère} poly-contradiction.....	140
Tableau IV. 7 : Grille d'évaluation des paramètres de la 2 ^{ème} poly-contradiction.....	141
Tableau IV. 8 : Tableau de la formulation du problème générique	143
Tableau IV. 9 : Représentation générique de la 1 ^{ère} mono-contradiction.....	143
Tableau IV. 10 : Représentation générique de 2 ^{ème} la mono-contradiction.....	144
Tableau IV. 11 : Fragment de la matrice indiquant les principes inventifs de la 1 ^{ère} mono-contradiction.....	145
Tableau IV. 12 : Fragment de la matrice indiquant les principes inventifs de la 2 ^{ème} mono-contradiction.....	146

Annexes

Tableau V. 1 : Contenu du référentiel EVALOG.....	167
Tableau V. 2: Décomposition du processus de planification selon le modèle SCOR.....	172
Tableau V. 3 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception et réponse à un appel d'offres.....	173
Tableau V. 4 : Grille d'évaluation du sous processus : Négociation du contrat.....	174
Tableau V. 5 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception et traitement de la commande client	175
Tableau V. 6 : Grille d'évaluation du sous processus : Montage et installation des équipements	175
Tableau V. 7 : Grille d'évaluation du sous processus : Consolidation des demandes de transport	176

Tableau V. 8 : Grille d'évaluation du sous processus : Détermination de l'itinéraire, allocation d'un véhicule et sélection du transporteur	177
Tableau V. 9 : Grille d'évaluation du sous processus : Chargement des produits.....	177
Tableau V. 10 : Grille d'évaluation du sous processus : Suivi, localisation du véhicule et réception sur chantier.....	178
Tableau V. 11 : Grille d'évaluation du sous processus : Déchargement sur chantier et installations des équipements.....	179
Tableau V. 12 : Récapitulatif du calcul des indicateurs de performances pour le processus de distribution	180
Tableau V. 13 : Décomposition du processus de retour selon le modèle SCOR.....	181
Tableau V. 14 : Grille d'évaluation du sous processus : Identification des articles non-conformes.....	182
Tableau V. 15 : Grille d'évaluation du sous processus : Détermination des dispositions nécessaires.....	182
Tableau V. 16 : Grille d'évaluation du sous processus : Autorisation de remplacement et retour des articles.....	183
Tableau V. 17 : Grille d'évaluation du sous processus : Autorisation retour des équipements pour maintenance	184
Tableau V. 18 : Grille d'évaluation du sous processus : Programmation du retour des équipements pour maintenance	185
Tableau V. 19 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception des équipements pour maintenance	185
Tableau V. 20 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception des équipements pour maintenance	186
Tableau V. 21 : Récapitulatifs du calcul des indicateurs de performances pour le processus de retour.....	186

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

ASL: Approved Supplier List (Liste des fournisseurs approuvés)

AT : Admission Temporaire

BL : Bill of Lading

DGE : Direction des Grandes Entreprises

DL : Délai de Livraison

DZD : Dinar algérien

FPU : Fonction Principale Utile

GOLD : Global Oilfield Logistics & Distribution

IE : Import/ Export

LE : Lot Economique

ONDA : Office National des Droits d'Auteurs

PA : Paramètre d'action

PE : Paramètre d'évaluation

PO: Purchase Order (Ordre d'achat)

QHSE : Qualité Hygiène Sécurité Environnement

RIF : Résultat Idéal Final

SI : Système d'information

SCM : Supply Chain Management

SLS : Segment Logistic Specialist

SS : Stock de Sécurité

SWPS: Schlumberger Web-based Procurement System

TVA : Taxe sur Valeur Ajoutée

VMI : Vendor-Managed Inventory

Introduction générale

A l'heure de la mondialisation, l'environnement des entreprises est de plus en plus évolutif et complexe. L'ouverture des marchés nationaux aux produits à bas prix provenant de la Chine, la concurrence de plus en plus vive et de moins en moins prévisible et la forte exigence des clients ont perpétuellement remis en cause la pérennité des entreprises. Afin de s'assurer de pouvoir rester compétitives, elles doivent sans cesse innover et diversifier leurs produits.

Le besoin d'innover n'est plus un phénomène contestable. Ne pas innover, que ce soit à la marge ou de façon radicale, c'est refuser de se conformer aux exigences accrues des clients et de se soumettre aux normes qu'impose le nouvel environnement économique mondial. L'innovation est ainsi devenue un mot clé dans le vocabulaire industriel.

Longtemps, l'innovation fut associée à des démarches d'essais erreurs avant d'arriver à la solution. Les entreprises devaient donc investir avec le risque d'aboutir à des échecs.

Avec l'apparition de la TRIZ (Théorie de résolution des problèmes inventifs), proposée par Altshuller, innover est devenu un processus systématique. L'innovateur n'avance plus dans l'inconnu ; ses pas sont guidés vers la recherche de la solution innovante.

Initialement, TRIZ a été conçue pour résoudre des problèmes inventifs liés au domaine technologique, à la conception de nouveaux produits. Néanmoins, l'innovation en entreprise n'est plus exclusivement liée à la conception technique de ses produits, mais également à ses procédés, à son organisation et à ses activités. En effet, les gestionnaires sont toujours sollicités pour innover en matière d'organisation de leurs entreprises afin de gagner des avantages concurrentiels et de nouvelles parts de marchés.

Cela a incité les chercheurs à appliquer la TRIZ à des domaines autres que l'innovation produits et de faire bénéficier le domaine du Business et du Management de la puissance de cet outil.

Le présent travail se situe dans la même lignée que ces travaux. Il tentera d'appliquer la TRIZ pour la résolution de problèmes inventifs dans un domaine à fort potentiel de développement et qui est au cœur des guerres de compétitivité, à savoir la Supply-Chain et ce, en tentant de répondre à la problématique posée par l'entreprise Schlumberger Algérie.

Problématique de l'entreprise

Schlumberger en tant que société de service est toujours en concurrence pour offrir la meilleure qualité de service à son client. Chaque jour supplémentaire de retard représente des pertes en termes de coût pouvant engendrer des pertes de contrats pour la société.

Même si de vastes programmes de qualité ont été mis en œuvre afin d'éliminer les gaspillages et de réduire les délais de livraison, l'un des sujets importants soulevés par les clients, en 2012, a été la capacité de Schlumberger à livrer ses équipements sur le terrain. En effet, plutôt que de débattre de la façon dont la technologie de Schlumberger va leur apporter de la valeur ajoutée, les clients ont surtout abordé la capacité de Schlumberger à leur livrer à temps ses équipements.

En réponse à la préoccupation de ses clients, Schlumberger souhaiterait identifier les actions à mettre en œuvre afin de réduire les délais de livraison.

La problématique ainsi posée, la présente étude a pour but d'évaluer la chaîne logistique de Schlumberger, déceler ses principaux dysfonctionnements et proposer une solution qui permettrait de l'améliorer. Pour ce faire, la démarche retenue est la suivante :

- Appliquer l'audit SCOR à la chaîne logistique de Schlumberger : SCOR permet de déceler les dysfonctionnements de la chaîne logistique et propose un ensemble de meilleures pratiques afin de résoudre certains dysfonctionnements ;
- Enumérer les recommandations permettant d'améliorer la chaîne logistique selon SCOR ;
- Résoudre un dysfonctionnement en utilisant la méthode de résolution des problèmes inventifs TRIZ en vue de proposer une solution meilleure que celle du référentiel SCOR.

Pour ce faire, ce travail s'articule autour de quatre chapitres :

Le premier est consacré à la présentation des concepts fondamentaux de la TRIZ en abordant ses origines ainsi que ses différents outils de résolution tels qu'ils ont été conçus par Altshuller. Il se termine en citant les différents travaux dans lesquels TRIZ a été appliquée

pour la résolution de problèmes inventifs dans des domaines non-technologiques. Ces notions représentent le fondement théorique sur lequel s'appuiera ce travail.

Le second chapitre quant à lui aborde, dans un premier temps, les concepts de chaînes logistiques, leur évolution ainsi que leurs modes de gestion, puis dans un second temps, il présente les différents outils d'audit logistique. Il se conclut en détaillant la méthode d'audit choisie pour déceler les dysfonctionnements de la chaîne.

Le troisième chapitre présente l'étude de l'existant et est composé de deux parties. La première présente l'entreprise au sein de laquelle ce travail a été mené, à savoir Schlumberger. La seconde décrit l'audit SCOR réalisé sur la chaîne logistique de Schlumberger.

A l'issue du chapitre 3, plusieurs dysfonctionnements sont décelés. Le chapitre 4 tentera d'appliquer la TRIZ pour résoudre un de ces dysfonctionnements. Dans ce chapitre, la démarche TRIZ a été adaptée pour la résolution de problèmes liés à une Supply-Chain. Les solutions proposées, pouvant être appliquées par l'entreprise, clôturent ce chapitre.

Enfin, ce mémoire s'achève sur une conclusion générale présentant l'essentiel du travail réalisé.

***Chapitre I : Concepts fondamentaux
de la TRIZ***

Introduction

Dans un contexte compétitif et face aux perpétuels changements de leur environnement, les entreprises doivent mener une réflexion sur l'innovation qui est essentielle pour assurer leur croissance et renforcer leur position concurrentielle sur des marchés évolutifs. En effet, l'innovation permet aux entreprises d'augmenter leur productivité, d'améliorer la qualité de leurs produits ou de leurs services et de développer des compétences clés.

Néanmoins, le processus d'innovation est complexe et plein d'incertitude puisqu'il demande, par définition, de produire des idées inédites et pertinentes.

Pour ce faire, les concepteurs utilisent par exemple des outils de recherche d'idées en groupe, dont le brainstorming est l'exemple le plus connu [NUN 1994]. Malheureusement, la portée des idées que les concepteurs peuvent ainsi générer est limitée par leur tendance à suivre naturellement leurs habitudes, à se focaliser sur leur domaine de compétence ou à trop s'appuyer sur leurs expériences antérieures.

La pertinence de ces idées n'est pas davantage garantie puisque les techniques non rationnelles comme le brainstorming ne s'appuient sur aucun savoir et ne donnent aucune indication aux concepteurs concernant les directions à explorer.

Une question en résulte : existe-t-il un moyen d'aborder l'innovation non pas comme une suite fastidieuse et hasardeuse d'essais et d'erreurs mais, au contraire, d'une façon méthodique, que l'on puisse apprendre et reproduire ?

Cette question, Genrich Altshuller, un ingénieur militaire soviétique, se l'est posée en 1946 et a mis en œuvre une théorie de résolution des problèmes inventifs connue sous le nom de TRIZ. Il s'agit d'un outil de génération d'idées dans la résolution des problèmes inventifs. La théorie propose des outils de modélisation des problèmes et des bases de concepts de solutions pour y répondre.

Ce chapitre, consacré à TRIZ, va détailler les concepts et outils de la méthode. Dans un premier temps, TRIZ sera définie en retraçant ses origines. Dans un deuxième temps, les concepts et les outils seront énoncés et un schéma global de résolution sera présenté. Enfin, la dernière partie de ce chapitre abordera les domaines d'application de la TRIZ.

I. Définition de la TRIZ

TRIZ, acronyme russe de la théorie de résolution des problèmes inventifs (Teoriya Reshenija Izobretateliskih Zadatch), est définie comme étant une méthode basée sur un **ensemble de connaissances** permettant d'orienter la recherche dans le domaine des solutions possibles et de s'approcher **systematiquement** des solutions lors de la résolution des problèmes d'innovation [SAV 2000].

Ensemble de connaissance : La méthode TRIZ est basée sur un grand nombre de connaissances issus de différents domaines d'ingénierie. Cette source importante d'informations est résumée et réorganisée afin d'établir un ensemble de solutions génériques.

Systematiquement : La TRIZ s'approche systematiquement de la solution du problème. En effet, elle dispose d'un ensemble de procédures de résolution, structurées de manière à fournir une application efficace des solutions génériques pour la résolution de nouveaux problèmes.

En résumé, la méthode TRIZ Permet de trouver une solution spécifique à un problème inventif en lui appliquant une solution générique. (Figure I.1)

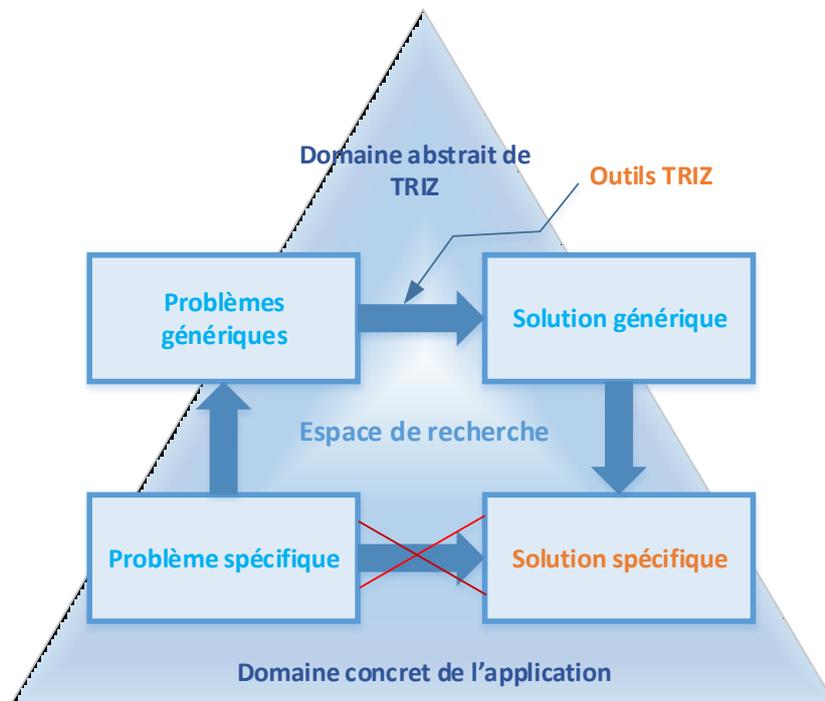


Figure I.1 : Approche de résolution de la TRIZ [SIL 2008]

II. Origines de TRIZ

Genrich Saoulovich Altshuller (né en 1926) était un expert en brevet d'invention au sein de la marine de l'URSS où il effectuait l'analyse des brevets. Mais son esprit créatif refusait de s'arrêter à une analyse sous la simple forme de veille ou d'expertise. Altshuller est allé plus loin, en étudiant les mécanismes inventifs qui ont mis en action l'esprit créatif des inventeurs, les conditions psychologiques dans lesquelles ils se trouvaient au moment de déposer leur brevet. Très vite, il voulut tout mettre en œuvre pour faciliter ces mécanismes inventifs et faire en sorte que les ingénieurs aient à leur disposition, à l'avenir, une science leur permettant de systématiser le processus de génération d'idées dans le cadre des phases de recherche de concepts et de résolution de problèmes. En 1946, le sigle TRIZ apparaît pour la première fois [CAV 1999].

Pour bien comprendre l'idée première d'Altshuller, il est indispensable de revenir à l'origine de ses travaux (Figure I.2). Les brevets ne sont pas à eux seuls la source des analyses d'Altshuller.

En effet, ses travaux trouvent leur origine dans quatre domaines analysés :

II.1. Analyse des brevets

La plus importante source d'information de TRIZ a été l'analyse des brevets. Altshuller a analysé près de 2 millions de brevets représentant près de 10 % des brevets mondiaux [SAV 2000]. Mais Altshuller n'a pas observé le brevet en tant qu'objet ou appareil. Il l'a observé en tant que résultante d'une démarche générique qui, selon lui, est bien plus riche d'enseignement que l'objet lui-même. Sa démarche d'analyse fut, dès lors, orientée vers les composantes du descriptif du brevet à savoir :

- Quelles sont les substances en présence ?
- Comment sont-elles inter-reliées ?
- Quels sont les champs observés ?
- Dans quelles configurations était le système avant le dépôt ?
- De quel niveau d'inventivité s'agit-il ?
- Quel conflit l'inventeur a-t-il résolu ? Et comment ?

II.2. Analyse des comportements psychologiques des inventeurs

Altshuller, en développant la TRIZ, a analysé les comportements psychologiques et s'est inspiré des expériences, des erreurs et du génie de grands inventeurs.

Quelles méthodes employaient Thomas Edison, Léonard de Vinci, Pasteur ou encore les frères Wright, William Gordon, et bien d'autres, pour parvenir à une invention ?

II.3. Analyse des outils et méthodes existantes

Les outils et les méthodes utilisés à son époque ont été analysés pour être revus, parfois avec certains compléments, afin de devenir des outils qui s'intègrent parfaitement dans la structure de TRIZ.

II.4. Analyse de la littérature scientifique

Ce secteur de la littérature renferme une mine d'or de renseignements sur les résolutions potentielles des problèmes industriels. Altshuller a alors mis au point une routine de recherche pouvant se généraliser à tous les domaines de la science.

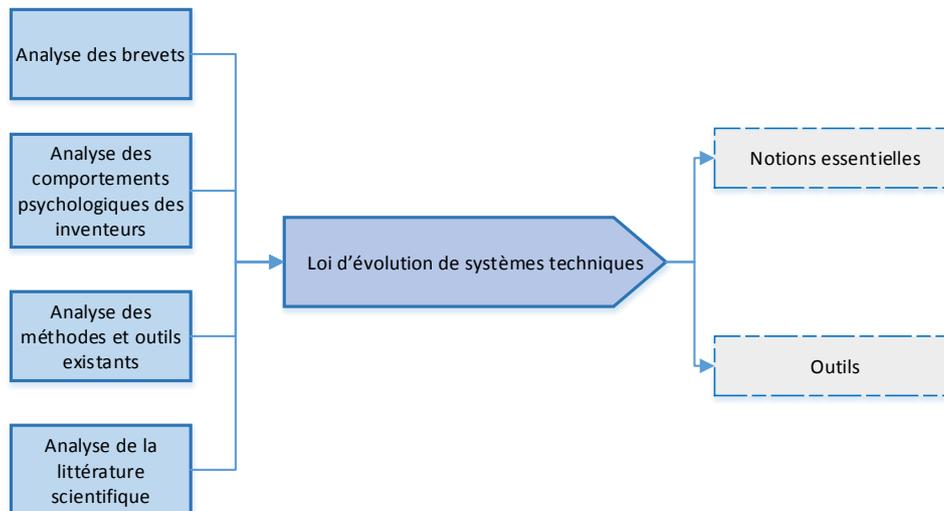


Figure I.2 : Les quatre sources des travaux d'Altshuller [CAV 1999]

Très vite, deux avantages d'une telle démarche sont apparus lui conférant plus de crédibilité.

- Les analyses ne tiennent pas compte de l'industrie d'origine du brevet rendant le processus transdisciplinaire et décuplant les possibilités de trouver des solutions aux problèmes en allant les chercher dans d'autres domaines.
- Les analyses mettent en évidence des principes fondamentaux simples et des effets physiques, chimiques ou géométriques disponibles dans la littérature spécialisée.

III. Les 5 niveaux d'inventivité

Après plusieurs milliers de brevets analysés, Altshuller, dans [ALT 1988], a mis en évidence 5 niveaux d'inventivité (Tableau I.1) classés par ordre croissant de la solution apparente à la découverte, comme suit:

- **Solution apparente** : les connaissances d'un individu dans un domaine donné sont largement suffisantes pour trouver la solution.
- **Amélioration mineure** : elle apporte des changements mineurs par rapport à l'existant, habituellement avec un certain compromis.
- **Amélioration majeure** : c'est une amélioration du système technique, sans pour autant créer une rupture.
- **Nouveau concept** : la solution apporte une nouvelle conception d'un système, elle fait appels à de vastes connaissances de l'entreprise.
- **Découverte** : ce type de solution arrive lorsqu'un nouveau phénomène est découvert et appliqué lors de la résolution d'un problème. Les connaissances nécessaires pour y arriver appartiennent à un domaine plus vaste que celui de l'entreprise.

Il a effectué un classement par ordre de complexité du problème résolu, a estimé le pourcentage de solutions que représente chaque niveau par rapport au total analysé, puis l'ampleur de l'origine des connaissances dans lesquelles il est nécessaire de puiser les solutions ainsi que le nombre d'essais avant de parvenir à la solution.

Niveau	Degré d'inventivité	Pourcentage de solutions	Origine des connaissances	Nombre d'essais
1	Solution apparente	32%	Connaissance d'un individu	10
2	Amélioration mineure	45%	Connaissance de l'entreprise	100
3	Amélioration majeure	18%	Connaissance de l'industrie	1000
4	Nouveau concept	4%	Connaissance de toutes les industries	100 00
5	Découverte	< 1%	Ensemble des savoirs	1 000 000

Tableau I.1 : Les cinq degrés d'inventivité [CAV 1999]

TRIZ permet de trouver des solutions aux niveaux d'inventivité 3 et 4 (Amélioration majeure et nouveau concept).

IV. Notions fondamentales de la TRIZ

Lors de la mise en pratique de TRIZ, Altshuller a mis au point certaines notions essentielles à tout problème de recherche d'idées. Il est alors nécessaire de prendre connaissance de ces notions qui permettent soit d'éviter les pièges dressés par les problèmes complexes, soit d'aller à l'essentiel en s'affranchissant de certains stigmates de la recherche d'idées comme le syndrome de la page blanche ou encore l'aspect satisfaisant des solutions faites de compromis. Les notions essentielles mises en évidence par Altshuller doivent être présentes à l'esprit tout au long des cas d'études afin d'aller plus vite, plus loin et plus pertinemment en direction de la solution.

Les éléments fondamentaux de la théorie TRIZ sont : triptyque « Outils-FPU-Objet », notion de résultat idéal final, de contradictions, de ressources, l'inertie psychologique et l'existence des tendances (ou lois selon les fondateurs de TRIZ) d'évolution des systèmes techniques.

IV.1. Construction du triptyque « Outil-FPU-Objet »

La base de départ de la TRIZ est l'identification d'un triptyque des constituants de l'étude. Il se compose de trois éléments [CAV 2013]:

- **L'outil** : c'est le nom donné au constituant au cœur de l'étude devant être construit par le concepteur/inventeur. L'appellation « outil » ajoute une connotation « active » au constituant considéré.
- **La Fonction Principale Utile (FPU)** : c'est la plus simple expression verbale de ce qu'est censé faire l'outil. Cette FPU se définit comme étant la fonction au sommet de la pyramide fonctionnelle de ce que l'outil devra assumer, celle qui lui donne une raison d'exister.
- **L'objet** : c'est l'élément sur lequel l'outil agit, si ce dernier est supprimé, l'outil n'a plus de raison d'exister.

Ces trois constituants forment un triptyque et doivent se résumer à leur plus simple expression syntaxique : « sujet » + « verbe » + « COD ».

Par exemple : le camion (Outil) transporte (FPU) la marchandise (Objet), le verre(Outil) contient (FPU) le liquide (Objet).

IV.2. Le résultat idéal final

IV.2.1. La notion d'idéalité

Altshuller définit l'idéalité d'un système technique comme étant le rapport de la somme des fonctions utiles sur la somme des fonctions nuisibles et des coûts nécessaires à sa réalisation. L'idéalité est déterminée par la formule suivante :

$$D = \frac{\sum F_u}{\sum F_n + \sum F_c}$$

D : le degré d'approche de l'idéalité

$\sum F_u$: somme des fonctions utiles du système

$\sum F_n$: somme des fonctions nuisibles du système

$\sum F_c$: somme des coûts générés par le système

L'augmentation de l'idéalité se traduit par une solution qui accroît l'effet utile du système tout en diminuant les effets indésirables. Poussé à l'extrême, le système idéal est un système qui :

- n'a pas de coût ;
- n'a pas de volume ;
- n'a pas de surface ;
- maximise sa capacité de travail ;
- maximise ses fonctionnalités.

Un système idéal est donc un système « qui n'existe pas, mais dont la fonction est assurée d'une manière ou d'une autre ». [CAV 1999]

IV.2.2. Résultat Idéal Final

Selon Choulier [CHO 2004], « L'une des notions essentielle de TRIZ est celle du Résultat Idéal Final ».

TRIZ recherche la solution idéale pour tout fonctionnement d'un système technique, de manière à ce que toutes ses fonctions nuisibles soient éliminées, en ne nécessitant pas de dépenses pour fonctionner, alors que sa fonction principale est conservée : le système Idéal n'a alors plus d'existence en tant que système, mais sa fonction utile demeure assurée. Ce

résultat est dénommé par Altshuller : Résultat Idéal Final (RIF) [ALT 1984] que tout concepteur doit garder à l'esprit comme l'unique objectif à atteindre lors de ses recherches, même s'il sait que cela est impossible.

Il constitue un outil psychologique de premier ordre, qui permet au concepteur de croire, de persévérer dans la recherche d'une solution idéale, en évitant celles faites de compromis. Ainsi le résultat idéal est celui où toutes les fonctions utiles sont assurées, et les fonctions nuisibles sont éliminées [CAV 1997].

IV.3. Notion de contradiction

Tous les problèmes d'innovation présentent la même difficulté majeure : ils semblent, en premier lieu, insolubles [CAV 1999]. D'après Altshuller, chaque problème de ce type comporte une contradiction. Il disait : « à l'origine de tout problème d'inventivité, on trouve une contradiction » [CHO 2004]. En fonction de la difficulté du problème à résoudre, cette contradiction est plus ou moins apparente.

Situer et définir un problème d'innovation dans TRIZ, revient à identifier les paramètres à l'origine de sa contradiction. Selon Altshuller, c'est à cette seule et essentielle condition qu'un problème peut être résolu par TRIZ. « Tout problème, pour être résolu avec TRIZ, doit être formulé de telle sorte qu'il énonce une contradiction » [ALT 1984].

La TRIZ propose ainsi, plutôt que de tenter de résoudre directement un problème, de formuler une contradiction puis de l'éliminer en utilisant les outils de TRIZ détaillés un peu plus loin dans ce chapitre.

Dans TRIZ les contradictions sont classées en trois catégories : contradiction opérationnelle, technique et physique [CAV 1999]. Cette formalisation permet de représenter les différents niveaux de compréhension d'un problème.

IV.3.1. Contradiction opérationnelle

Un problème d'innovation, au premier abord, laisse entrevoir une contradiction opérationnelle ou organisationnelle. C'est souvent le premier contact avec le problème tel qu'il est formulé initialement. Une contradiction opérationnelle n'indique cependant pas dans quelle direction la solution doit être prospectée et nécessite une révision pour diminuer son degré de complexité.

Elle se résume en : « Je sais quoi, mais je ne sais pas comment ! » [CAV 2001]. Par exemple : le besoin d'augmenter la productivité est une contradiction opérationnelle. Je sais quoi : augmenter la productivité, mais je ne sais pas comment.

IV.3.2. Contradiction technique

Une contradiction technique est une situation problématique où l'amélioration souhaitée d'une fonction (caractéristique, paramètre) ou l'élimination d'un effet néfaste amène à la détérioration inacceptable d'une autre fonction. En d'autres termes « il y a contradiction technique lorsqu'en l'état actuel d'un produit, il n'est pas possible d'améliorer l'une des performances du produit, sans en dégrader une autre, de façon inacceptable » [ALT 2004].

Elle se résume en : « Je sais comment, mais à cause de ça, ça devient pire ! » [CAV 2001].

Exemple d'une contradiction technique : Le traitement thermique du lait permet de le stériliser mais dégrade son goût et ses propriétés nutritives. Je sais comment : traitement thermique, mais à cause de ça, ça devient pire : dégradation du goût et des propriétés nutritives » [LUS 2010].

IV.3.3. Contradiction physique

Un sous-système doit avoir la propriété A pour réaliser une fonction nécessaire et la propriété non-A pour satisfaire les données du problème.

Elle oppose directement deux requêtes (ou paramètres) qui doivent avoir deux valeurs contraires simultanément : fort et faible, chaud et froid, dur et mou, etc. Elle souligne l'opposition littéralement en mettant en évidence le caractère impossible de la situation.

Une contradiction physique apparaît lorsque :

- L'intensification d'une fonction utile dans un sous-système provoque l'intensification d'une fonction néfaste dans le même sous système.
- La réduction d'une fonction néfaste dans un sous-système provoque la réduction d'une fonction utile dans le même sous-système.

Elle se résume en : « Je sais quoi et comment, mais je ne sais pas avec quel moyen ! » [CAV 2001].

Exemple d'une contradiction physique : Quelqu'un doit transporter de l'eau bouillante dans un verre sans se brûler. La paroi du verre doit à la fois être chaude pour garder l'eau bouillante et froide pour que le verre puisse être transporté sans risque de brûlure.

En résumé, les contradictions sont des modèles de représentation qui apportent une gradation de formalisation. Contradictions techniques et physiques sont des modèles permettant des résolutions heuristiques en utilisant les outils de TRIZ ; la difficulté réside dans la formulation de celles-ci.

Différentes formulations pour un même problème (stérilisation du lait):

- Contradiction opérationnelle : Il est nécessaire de stériliser le lait. Que doit-on faire ?
- Contradiction technique : Le traitement thermique du lait permet de le stériliser mais dégrade son goût et ses propriétés nutritives.
- Contradiction physique : Le lait doit être chauffé pour être stérilisé mais ne doit pas être chauffé pour ne pas dégrader son goût et ses propriétés nutritives.

Les contradictions revêtent une importance capitale dans la formulation d'un problème dans TRIZ. La formulation des contradictions physiques et/ou techniques à partir d'une contradiction opérationnelle est nécessaire pour pouvoir résoudre le problème.

IV.4. Les ressources

Les ressources sont les éléments appartenant au système ou existant dans son environnement immédiat comme l'espace qui l'entoure, les substances qui y vivent et les énergies avec lesquelles il fonctionne ou celles qui existent dans son environnement et dont il peut se servir. Les ressources comprennent également toutes les fonctions utiles et nuisibles, les temps de fonctionnement, ceux des arrêts, toutes les informations sur le système, le rythme et toutes les caractéristiques du mouvement dynamique du système et de ses parties. Une ressource est généralement inactive et est capable de produire une action utile sans coût ou à moindre coût.

L'identification et l'emploi de ces ressources peuvent apporter de nouvelles idées de leur utilisation, résoudre les contradictions mais aussi guider l'évolution d'un produit, d'un procédé ou d'une technologie [DOM 2008].

Les ressources jouent un rôle important dans la résolution de problèmes, de manière à se rapprocher du RIF. Toute technique, ou produit, n'ayant pas atteint l'idéalité a encore des

ressources de développement disponibles. Savaransky [SAV 2000], catégorise les ressources selon qu'elles sont des:

- Ressources de temps : intervalles de temps avant, pendant et après réalisation des fonctions.
- Ressources d'espace : position dans l'espace.
- Ressources de l'environnement : toute substance ou tout champ existant dans la nature.
- Ressources de super-système : systèmes adjacents.
- Ressources du système : toute substance, tout champ appartenant au système.

Les ressources peuvent aider lors de la résolution du problème ; la difficulté réside dans leur recensement. Elles sont souvent cachées et difficiles à identifier.

Chaque ressource identifiée peut être décrite suivant 5 paramètres : Localisation, nature, type, caractérisation et mode d'emploi. (Figure I.3)

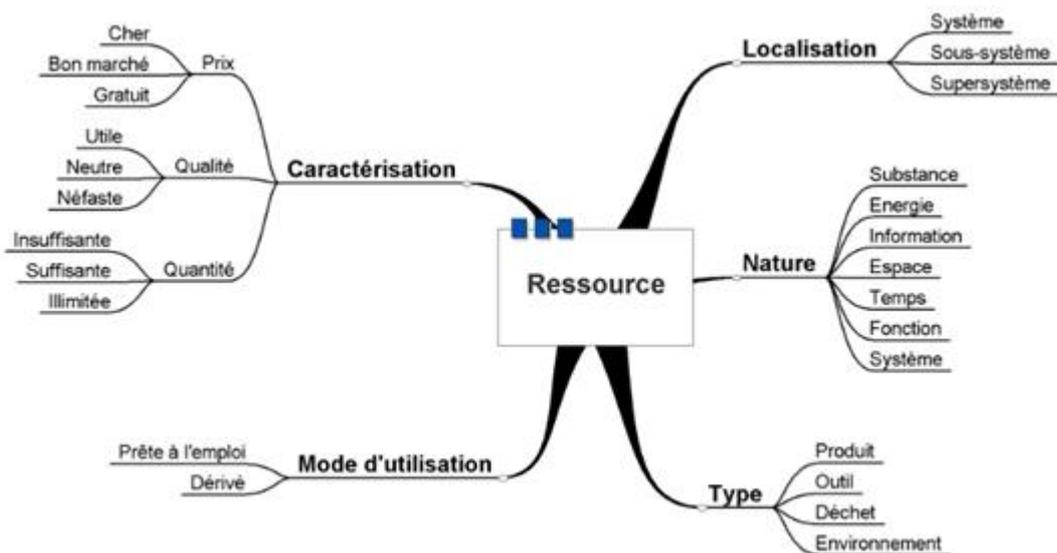


Figure I.3 : Description des ressources [CAV 2001]

Exemple d'utilisation de ressources [ZOU 2012]:

Problème : Transporter de la viande congelée dans un avion volant à 20 000 pieds.

- Solution sans utilisation de ressources : Installer des réfrigérateurs dans l'avion.

- Solution avec utilisation de ressources : Transporter de la viande congelée dans un avion volant à 20 000 pieds ne nécessite pas de système de réfrigération dans l'aéronef du fait de la température négative qui règne à cette altitude. Le volume économisé permet de transporter plus de viande dans les soutes, et le poids des réfrigérateurs éliminés permet d'économiser du carburant.

IV.5. Les lois d'évolution

Les travaux de recherche entrepris par Altshuller et son équipe sur les produits industriels à différentes époques de leur existence, leurs ont permis d'observer que les systèmes techniques se développent selon une évolution qui répond à des règles bien établies. Le résultat est formulé par Altshuller, sous l'expression suivante : « l'évolution des systèmes techniques obéit strictement à des lois objectives et n'est nullement un processus aléatoire ».

L'utilisation de TRIZ entraîne une réflexion préalable sur l'évolution des systèmes techniques. « *La compétence en inventivité dépend de l'aptitude à reconnaître une tendance d'évolution technique* » comme l'a pensé Altshuller et rapporté par Choulier [CHO 2004]. Ce qui met en exergue l'importance de la place et du rôle des lois de l'évolution d'un produit dans un processus d'innovation.

Les lois d'évolution permettent de prédire, conduire, suggérer et initier des pistes de création. Elles permettent aussi de positionner les systèmes techniques dans leur état actuel et de les faire évoluer dans une séquence logique vers des suggestions d'axes d'amélioration [ALT 1984].

Altshuller classe les lois d'évolution des systèmes techniques en trois groupes décrits ci-après :

- Les lois statiques
- Les lois cinématiques
- Les lois dynamiques

IV.5.1. Les lois statiques

Composées des lois 1, 2 et 3, les lois statiques donnent une vision immobile, à un instant (t) du système. Elles ont pour objectif de vérifier l'intégralité structurelle et fonctionnelle du système [CAV 1999].

A. Loi 1: Intégralité des parties d'un système technique

Une condition indispensable pour qu'un système assure sa fonction principale est une aptitude minimale des parties principales à fonctionner. Tout système technique comporte 4 parties principales (Figure I.4)

- **L'élément moteur** : transforme l'énergie extérieure en énergie utile au système.
- **L'élément de transmission** : véhicule cette énergie vers l'organe de travail.
- **L'élément de travail** : assure le contact physique entre le système et l'objet sur lequel il agit. Il réalise physiquement la Fonction Principale Utile (FPU) du système.
- **L'élément de commande** : réagit aux variations de fonctionnement du système en s'auto-adaptant par une modification de sa forme, de sa structure, et de ses sorties informationnelles.

Pour réaliser une fonction, une énergie doit être utilisée, transformée et transmise, chacune des 4 entités précédentes doit être présente et utile à la réalisation de cette fonction dans le système technique [SCA 2004].

Les corollaires à cette loi sont les suivants :

- Chaque élément doit participer pleinement au bon fonctionnement du système
- Au moins une des parties doit être contrôlable pour subir les variations de l'élément de commande.

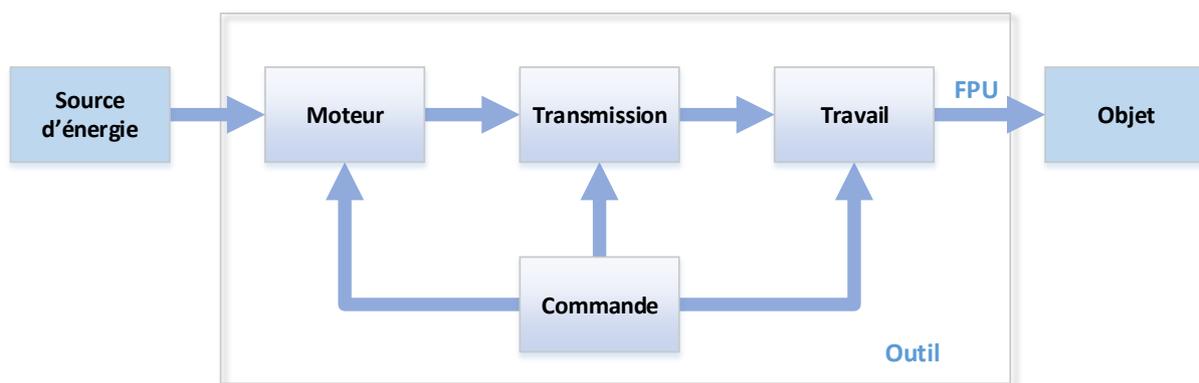


Figure I. 4 : Représentation schématique de la loi 1

B. Loi 2 : Conductibilité énergétique des parties d'un système technique

Une condition nécessaire au fonctionnement d'un système est la circulation libre passage de l'énergie à travers toutes ses parties.

De plus, tout système technique est à la fois conducteur et convertisseur d'énergie. Si l'énergie ne traverse pas l'ensemble du système, autrement dit, si elle reste bloquée quelque part, une des parties manquera d'énergie et, par conséquent ne fonctionnera pas [DUB 2004].

Le bilan énergétique des pertes du rapport énergie d'entrée (développée par l'élément moteur) sur énergie de sortie (délivrée par l'élément de travail) est un indicateur important du respect ou du non-respect de la loi 2 [ALT 1988].

C. Loi 3 : Concordance des rythmes (Harmonisation)

Une condition indispensable au fonctionnement optimal d'un système consiste à établir une coordination du rythme (fréquence, vibrations, périodicité, résonance) de toutes ses parties.

Toute inadéquation entre le rythme de fonctionnement d'une partie et d'une autre engendre inéluctablement une perte d'efficacité qui nuit aux bonnes performances du système [ALT 1988]. Il est alors essentiel d'établir une harmonie entre les parties (ou leur composantes) dans l'objectif de remplir au mieux la fonction utile.

IV.5.2. Les lois cinématiques

Composées des lois 4, 5 et 6, elles dirigent l'évolution du système sans prendre en compte les éléments techniques et physiques internes.

Dans les lois cinématiques, le système est désormais observé dans un repère espace/temps plus ample. L'analyse ne porte donc plus sur l'observation actuelle du système mais s'étend vers son passé (plusieurs étapes antérieures) de manière à repérer les inadéquations avec les lois cinématiques [ALT 1988].

A. Loi 4 : Augmentation du niveau d'idéalité

L'évolution de tout système technique tend vers son niveau le plus élevé d'idéalité.

Un système technique idéal est un système dont le poids, le volume, la surface et le coût tendent à atteindre zéro et dont la capacité de travail et les fonctionnalités restent toujours identiques. [CAV 1999]

Un système technique ne peut survivre que si son idéalité telle que perçue par l'utilisateur augmente. Dans le cas contraire, le système peut être techniquement viable mais ne survivra pas car il sera abandonné au profit d'un autre jugé plus performant par les utilisateurs [ALT 1988].

D'après Choulier [CHO 2004], il existe deux types de perfectionnement :

- Evolution vers la complexification
- Evolution vers la simplification

En effet le chemin vers l'idéalité est composé d'une première période durant laquelle le système se complexifie en augmentant les fonctions utiles, puis d'une deuxième durant laquelle il se simplifie en diminuant les fonctions inutiles ou néfastes [AME 2005].

B. Loi 5 : Développement inégal des parties d'un système technique

Toutes les parties d'un système n'évoluent pas en même temps, ni dans la même proportion. C'est la plus médiocre qui sera développée en priorité [CAV 1999].

Plus le système est complexe, plus le développement de ses parties est inégal [DUB 2004]. Il en résulte une apparition de contradictions physiques et techniques et, par conséquent, de problèmes inventifs. L'évolution logique du système ne sera alors possible qu'au travers de la résolution de ces contradictions.

C. Loi 6 : Transition vers un super-système

Lorsqu'un système technique s'est extrêmement développé, il peut arriver qu'il atteigne son degré le plus élevé de développement, alors il ne peut plus le dépasser et, par conséquent, aucune possibilité d'évolution ne lui est plus offerte. Il devient alors une simple partie d'un super système et son développement ne pourra se poursuivre qu'à travers celui des parties de ce super système [AME 2005].

IV.5.3. Les lois dynamiques

Cette famille de loi se singularise des deux précédentes par le fait qu'un système donné doit choisir s'il évolue en direction des lois 7 et 9 ou 8 et 9. Elles sont en fait une projection vers le futur du système qui, en toute logique, est amené à ne suivre que l'une des deux voies.

Le concepteur peut donc aisément, en se projetant dans la logique de la loi, observer si une voie est aberrante et l'autre probable [ALT 1988].

A. Loi 7 : Transition d'un macro-niveau vers un micro-niveau

Cette loi reflète la tendance de l'évolution des systèmes techniques vers une miniaturisation des composantes du système, tel qu'en microélectronique, en micro-instrumentation et dans la mécatronique. Le stade ultime du développement pouvant éventuellement être interprété comme une évolution vers le « nano-monde » [ALT 1988].

Ils existent 3 voies de transition du macro-niveau au micro-niveau [DUB 2004]:

- L'augmentation du degré de segmentation d'un élément et la réunion des parties segmentées en un nouveau système ;
- L'augmentation du degré de segmentation du « mélange » de matière et de vide ;
- La substitution, dans un système, d'un champ à une partie matérielle.

B. Loi 8 : Dynamisation par l'augmentation de la contrôlabilité

Le développement du système technique tend vers un niveau de contrôlabilité accru, pour atteindre un niveau d'auto contrôle. On distingue les étapes d'évolution suivantes [CAV 1999] :

- Des systèmes non contrôlables qui cherchent à devenir contrôlables ;
- Des systèmes contrôlables, avec un développement qui suit une transition de champs mécaniques en champs électromagnétiques ;
- Des systèmes contrôlables, avec des développements qui cherchent à établir des liens entre les éléments ;
- Des systèmes contrôlables, avec un développement qui tend vers la compatibilité des éléments.

Globalement, l'évolution du système tend ainsi vers une diminution de l'intervention humaine, avec dans l'ordre [ALT 1988] :

- système requérant l'intervention humaine à tous les niveaux ;
- diminution de la fonction humaine au niveau de l'exécution ;
- diminution de la fonction humaine au niveau du contrôle ;
- diminution de la fonction humaine au niveau de la prise de décision.

C. Loi 9 : Dynamisation par l'ajout d'associations Substance-Champ

Le développement des systèmes techniques passe parfois par une légère complexification. Cette loi semble certes en contradiction avec la loi 4 mais l'idée étant de ne pas complexifier sans raisons objectives : un apport substantiel en termes de fonctionnalités peut justifier un accroissement des composants si ce dernier a du sens quant à l'évolution fonctionnelle de l'objet. Cette évolution ne se fera qu'à la condition que l'idéalité de l'objet progresse.

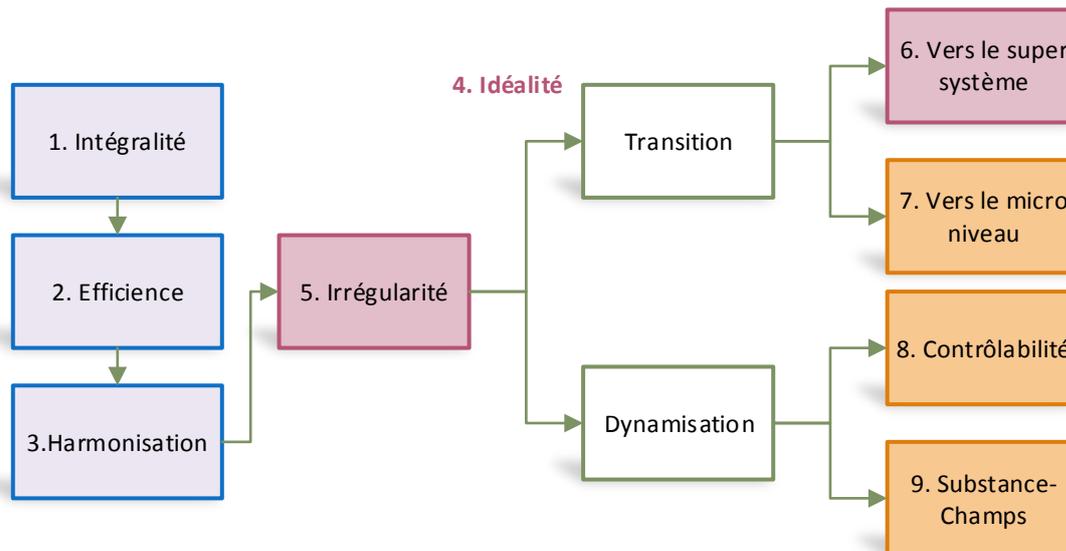


Figure I. 5 : Enchaînement possible des lois dans la logique d'évolution d'un système technique

IV.6. Inertie psychologique

La difficulté de résolution d'un problème dépend des capacités et du domaine de compétence de l'individu auquel le problème est soumis. La perception qu'a ce dernier face à une situation dépend d'un ensemble de facteurs influents que sont : les expériences passées, les

connaissances acquises ou encore les habitudes de raisonnement. Tous ces facteurs influent sur la représentation que se fait un individu d'une situation et orientent sa manière de la traiter. Si cette situation est problématique, le réflexe d'y trouver une solution dans l'ensemble des connaissances les mieux maîtrisées est naturel et peut se révéler efficace pour des problèmes d'optimisation faisant partie du champ de compétence de l'individu. Cependant cette façon de faire peut empêcher la résolution de la situation, notamment dans le cas des problèmes d'innovation ou des problèmes pour lesquels la solution recherchée n'est pas une solution connue. Ce phénomène est appelé « Inertie psychologique ».

Selon Cavalucci [CAV 1999], l'inertie psychologique est le principal frein à la créativité des individus, avec des éléments déclencheurs tels que les habitudes, les compétences trop pointues dans un domaine particulier et les inerties générées par le « jargon » du spécialiste.

Afin de ne pas subir l'inertie psychologique, Altshuller a préconisé de suivre les quelques règles suivantes [CAV 1999] :

- Ne jamais être persuadé que la solution réside dans son propre domaine de compétence ;
- Favoriser la pluridisciplinarité ;
- Identifier les termes ou expressions porteurs d'inertie psychologique et les remplacer par d'autres plus neutres ;
- Respecter toutes les idées même les plus farfelues.

Par ailleurs, du fait qu'elle propose un certain nombre d'outils basés sur des connaissances issues de différents domaines, TRIZ permet justement de dépasser l'inertie psychologique.

V. Outils de la TRIZ

V.1. L'approche des 9 écrans

Cet outil permet d'analyser la situation initiale du système technique dans ses aspects systémiques et temporels. En effet, la TRIZ est une théorie qui repose sur les dynamiques d'évolution des systèmes techniques, il est donc nécessaire d'aller puiser les ressorts de l'évolution de ce système dans l'analyse de ses évolutions passées. Selon [MAN 2004], l'approche des 9 écrans, appelée aussi l'analyse multi écrans, repose sur cinq étapes essentielles :

- Étape 1 : Placer dans un système d'axes temporel et systémique, neuf cases selon trois niveaux d'observation
- Étape 2 : définir quels sont les super-systèmes et les sous-systèmes du système observé à l'instant présent
- Étape 3 : Identifier le pas de temps adéquat pour faire les mêmes observations qu'à l'étape 2, mais X mois/années dans le passé
- Étape 4 : Noter les paramètres qui caractérisent l'évolution de l'objet de son passé vers son présent
- Étape 5 : Formulez les hypothèses d'évolution pour le système futur

Étape 1 : Placer dans un système d'axes temporel et systémique, neuf cases selon trois niveaux d'observation

Le schéma de base d'une analyse multi-écrans comporte neuf cases disposées selon un système d'axes temporel et systémique. La case centrale est réservée au système observé à l'instant présent. L'outil, défini lors de la construction du triptyque de base « Outil-FPU-Objet », pourra y être placé.

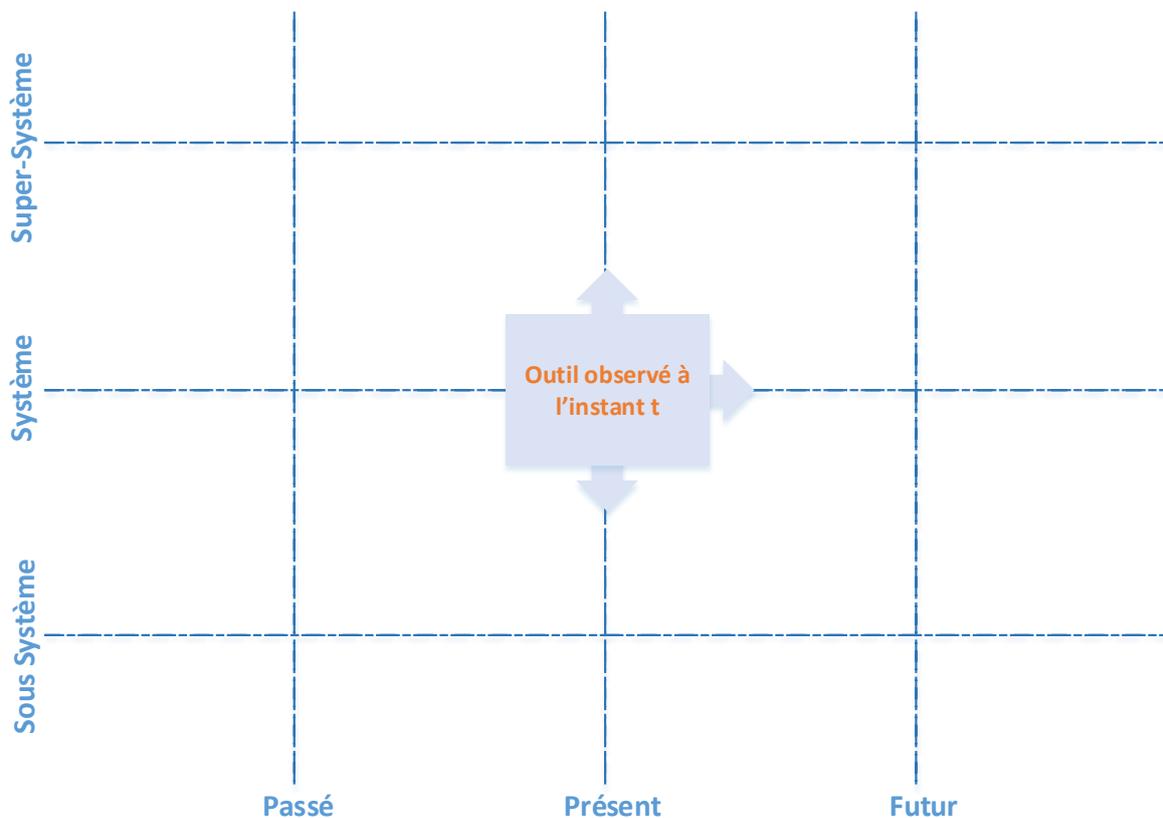


Figure I. 6 : Schématisation de l'étape 1 de l'approche des 9 écrans

Étape 2 : Définir quels sont les super-systèmes et ses sous-systèmes du système observé à l'instant présent

Dans cette étape, les sous-systèmes ainsi que les super-systèmes du système observé à l'instant présent, sont identifiés.

- **Sous-systèmes** : Ce sont tous les systèmes qui composent le système étudié.
Les sous-systèmes peuvent dans certains cas être en nombre important. Il convient alors de limiter leur nombre pour ne pas que l'étude occulte l'essentiel. Si une étude est faite au préalable selon la loi d'intégralité, les quatre parties (moteur, transmission, travail et contrôle) seront une bonne base de départ réduite à quatre composants sous-système. Dans le cas d'un objet, les sous-systèmes sont ses composants. Si le système étudié est une entreprise, son sous-système peut être composé du personnel, système d'information, etc.
- **Super-systèmes** : Ce sont tous les systèmes adjacents au système, faisant l'objet de l'étude, pouvant jouer un rôle dans l'évolution de ce dernier. Par exemple : si le système étudié est une entreprise, le super-système est composé des fournisseurs, clients, concurrents, législations, etc.

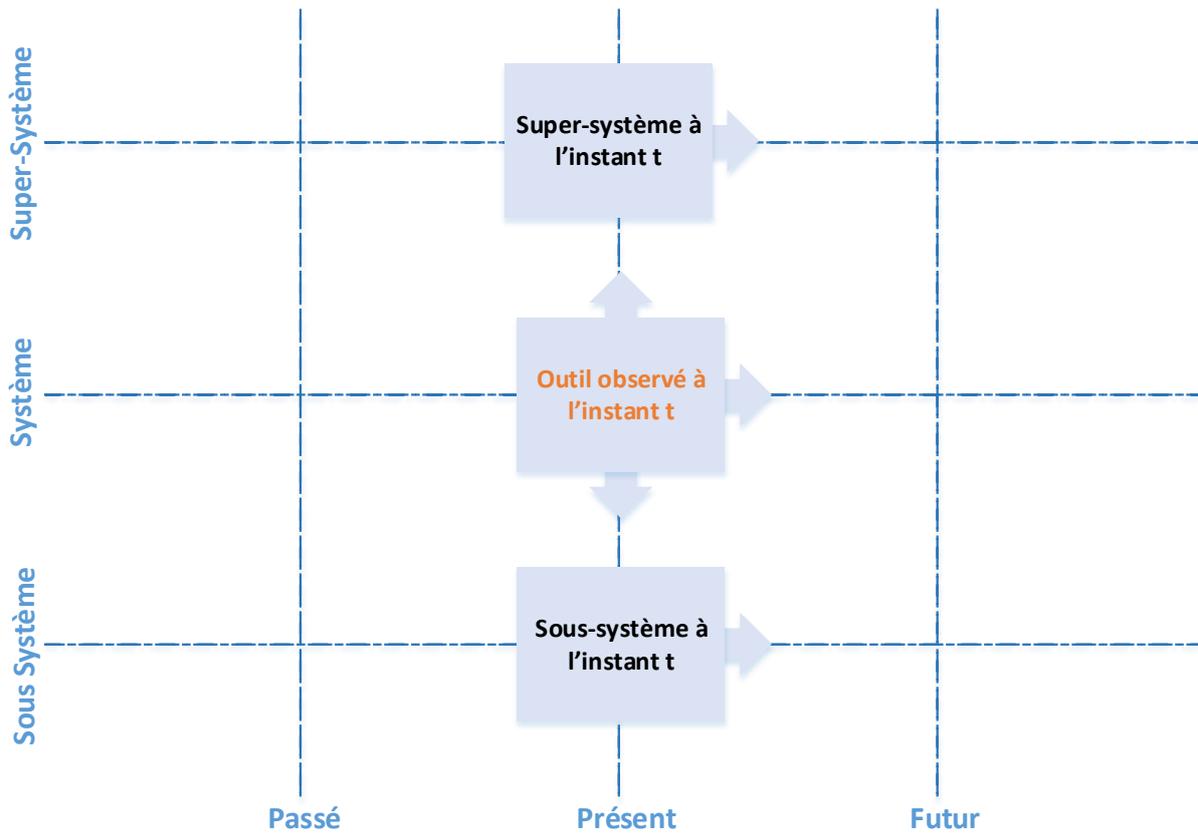


Figure I. 7 : Schématisation de l'étape 2 de l'approche des 9 écrans

Étape 3 : Identifier le pas de temps adéquat pour faire les mêmes observations qu'à l'étape 2, mais X mois/années dans le passé

A cette étape, un pas de temps (P) adéquat est spécifié. Après cela, le super-système et sous-système, pour le système à l'instant t-P, sont identifiés.

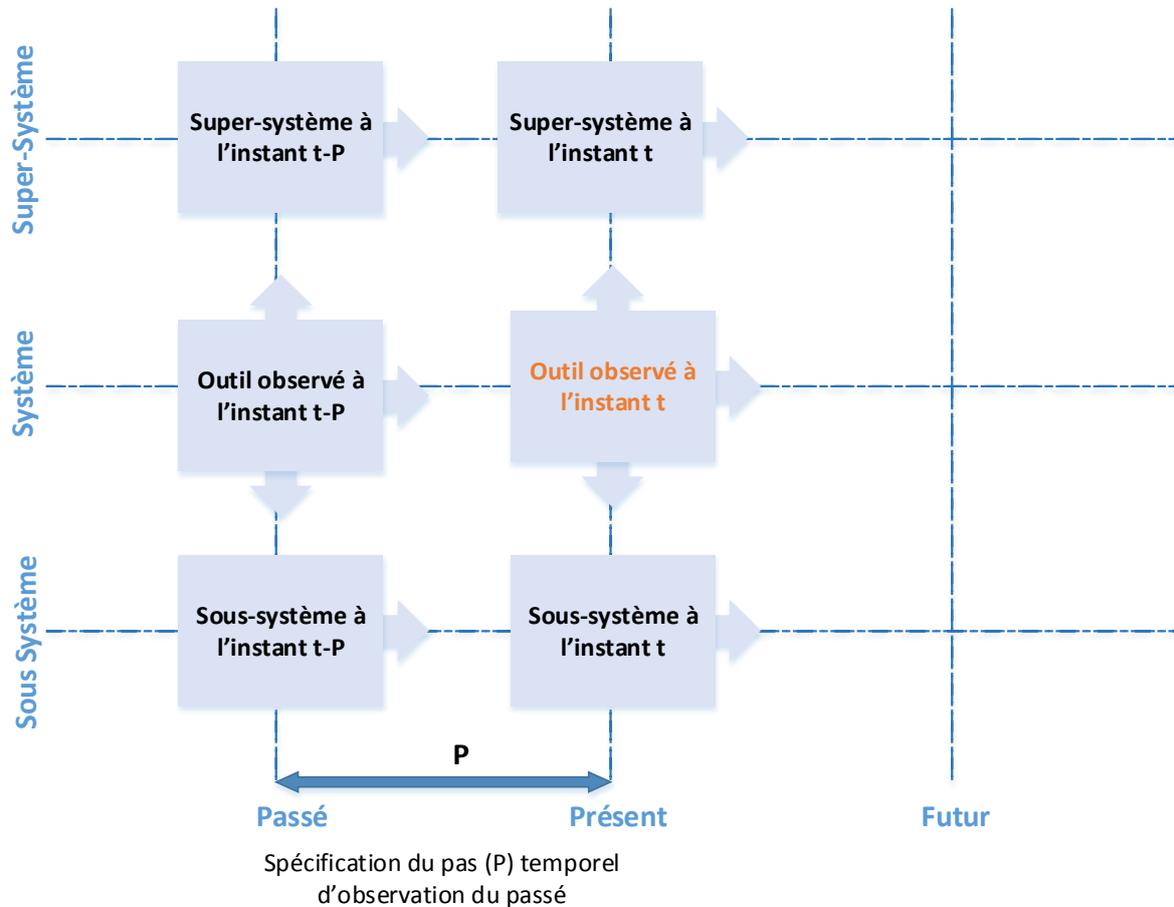


Figure I. 8 : Schématisation de l'étape 3 de l'approche des 9 écrans

Étape 4 : Noter les paramètres qui caractérisent l'évolution de l'objet de son passé vers son présent

Dans cette étape, les paramètres responsables des évolutions passé-présent sont mis en évidence aux trois niveaux systémiques : super-système, système et sous-système.

Dans les flèches symbolisant les transitions passé-présent, il faut distinguer les paramètres dont l'évolution fut positive pour le système technique et les paramètres qui se sont dégradés.

Ces paramètres doivent être discutés un à un par l'utilisateur de l'analyse multi-écrans pour faire partie de la première population de paramètres extraits de l'analyse.

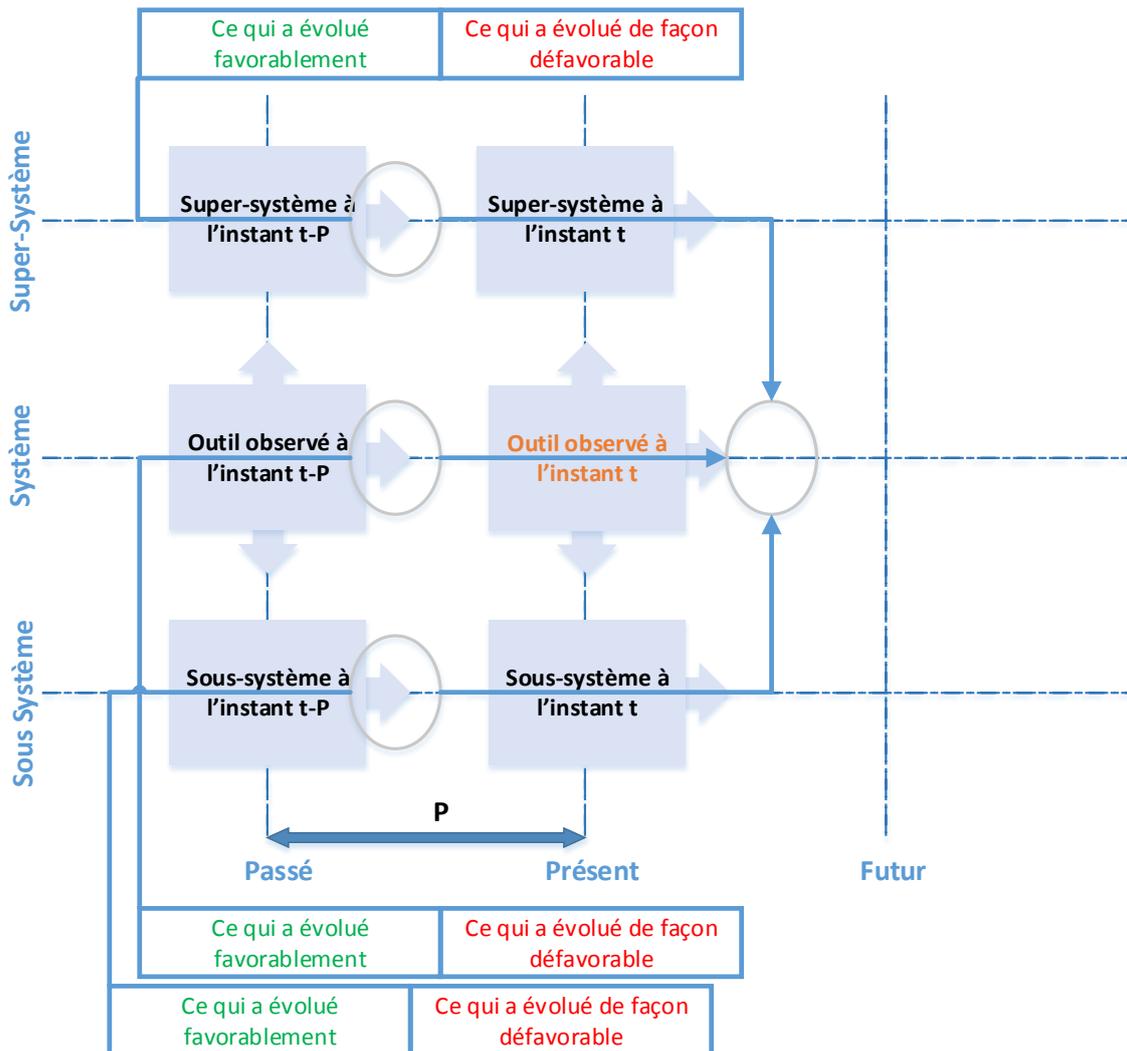


Figure I. 9 : Schématisation de l'étape 4 de l'approche des 9 écrans

Étape 5 : Formulez les hypothèses d'évolution pour le système futur

Dans cette étape, il faudra :

- Reporter chacun des paramètres, extrait de l'étape précédente, dans l'évolution présent-futur;
- Formuler, pour chacun d'entre eux, une hypothèse d'évolution concernant le système étudié;
- Consigner chacune des hypothèses dans l'écran futur du système technique.

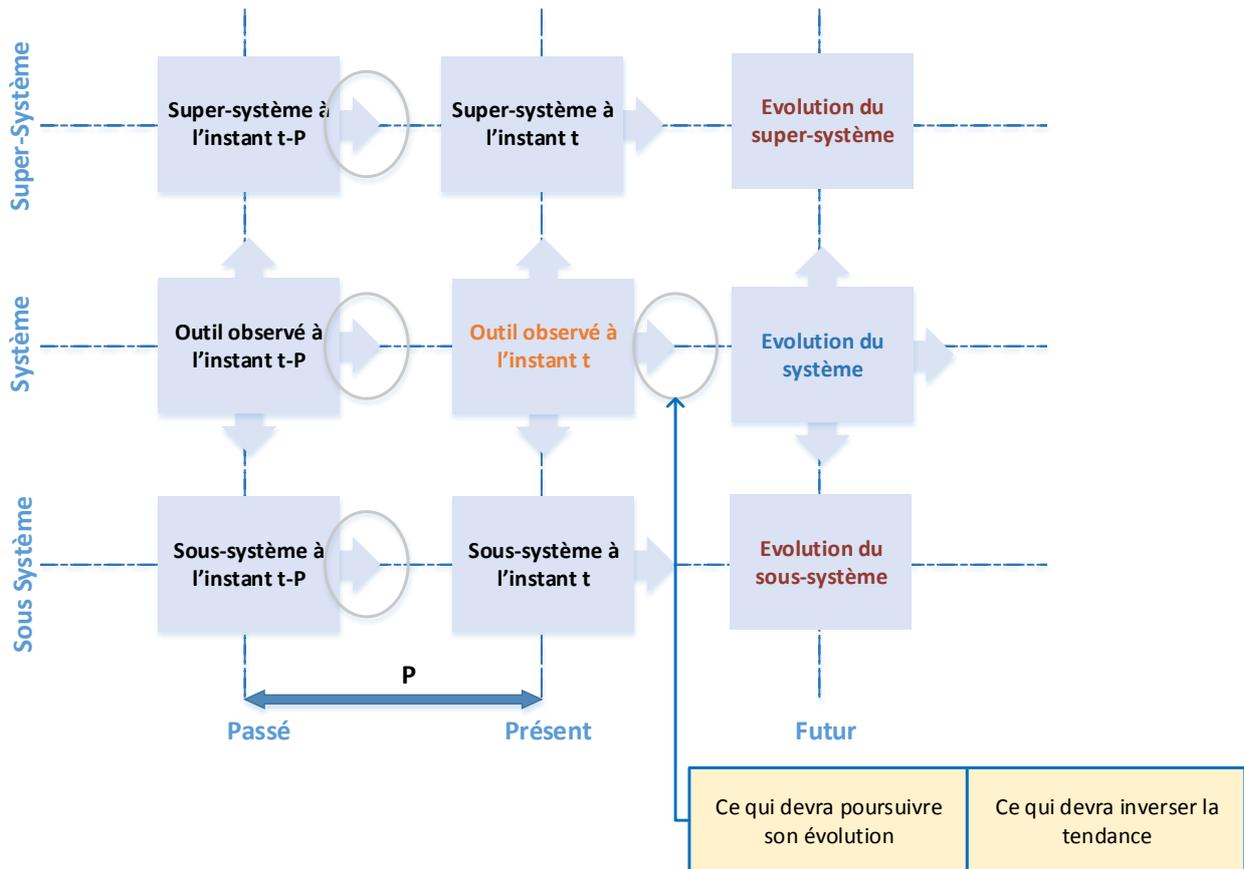


Figure I. 10 : Schématisation de l'étape 5 de l'approche des 9 écrans

L'analyse multi-écrans permet ainsi de recenser un certain nombre de paramètres. Ces paramètres peuvent être classés en deux catégories :

- Paramètres d'action : ce sont les paramètres vis-à-vis desquels le concepteur a un pouvoir de modification d'état. En reprenant l'exemple de la stérilisation du lait : l'industriel peut faire le choix d'effectuer un traitement thermique ou de ne pas le faire, ainsi le traitement thermique est un paramètre d'action.
- Paramètres d'évaluation : ce sont les paramètres permettant d'évaluer l'aspect positif et négatif résultant d'un choix du concepteur quant aux paramètres d'action. Exemple : La conséquence de traiter ou de ne pas traiter thermiquement le lait est une modification de son goût et de son degré de stérilisation ; dans cet exemple goût et degré de stérilisation sont des paramètres d'évaluation.

Poursuivre la résolution des problèmes qui bloquent l'évolution du système technique vers son idéal revient à formuler la, ou plus souvent, les contradictions sous-jacentes à ces problèmes à partir des paramètres ainsi identifiés.

V.2. Modèle Élément – Paramètre – Valeurs (EPV)

Le modèle EPV est une représentation graphique (Figure I.11) qui permet de formuler les contradictions entre les paramètres définis par l'analyse multi-écrans en faisant le lien entre les éléments du système impliqués dans la contradiction, les paramètres d'actions ainsi que les paramètres d'évaluation.

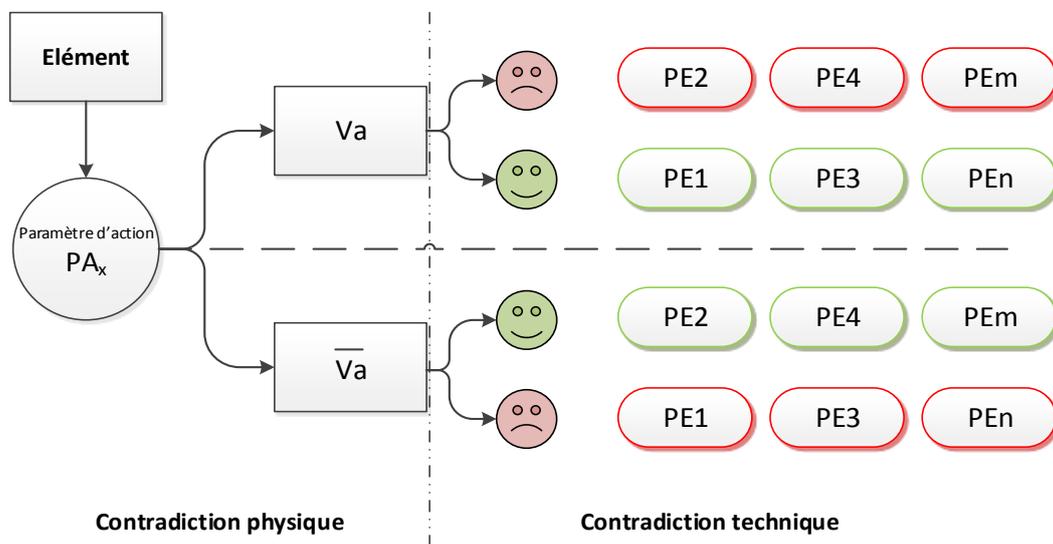


Figure I. 11: Construction des contradictions – Modèle Élément – Paramètre – Valeurs

Dans le modèle EPV générique représenté dans la Figure I.11, le paramètre d'action PA_x prend deux valeurs contradictoires Va et \overline{Va} . Pour chaque valeur du paramètre d'action, des paramètres d'évaluation (PE_i) y sont associés.

Exemple : Objet technique : le parapluie.

L'évolution du parapluie a dégagé les paramètres suivants : taille, protection de la pluie et capacité à être rangé dans le sac. L'évolution dans le sens de l'idéalité pour le parapluie voudrait que celui-ci soit grand et petit.

Identification Elément – Paramètre – Valeurs

- Elément : Parapluie
- Paramètre d'action : taille.
- Valeurs : taille = grande / taille = petite
- Paramètres d'évaluation : protection de la pluie et capacité à être rangé dans le sac.

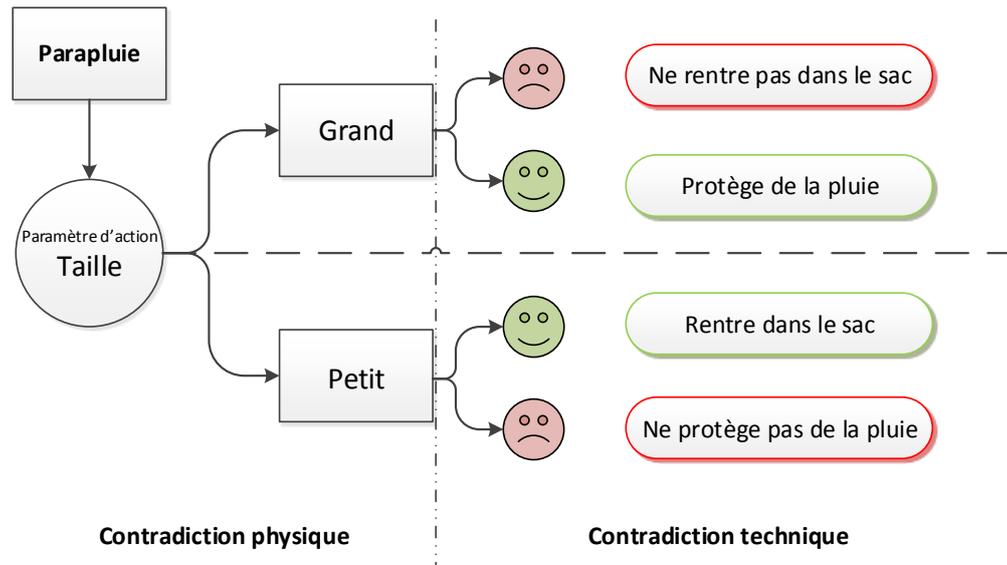


Figure I. 12 : Exemple de construction de contradictions

Dans l'écriture proposée, le paramètre "taille" est un paramètre d'action, ou paramètre de contrôle. C'est sa valeur qui caractérise un des aspects de la contradiction.

Formulation de la contradiction:

- Si la taille (du parapluie) est grande, il protège de la pluie mais ne rentre pas dans le sac.
- Si la taille (du parapluie) est petite, il ne protège pas de la pluie mais rentre dans le sac.

Les paramètres "protection de la pluie" et "capacité à être rangé dans le sac" sont des paramètres d'évaluation, et sont la conséquence de la valeur du paramètre d'action (la taille du parapluie)

Le modèle EPV permet ainsi de retranscrire les deux types de contradictions :

- **Contradiction physique** : le parapluie doit être grand et petit
- **Contradiction technique** : l'augmentation de la taille du parapluie permet de mieux protéger de la pluie mais dégrade sa capacité à être rangé dans un sac.

Il est à noter que l'analyse multi écrans ne permet de faire émerger que 40 % des paramètres. C'est bien la trame EPV qui permet de compléter le panel des paramètres. La trame EPV permet ainsi de formuler les contradictions de manière claire et précise pour qu'elles puissent être résolue par les outils adéquats de TRIZ [CAV 2013].

V.3. Matrice de résolution des contradictions techniques

La matrice des contradictions représente l'outil de TRIZ le plus connu et le plus fréquemment employé pour sa simplicité d'usage. Selon Altshuller : « A l'origine de tout problème d'inventivité, on trouve une contradiction technique » et « une innovation est la résolution d'une contradiction » [ALT 1999]. Autrement dit, innover, c'est résoudre le conflit entre deux paramètres caractérisant la contradiction.

Afin de résoudre les contradictions techniques, Altshuller a développé une matrice de résolution. Celle-ci est présentée dans l'Annexe A.

Après de nombreuses années de recherches et d'analyses, il a mis en évidence le fait que les principes fondamentaux appelés aussi principes inventifs utilisés par les inventeurs, toutes industries confondues, n'excédaient pas le nombre de 40. Ces principes inventifs sont détaillés dans l'Annexe B.

Son travail fut ensuite de dresser des configurations de problèmes types et de les exprimer sous la forme de contradictions techniques entre des paramètres. Ces principales familles de paramètres en conflit lors d'une recherche de contradiction sont au nombre de 39 listés dans l'Annexe C.

Dès lors, il devient possible de représenter sous forme matricielle ces situations conflictuelles en indiquant, pour chaque paire de paramètre en contradiction, le ou les principe(s) ayant été employés par d'autres dans des configurations similaires pour surmonter cette contradiction. Cette matrice est appelée **Matrice de résolution des contradictions techniques**.

Son fonctionnement consiste à déterminer (Figure I.13) :

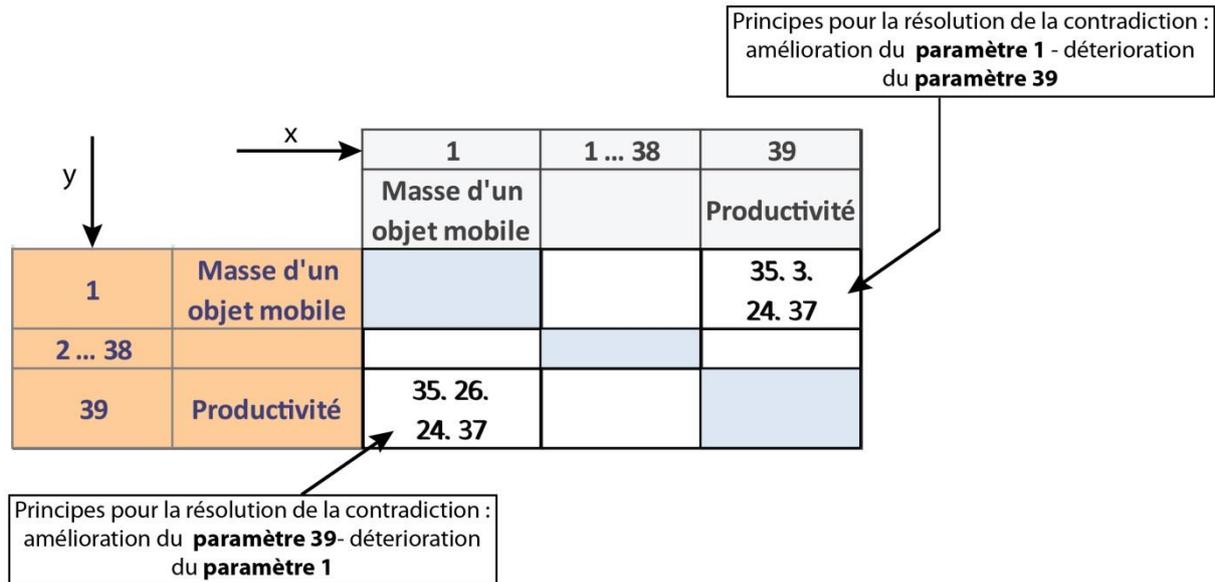


Figure I. 13 : Fragment de la matrice de résolution des contradictions techniques

- En ordonnée, le paramètre Y, qu'il faut améliorer
- En abscisse, le paramètre X qui, par cette amélioration, se trouve détérioré.

À l'intersection de ces cases, un ou plusieurs principes d'innovation, donnant des pistes de recherche de solutions, sont indiqués.

En général, les principes inventifs proposés par la matrice ne sont pas tous adaptables au problème spécifique. Il faut donc choisir, parmi ces principes, ceux qui sont le plus applicables au problème traité.

V.4. Principes de résolution des contradictions physiques

Les principes de séparations sont des principes inventifs destinés à la résolution des contradictions physiques.

TRIZ propose 11 principes de séparation de ces propriétés opposées l'une à l'autre, pouvant se trouver dans l'espace, dans le temps ou entre un système et ses composants. Le Tableau I.2 présente ces principes [ALT 1984].

Séparation des propriétés contradictoires	
1	Séparation dans l'espace
2	Séparation dans le temps
Transition de système 1	
3	Combinaison de plusieurs systèmes en un « super système »
4	Combinaison d'un système et de son opposé : « antisystème »
5	Séparation entre un système et ses sous-systèmes (le système à la propriété A alors que les sous-systèmes ont la propriété non A)
Transition de système 2	
6	Transition vers le « micro niveau » (changement d'échelle par l'utilisation de substances à un état physique plus « dissocié » : poudre, liquide, gaz...)
Transition de phase	
7	Changement de phase d'une partie du système, ou de son environnement (changement de phase dans l'espace)
8	Changement de phase « dynamique » dépendant des conditions de travail (changement de phase dans le temps)
9	Utilisation des phénomènes associés aux changements de phase
10	Remplacement d'une substance monophasée par une substance bi ou polyphasée
Transition Physicochimique	
11	Création/élimination de substances par combinaison ou décomposition physicochimique.

Tableau I. 2 : Principes de séparations

V.5. Schéma global de résolution

La Figure I.14 ci-dessous résume les étapes de résolution par la méthode TRIZ utilisées dans le cadre de ce projet.

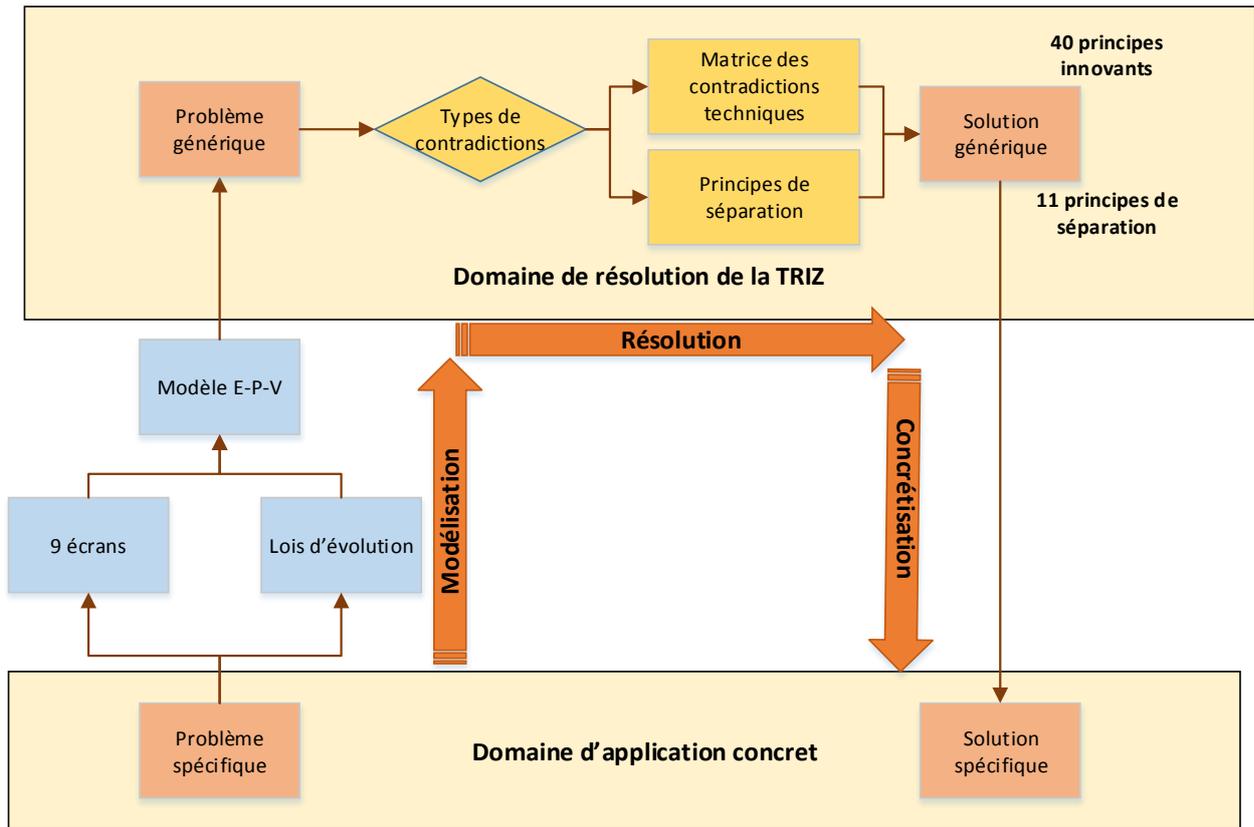


Figure I. 14 : Schéma global de résolution par la méthode TRIZ

VI. Champ d'applications de TRIZ

TRIZ a d'abord été développée dans le but de résoudre des problèmes de conception en ingénierie. Ses outils et concepts ont prouvé leur efficacité dans la résolution des problèmes technologiques. Selon une étude réalisée par le Massachusetts Institute of Technology [MIT 1997] cité dans la thèse de Zouaoua-Ragab [ZOU 2012], les individus utilisant TRIZ sont 70 % plus inventifs que sans l'utilisation de TRIZ.

L'efficacité avérée apportée par TRIZ a poussé les experts à l'utiliser dans d'autres domaines. C'est ainsi que de nombreux travaux abordent l'utilisation de TRIZ dans divers domaines non-technologiques. Dans la dernière partie de ce chapitre, différents champs d'applications de TRIZ sont présentés.

VI.1. Secteur des services d'annuaires et de renseignements d'annuaires

Cool [COO 2006], présente une méthode de résolution des problèmes de ciblage de marché. En mettant à contribution les principes de TRIZ, l'article présente des idées d'amélioration des outils marketing avec une application portant sur l'activité des services d'annuaires.

L'application de la méthode TRIZ est illustrée également par l'utilisation des principes de résolution des contradictions suivants :

- Principe 1 : la segmentation;
- Principe 15 : Dynamiser;
- Principe 25 : Self-service.

Les principes de TRIZ, cités dans l'article, ont montré que cette méthode peut contribuer au développement optimum des outils et modèles marketings des services d'annuaires.

VI.2. Domaine de la Stratégie

Yung-Chin Hsiao [YUN 2005] résout le problème de la contradiction connue sous le nom de contradiction de l'océan rouge et dont le principe est de proposer des produits sur un marché déjà exploité par les concurrents.

Pour se différencier de la concurrence, la stratégie de l'océan rouge entrevoit deux solutions possibles : réduire les coûts ou augmenter la performance. La contradiction étant telle qu'elle ne peut atteindre simultanément ces deux objectifs.

Pour résoudre cette problématique, l'auteur utilise une extrapolation de la méthode TRIZ aux domaines du marketing et du management.

- Les paramètres techniques de la matrice des contradictions ont été adaptés au domaine du management;
- Aux principes inventifs standards de la matrice, sont ajoutées les stratégies issues de plusieurs centaines de livres de Business et de Management.

La nouvelle matrice ainsi obtenue intitulée « Creatriz for Business and Management » utilise des principes de résolution sur le même modèle de fonctionnement que TRIZ version classique.

VI.3. Domaine de la publicité

Mann [MAN 2002], montre les applications des 40 principes de TRIZ dans le domaine du marketing et plus précisément la publicité.

L'étude menée par l'auteur a consisté à visionner plusieurs spots publicitaires de trois chaînes de télévision du Royaume-Uni et à analyser les concepts utilisés pour leur réalisation. L'auteur a ensuite pu faire le parallèle entre les concepts utilisés dans ces publicités et les principes inventifs de TRIZ ainsi que les contradictions qui y sont associées.

Il dresse ensuite un tableau représentant les 100 meilleures annonces classifiées selon l'ordre de préférences des téléspectateurs. Les publicités qui ont capté la préférence et l'engouement des téléspectateurs sont en majorité celles qui ont été conçues à l'aide des principes de TRIZ.

Cette enquête a révélé que 85 publicités sur les 100 étudiées employaient un ou plusieurs principes TRIZ, et qu'un réel parallélisme existait entre les principes de TRIZ et les concepts des publicités.

VI.4. Domaine de la maintenance

Une étude de cas sur un problème lié la maintenance, que l'auteur a pu résoudre grâce à TRIZ, est présentée dans l'ouvrage de Mann [MAN 2004]. Le problème est apparu dans une usine qui produit des aliments en conserves. L'usine a vu sa production baisser à cause de multiples temps d'arrêt machine et une augmentation du taux de rebuts.

En diagnostiquant le problème, l'auteur a découvert que le département Maintenance se sentait menacé si toutes les machines étaient réparées et qu'il n'y avait plus de maintenance à faire. Il a ensuite traduit cela en contradiction :

- Réduire le taux de rebut qui peut être traduit par le paramètre : « Fiabilité»;
- Le département Maintenance va perdre son travail qui peut être traduit par le paramètre : « Effets néfastes pour le système».

L'un des principes inventifs donné par la matrice des contradictions pour ce type de contradiction est l'inversion (solution générique).

La solution spécifique proposée à partir de ce principe était de rémunérer le département Maintenance en fonction de sa non-activité. Moins le département avait de travail, plus il était

rémunéré. Cela a permis de motiver le personnel de maintenance et d'améliorer son efficacité. Il y avait moins d'arrêts machine, moins de rebuts et la production s'est améliorée.

VI.5. Domaine de la production

Une application de TRIZ dans le domaine de la production et qui traite d'un problème récurrent dans une chaîne de production, celui d'équilibrer la charge et la capacité en fonction de la demande, est présenté par Man [MAN 2004]. Le problème est d'autant plus complexe puisque la demande est soumise à une saisonnalité.

Une solution classique est de recruter des vacataires lors des périodes de fortes demandes. Cela a comme inconvénient une diminution de la qualité des produits finis due au manque d'expérience des nouvelles recrues.

Une contradiction a été identifiée :

- Améliorer la réactivité de l'usine face aux changements de demandes;
- Ne pas changer de méthode travail (Ne pas recruter).

La résolution de cette contradiction s'est faite grâce au principe 15 : Dynamisme (Diviser un objet en éléments pouvant se déplacer les uns par rapport aux autres). C'est ainsi qu'une solution fut trouvée : les ouvriers devaient travailler moins (6 heures par jour) lorsque la demande était faible et plus (plus de 9h par jour) lorsque la demande était forte.

VI.6. Domaine de la supply chain

Martin, Clapp et Joines [MAR 2004], proposent l'utilisation de la TRIZ pour résoudre un problème connu dans la Supply Chain celui de l'effet coup de fouet. L'effet coup de fouet correspond au phénomène d'amplification croissante de la variabilité de la demande en remontant le long de la chaîne logistique. Dans cet article les auteurs, tentent en utilisant TRIZ, de retrouver les solutions déjà connues à ce problème typique. L'idée étant de démontrer la viabilité de TRIZ dans la résolution de problème dans la Supply Chain.

En utilisant la notion de résultat idéal final et l'approche multi-écrans, les auteurs ont pu retrouver les solutions déjà existantes :

- Appliquer le Lean Manufacturing (flexibilité et souplesse de la production) ;
- Réduire la confiance dans les prévisions ;

- Accroître la transparence de l'information en faisant confiance dans les données provenant directement du Client final.

De même Movarrei et Vessal [REZ 2007], ont établi une analogie entre les principes inventifs et les solutions déjà appliquées dans une Supply Chain.

Exemple d'analogie :

- Solution ayant déjà été trouvée : Tester le fournisseur pendant une période de temps limité;
- Principe inventif : Ephémère.

VI.7. Domaine du transport

TRIZ a été utilisée pour résoudre des problèmes de logistique au niveau du port de « Bohai Bay » [RON 2010]. Les auteurs ont d'abord identifié les problèmes et défini les contradictions puis ont extrait les paramètres et enfin résolu les problèmes en utilisant une matrice des contradictions modifiée. En effet, une analogie a été faite entre des paramètres non techniques et les paramètres techniques de la matrice des contradictions de TRIZ.

Exemples d'analogies :

- Le paramètre « importance des investissements » a été associé au paramètre « Quantité de substance »;
- Le paramètre « nombre d'infrastructures au niveau du port » a été associé au paramètre « complexité »;
- Le paramètre « pertes dues au transport » a été associé au paramètre « Perte d'énergie ».

A l'aide de ces analogies, les principes inventifs les plus pertinents pour la résolution des problèmes ont été identifiés. Ces principes ont servi à formuler les solutions aux problèmes.

VI.8. Domaine du Management des systèmes d'information

Afin de démontrer la viabilité de l'application de TRIZ dans le management des systèmes d'information, Goldsmith [GOL 2005] a mené une étude dans un call center en vue d'augmenter sa performance. L'objectif était d'augmenter son nombre d'abonnés tout en réduisant le nombre d'appels reçus. L'indicateur de performance choisi afin de suivre

l'éventuelle amélioration apportée par les solutions était le nombre d'appels moyen par abonné (abonné au call center).

En utilisant les principes inventifs de TRIZ, plusieurs solutions ont été trouvées. Trois sont citées en exemple ci-dessous :

- Principe 6 : Universalité (Multifonctions), rendre apte une partie de l'objet à réaliser plusieurs fonctions pour remplacer les fonctions des autres parties de l'objet ;
Solution proposée : Une interface internet multifonction regroupant plusieurs moyens de communication permet aux abonnés d'obtenir des réponses à leurs interrogations sans appeler le call center;
- Principe 10 : Action préliminaire, réaliser un changement requis plus tard, entièrement ou partiellement, avant qu'il ne soit nécessaire.
Solution proposée : Elaborer une liste des questions fréquemment posées ;
- Principe 13 : Inversion, inverser l'action utilisée normalement pour résoudre le problème.
Solution proposée : Envoyer des emails informatifs à tous les abonnés lorsque cela est nécessaire afin d'éviter l'afflux d'appels. L'inversion vient du fait que ce n'est plus l'abonné qui contacte le call center mais c'est le call center qui prend l'initiative de contacter les abonnés.

VI.9. Domaine de la Gestion des stocks

Mann [MAN 2000] expose une étude de cas relative à une problématique de gestion des stocks et qui met en avant l'aspect conflictuel existant entre coût de possession et coût de lancement de commande. Une solution de compromis serait de calculer le lot économique par la formule de Wilson.

En utilisant les principes inventifs ainsi que les principes de séparation, l'auteur développe un raisonnement basé sur la TRIZ qui permettrait de dépasser cette contradiction.

Par exemple :

- Principe 15 : Dynamisme, rendre flexible ou adaptable l'objet rigide ou non flexible :
Calcul actif (plusieurs fois par jour) du lot économique en fonction du marché;

- Principe 38 : Oxydants puissants, remplacer l'air par de l'air enrichi en oxygène : Enrichir et stimuler l'interaction entre les différents maillons de la chaîne de production et réduire ainsi les coûts de possession (coûts de stockage).

VI.10. Domaine de la communication

Mann [MAN 2000] retrace l'évolution des moyens de communication et fait le parallèle avec les lois d'évolution de la TRIZ.

- Loi 3 : Concordance des rythmes (Harmonisation). Utilisation du Kanban dans les systèmes de production juste-à-temps ;
- Loi 8 : Dynamisation par l'augmentation de la contrôlabilité. Passage de communication verbal (moins de contrôle) à la communication par internet (plus de contrôle).

VI.11. Autres domaines d'application

TRIZ a également été appliquée dans d'autres domaines, et à défaut de les détailler, le Tableau I.3 liste les domaines d'application et leurs références bibliographiques.

Domaine	Référence
Education	[NAK 1999]
Art	[VOR 2000]
Economie	[SOU 2010]
Gestion des risques	[REG 2010]
Politique	[FEA 1998]
Développement durable	[YAN 2011]

Tableau I. 3 : Quelques autres domaines d'application de TRIZ

Conclusion

Dans ce chapitre, consacré à la théorie TRIZ, l'historique de cette méthode a été rapporté de façon sommaire. Puis, la définition de ses concepts et outils a permis de mettre en relief leur caractère générique, comme les lois d'évolution, la matrice des contradictions et ses 40 principes inventifs, les solutions standards, etc. Tous ces principes et outils ayant pour objectif d'orienter la réflexion vers la génération de nouvelles idées.

Ensuite, les différents champs d'applications de la théorie TRIZ ont été présentés. Ceci a permis de montrer que l'application de TRIZ a investi d'autres domaines non technologiques très divers. En effet de nombreuses applications de la méthode dans le domaine management

(Marketing, communication, Supply-Chain...) ont été développées en adaptant les concepts et outils de la TRIZ permettant ainsi d'aboutir à des solutions innovantes.

C'est aussi l'objectif attendu par la présente étude dans le cas de la Supply Chain dont les concepts fondamentaux sont présentés dans le chapitre qui suit.

***Chapitre II : Concepts fondamentaux
de la Supply-Chain***

Introduction

Pour rester compétitive, toute entreprise cherche à élaborer une stratégie lui permettant de se placer dans les meilleures conditions face aux forces concurrentielles présentes au sein de son secteur d'activité. De nos jours, la dynamique du marché fait que l'environnement externe de l'entreprise est devenu très compétitif et, pour survivre, la majorité des entreprises ont fait de leur chaîne logistique leur cheval de bataille.

En effet, la gestion de la chaîne logistique constitue un enjeu stratégique majeur pour les entreprises industrielles et commerciales engagées dans des secteurs concurrentiels. C'est un véritable gisement de valeur ajoutée auprès des clients sous forme de qualité de service, de performance en délai et en réactivité. En outre, la logistique est un des lieux principaux où se joue la rentabilité de l'entreprise, par l'optimisation des capacités de production, des stocks et des coûts de distribution. Considérée jadis comme une simple intendance nécessaire qui devait suivre la production et permettre d'acheminer les produits, elle est, aujourd'hui, au centre des projets de configuration des systèmes de production, d'approvisionnement et de vente, pour une meilleure performance globale.

Cette tendance est encore renforcée par le contexte économique, dans lequel les exigences se sont accrues, où la mondialisation des échanges suscite des réseaux internationaux, où les produits se diversifient et où leur cycle de vie se raccourcit, où les partenariats de sous-traitance entre entreprises se développent. En parallèle, de nouvelles opportunités sont offertes par l'évolution des technologies et des méthodologies, en particulier en ce qui concerne les systèmes d'information qui tendent à renouveler les problématiques et les solutions.

Le présent chapitre retrace, en premier lieu, l'évolution de la logistique, pour ensuite exposer les concepts de chaîne logistique ou « Supply Chain ».

En second lieu, il détaille la méthode d'audit logistique retenue afin d'évaluer les performances de la chaîne logistique et de déceler ses dysfonctionnements.

I. Chaîne logistique

I.1. Concept de logistique à travers l'histoire [COU 2003]

Le terme « logistique » est issu du grec « logistokos » : « ce qui est relatif au raisonnement ». Il est également issu d'un ancien grade d'officier ; celui de « major général des logis », officier supérieur, chargé d'assurer le mouvement, la subsistance, l'approvisionnement et le cantonnement des troupes en campagne.

C'est la réflexion logistique développée au cours de la seconde guerre mondiale qui va pénétrer les milieux de l'entreprise au cours des années soixante où elle caractérise tout ce qui est manutention et transport de marchandises.

La logistique en entreprise a connu quatre phases :

- **1950 - 1970** : apparition des premières techniques d'optimisation appliquées à la résolution des problèmes d'entreposage et de transport ;
- **1970 – 1980** : développement de la chaîne logistique intégrée qui a décloisonné l'organisation interne des entreprises ;
- **1980 – 1990** : développement de la chaîne logistique globale dont le concept vise à organiser et à optimiser la chaîne de flux entre les partenaires ;
- **Années 2000** : apparition de la gestion collaborative dont le but est de bien synchroniser l'aboutissement d'un processus chargé de délivrer une valeur ajoutée au client final.

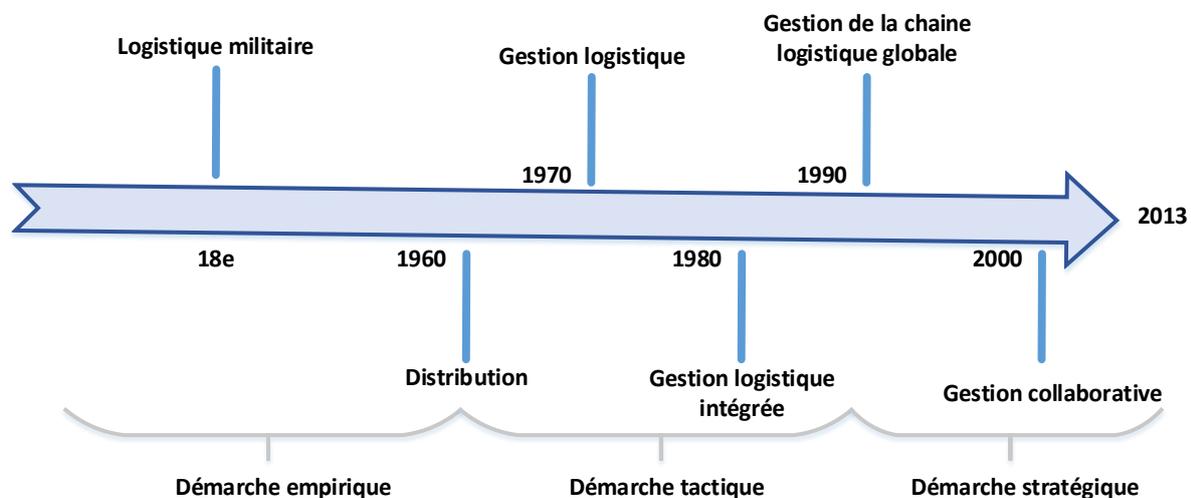


Figure II. 1 : Evolution du concept de la logistique [COU 2003]

I.2. Définitions

Les définitions de la Supply Chain ou chaîne logistique et de sa gestion ou son management varient essentiellement selon les limites fixées de la chaîne logistique : aux bornes de l'entreprise, aux bornes des partenaires principaux, étendues au réseau global.

I.2.1. Chaînes logistiques ou Supply Chain

Un survol de la littérature permet de distinguer trois grandes catégories de définition :

A. L'élément fondateur de la chaîne logistique est l'entreprise.

Dans ce cadre, une entreprise est une succession de fonctions, pouvant être assimilée à une chaîne logistique de fonctions ou chaîne logistique interne.

Selon POIRIER et REITER [POI 2001], la chaîne logistique est définie comme étant « *un système grâce auquel les entreprises amènent leurs produits et leurs services jusqu'à leurs clients* ».

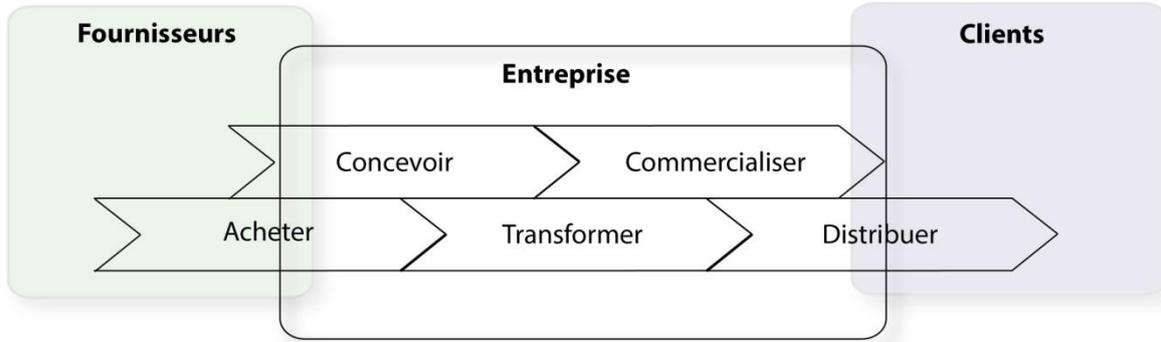


Figure II. 2 : Représentation d'une chaîne logistique [KEA 1994]

B. La chaîne logistique s'étend du fournisseur au client

La chaîne logistique peut aussi être définie de façon plus fonctionnelle : une chaîne logistique est un réseau d'installations qui assurent les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution des produits finis vers le client.

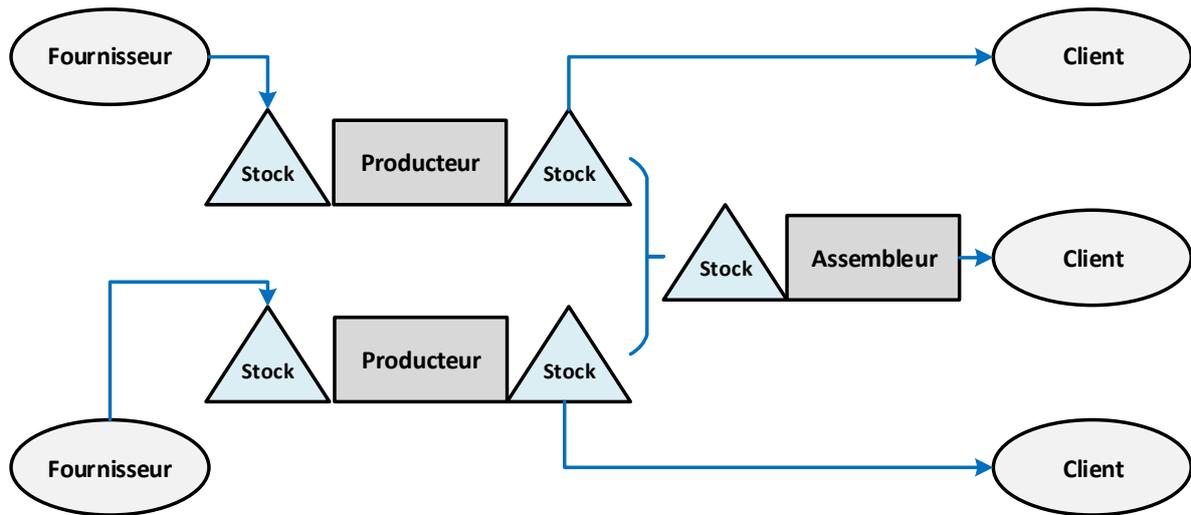


Figure II. 3 : Représentation d'une chaîne logistique [THI 2002]

C. La chaîne logistique comprend le fournisseur du fournisseur et le client du client

Enfin, la définition la plus générique et étendue définit la chaîne logistique comme un système dont les composants sont les fournisseurs, les usines de production, les services de distribution, et les clients reliés entre eux par les flux matières de l'amont vers l'aval et les flux d'information dans l'autre sens.

Cette définition permet d'étendre la chaîne logistique au delà des limites de l'entreprise et du trio fournisseur/entreprise/client, définissant ainsi une chaîne logistique allant des fournisseurs des fournisseurs jusqu'aux clients des clients.

“Un système de sous-traitants, de producteurs, de distributeurs, de détaillants et de clients entre lesquels s'échangent les flux matériels dans le sens des fournisseurs vers les clients et des flux d'informations dans les deux sens.” [TAY 1999]

"Une chaîne logistique est formée de l'ensemble du cheminement des flux physiques, financiers et informationnels, du premier des fournisseurs jusqu'aux clients ultimes, les consommateurs". [LAU2004]

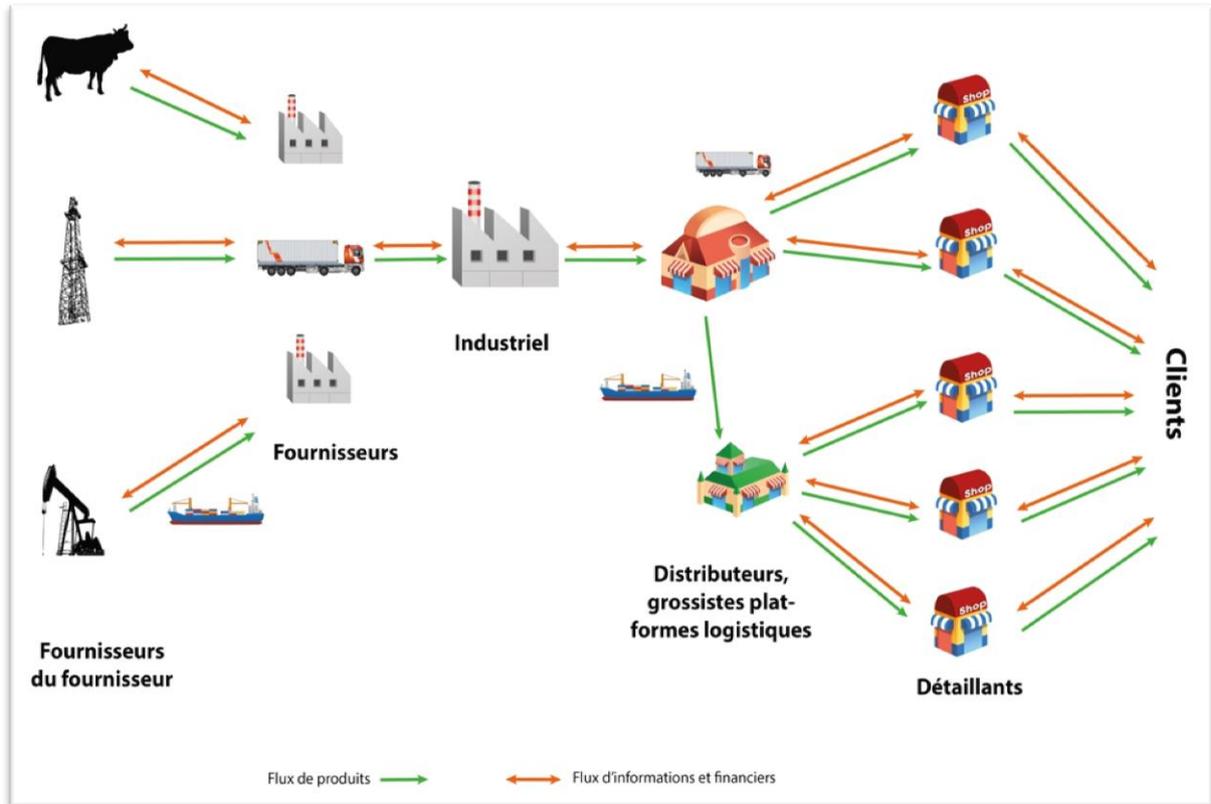


Figure II. 4 : Représentation d'une chaîne logistique [COR 2009]

D. Trois niveaux d'évolution de la chaîne logistique

La maturité de la chaîne logistique se mesure par le degré d'intégration de ses différents processus. La Figure II.5 illustre les trois niveaux de maturité de la chaîne logistique, qui correspondent le plus souvent à trois stades d'évolution d'une entreprise à partir de l'organisation traditionnelle.

Chaque entreprise, qu'elle soit manufacturière ou de services, possède une chaîne logistique (de type interne) et appartient à au moins une chaîne logistique.

Ainsi, de façon générique : une chaîne logistique est une succession d'activités couvertes par différentes fonctions d'une seule ou plusieurs organisations indépendantes permettant de satisfaire des clients.

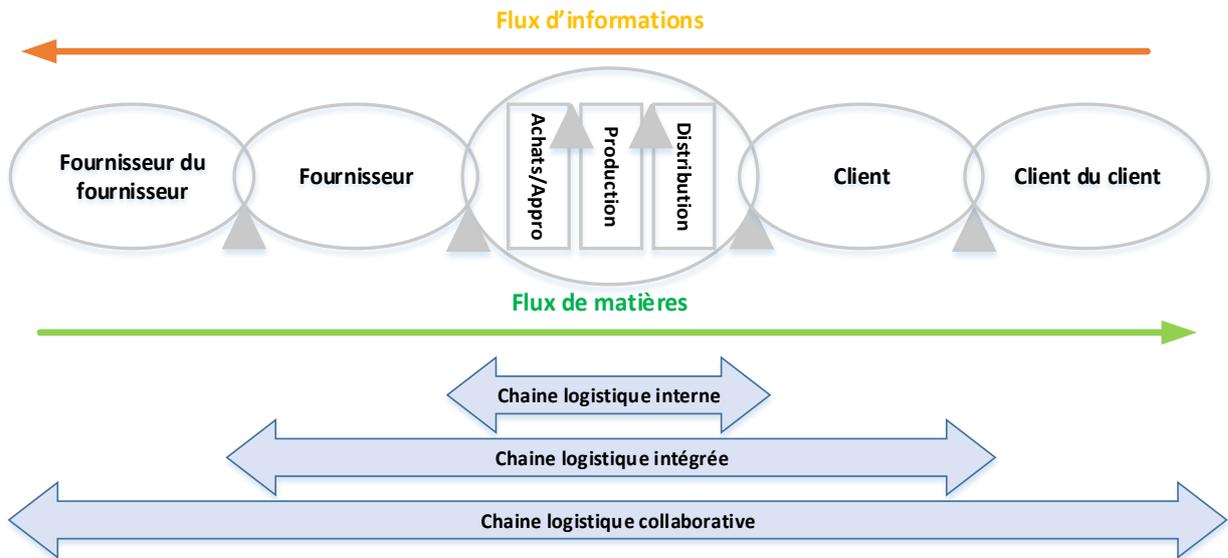


Figure II. 5 : Niveaux d'évolution de la chaîne logistique

Quelle que soit la définition adoptée, les chaînes logistiques ont toujours existé, ce qui est réellement innovant c'est le fait d'avoir une vision globale, transversale et de chercher l'optimisation dans sa globalité et non plus des optima locaux.

I.2.2. Gestion de chaînes logistiques ou Supply Chain Management (SCM)

De façon générique, la gestion des chaînes logistiques peut se définir par la coordination systémique et stratégique entre fonctions internes ou externes d'une ou de plusieurs entreprises. Le but de cette démarche réside dans l'amélioration de la performance à long terme de chaque membre de la chaîne logistique et, de ce fait, de l'ensemble de celle-ci.

De même que pour les chaînes logistiques, les différentes définitions de la SCM sont directement liées aux limites de la chaîne. La gestion de la chaîne logistique peut donc se limiter aux bornes d'une entreprise, s'étendre à ses partenaires directs ou intégrer plusieurs entreprises de la chaîne.

Selon les différents niveaux de chaînes logistiques, trois approches de gestion peuvent être distinguées :

A. Gestion des chaînes logistiques internes

Cette approche est centrée sur l'efficacité opérationnelle au sein d'une entreprise par la recherche de l'optimisation des flux physiques et l'amélioration des processus opérationnels.

"Fonction dont la finalité est la satisfaction des besoins exprimés ou latents, aux meilleures conditions économiques pour l'entreprise et pour un niveau de service déterminé. Les besoins sont de nature interne (approvisionnement de biens et de services pour assurer le fonctionnement de l'entreprise) ou externe (satisfaction des clients). La logistique fait appel à plusieurs métiers et savoir-faire qui concourent à la gestion et à la maîtrise des flux physiques et d'informations ainsi que des moyens" Selon la définition donnée par l'AFNOR. [AFN 2002]

B. Gestion des chaînes logistiques intégrées

Cette approche est centrée sur les relations entre plusieurs sites d'une même entreprise, voire intégrant quelques fournisseurs ou clients directs de cette entreprise.

Selon LA LONDE [LAL 1994], la Supply Chain Management est définie comme étant " la livraison au client final grâce à une gestion synchronisée de la circulation des flux physiques et informationnels depuis l'approvisionnement jusqu'à la consommation "

C. Gestion des chaînes logistiques collaboratives

Cette approche consiste à positionner une entreprise au sein de la (des) chaîne(s) logistique(s) étendue (s) à laquelle (auxquelles) elle appartient.

« La Gestion de la Supply Chain est un alignement d'acheteurs, de fournisseurs et de clients ainsi que leurs processus dans le but d'atteindre un avantage concurrentiel ». [MOR 1997]

« La gestion de Supply Chain est une stratégie basée sur la collaboration des opérations entre différentes entreprises dans le but de parvenir à une vision partagée sur les opportunités de marché. Il s'agit d'un accord global qui s'étend de l'approvisionnement des matières premières à l'achat du client final ». [BOW 1997]

D. Objectifs du management de la chaîne logistique

Dans des marchés hautement concurrentiels, le management de la chaîne logistique constitue un enjeu stratégique majeur pour les entreprises industrielles et commerciales. Il permet de :

- Satisfaire les attentes des clients : la flexibilité de l'organisation et la fiabilité des délais conditionnent la satisfaction des clients;
- Réduire les coûts : l'intégration des flux physiques et informationnels, du point d'approvisionnement à la livraison du client, réduit les coûts globaux de la chaîne logistique;
- Optimiser l'utilisation des actifs : en créant un véritable lien entre les processus de l'entreprise, de ce fait les actifs sont mieux utilisés (ressources humaines, équipements, matières premières, en-cours, produits finis).

II. Audit logistique

II.1. Définition et objectif de l'audit

L'AFNOR [AFN 2008] définit l'audit comme « un examen professionnel fondé sur une technique d'identification, de mesure et d'évaluation des écarts par rapport à des normes / référentiels / objectifs préétablis. »

L'objectif de l'audit est :

- D'analyser un existant par rapport à un référentiel ;
- D'identifier des écarts, des dysfonctionnements par rapport à ce référentiel ;
- De proposer, une fois ces écarts validés, des recommandations et des axes d'amélioration à la direction pour pouvoir y remédier.

II.2. Référentiels de l'audit logistique

Le référentiel de l'audit logistique est conçu pour mesurer la performance de l'entreprise, il concerne l'ensemble ou une partie du dispositif logistique. Il permet de vérifier et de valider qu'un certain nombre de processus sont bien mis en œuvre.

Parmi les référentiels les plus utilisés par les entreprises figurent les référentiels suivants :

- Référentiel ASLOG ;

- Référentiel EVALOG ;
- Référentiel COOPER ;
- Référentiel SCOR.

Ces référentiels sont détaillés dans l'Annexe D.

II.3. Choix du Référentiel d'audit

Le modèle SCOR représente incontestablement la principale référence mondiale concernant la chaîne logistique. Il s'agit d'un repère qui permet d'évaluer la structure de la chaîne logistique, son fonctionnement ainsi que son positionnement en comparaison avec celles des meilleures entreprises du moment.

Un tel modèle permet de :

- Mesurer les performances de la Supply Chain;
- Déceler les dysfonctionnements;
- Proposer des améliorations issues des pratiques des entreprises les plus performantes.

Le choix du référentiel SCOR pour répondre à la problématique vient du fait que :

- L'approche SCOR permet de définir précisément quelles sont les activités considérées comme appartenant à la chaîne logistique de manière plus exhaustive et plus structurée;
- Le modèle SCOR, comparé aux autres référentiels, est le plus généraliste. En effet il est applicable à tous les secteurs;
- L'audit SCOR permet à son utilisateur de bénéficier d'un certain nombre de pratiques issues des entreprises les plus performantes au monde lui permettant ainsi, d'améliorer ses performances. Ces pratiques permettront d'orienter la réflexion lors de la résolution des dysfonctionnements avec la méthode inventive TRIZ.

II.4. Démarche de l'audit SCOR

II.4.1. Objectifs du modèle SCOR

D'après Paul et Laville [PAU 2007], les entreprises optent pour l'utilisation du modèle SCOR pour trois raisons principales :

- Soutenir leurs décisions stratégiques : le modèle SCOR est un excellent vecteur de mise en place des décisions issues de la planification stratégique des entreprises ;
- Fournir un cadre cohérent à la mesure de leurs performances : le modèle soutient les entreprises face à la complexité des structures organisationnelles qui engendrent des dysfonctionnements de communication et des incohérences dans la construction et l'utilisation des indicateurs clés de performance ;
- Contribuer aux opérations d'intégration interne et externe : le modèle aide à concevoir des structures de flux transversales permettant aux entreprises de créer de véritables pipelines depuis l'entrée de la commande jusqu'à son paiement. Il facilite et initie, par ailleurs, l'intégration des différents acteurs de la chaîne. Le modèle réalise l'intégration à la fois verticale (de la stratégie à la transaction) et horizontale (de bout en bout) de la chaîne.

II.4.2. Structure du modèle SCOR

L'outil de modélisation SCOR propose une approche d'analyse par processus. Ce modèle hiérarchique comporte quatre niveaux de décomposition dont uniquement les trois premiers niveaux y sont décrits.

A. Niveau 1

Le niveau 1 (stratégique), le plus agrégé, décrit le processus de façon globale. Ce niveau propose de décomposer le processus global en 5 processus génériques : planification, approvisionnement, production, distribution, retour client et fournisseur. Il donne une vision globale des objectifs de performances concurrentielles. (Figure II.6)

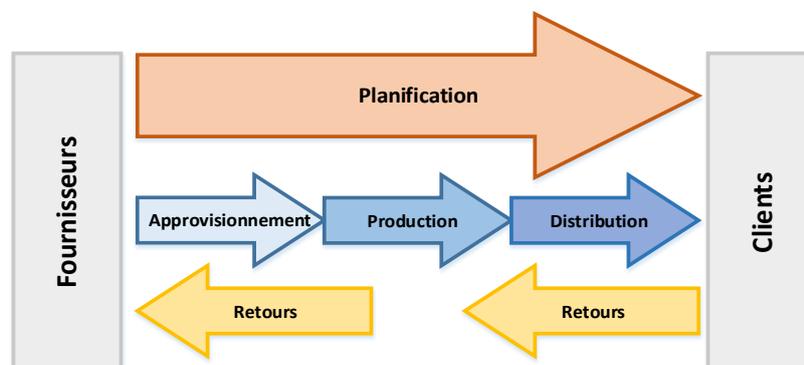


Figure II. 6 : Modèle SCOR niveau 1

a. Processus de planification

Il s'agit des processus permettant d'équilibrer l'offre et la demande (équilibre charge/capacité) et de définir les actions à entreprendre afin de correspondre au mieux à la stratégie de l'entreprise.

Le processus de planification inclut :

- Des processus opérationnels : l'évaluation des ressources, l'agrégation et la priorisation des demandes, les planifications de stocks, de besoins en distribution, de production, d'approvisionnement, etc... ;
- Des processus de gestion : la gestion de l'information et des relations sur lesquelles sont basés les processus de planification et d'exécution ;
- Des processus d'aide à la décision et d'optimisation: Les décisions stratégiques (planification des ressources à long terme, configuration des chaînes logistiques, décision d'externalisation).

b. Processus d'approvisionnement

Il s'agit des processus permettant d'obtenir des biens ou services afin de répondre aux demandes prévisionnelles ou réelles.

Ce processus inclut :

- Des processus opérationnels: la planification des commandes, la réception, la vérification, le stockage, ...;
- Des processus de gestion : la mise en place de contrats et de certification des fournisseurs, la gestion de la qualité, ...

c. Processus de production

Processus qui transforme les matières premières en produits finis pour répondre à une demande prévue ou réelle.

Ce processus englobe :

- Des processus opérationnels: la réception des matières et composants, la fabrication, le contrôle, l'emballage ;

- Des processus de gestion: la gestion des sites de production et des équipements, la gestion de la qualité, l'ordonnancement (à court terme).

d. Processus de distribution

Il s'agit des processus fournissant les produits finis et services afin de répondre aux demandes prévisionnelles ou réelles.

Ceci inclut :

- La gestion de la demande : la saisie de commande, la création et le maintien de la base de données clients, la gestion de l'affectation des produits/services, ...;
- Les processus de gestion : la gestion des transports, la gestion des entrepôts (optimisation géographique des dépôts...), la gestion des stocks de produits finis, ...

e. Processus de retour

Il s'agit de tous les processus de retour : retours matières premières (aux fournisseurs), et retours de produits finis (par les clients).

B. Niveau 2

Le niveau 2 (tactique) permet, en accord avec la stratégie de l'entreprise, de caractériser le niveau 1. Les 5 processus principaux sont décomposés en 3 catégories de processus :

- Processus de planification ;
- Processus d'exécution ;
- Processus de soutien.

a. Processus de planification

Ce sont des processus qui adaptant les ressources aux besoins de la demande, équilibrent la demande et l'offre sur un horizon de planification fiable. Ils interviennent généralement à des intervalles de temps réguliers afin de contribuer au temps de réponse de la chaîne.

Les processus de planification sont les suivants :

- Planification de l'approvisionnement ;

- Planification de la production ;
- Planification de la distribution ;
- Planification des retours.

b. Processus d'exécution

Ce sont des processus déclenchés par une demande planifiée ou réelle qui change l'état de la marchandise.

Chaque processus de niveau 1 est caractérisé en fonction des politiques de gestion de l'entreprise.

Le processus d'approvisionnement peut être caractérisé de 3 façons :

- Approvisionnement pour stocks (source stocked products);
- Approvisionnement à la commande (source make-to-order products) ;
- Approvisionnement pour la conception (source engineer-to-order products).

Le processus de fabrication peut être caractérisé comme suit :

- Fabrication sur stock (Make to-stock);
- Fabrication à la commande (Make to-order) ;
- Conception et fabrication à la commande (Engineer-to-order).

Le processus de distribution peut être caractérisé suivant les processus ci-dessous :

- Distribution des produits stockés ;
- Distribution des produits fabriqués sur commandes ;
- Distribution des produits conçus à la commande.

Le processus de retour peut être caractérisé comme suit :

- Retour des produits défectueux (approvisionnement) ;
- Retour des produits défectueux (distribution) ;
- Retours des produits défectueux (maintenance) ;
- Retours des produits en excès.

c. Processus de soutien

Ce sont les processus qui préparent, maintiennent ou gèrent l'information ou les relations sur lesquelles sont basés les processus de planification et d'exécution.

C. Niveau 3

Au niveau 3 (opérationnel), les activités des sous processus sont décrites. A chaque activité sont associés des indicateurs de performances et des éléments de benchmarking au regard des meilleures pratiques utilisées par les entreprises les plus performantes du moment.

Exemple : Le processus approvisionnement pour stocks est décomposé en 5 activités. (Figure II.7)

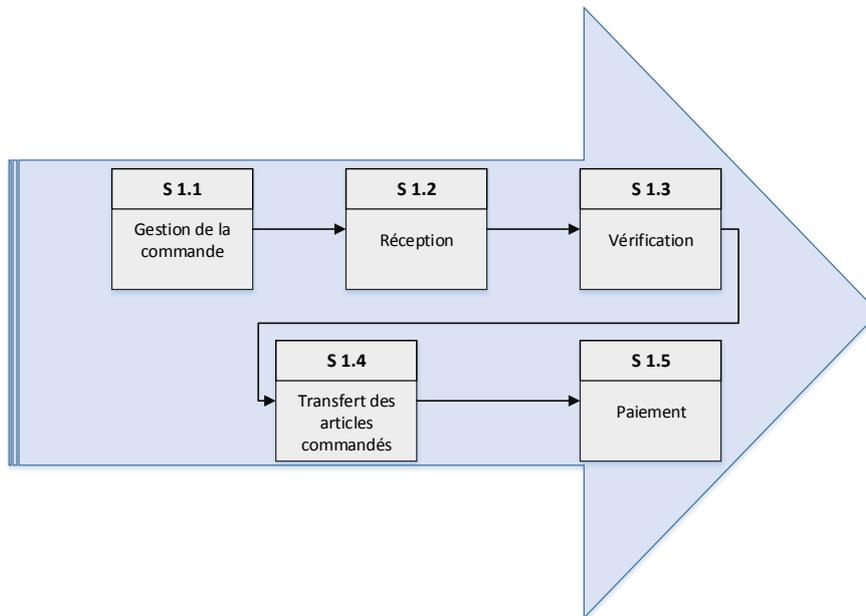


Figure II. 7 : Exemple de sous-processus niveau 3

D. Niveau 4

Il s'agit de descendre au niveau des activités élémentaires qui composent chacun des processus de la chaîne logistique. Ce niveau n'est pas dans le modèle de référence. Il convient à chaque entreprise de définir les tâches élémentaires de ses activités.

E. Indicateurs de performance

Les attributs de performance sont les caractéristiques de la chaîne logistique qui lui permettent d'être analysée et évaluée par rapport aux autres chaînes logistiques avec des stratégies concurrentes. Tout comme pour décrire un objet physique en utilisant les caractéristiques standards (par exemple, hauteur, largeur, profondeur), une chaîne d'approvisionnement nécessite des caractéristiques standards pour être décrite. Sans ces caractéristiques, il est extrêmement difficile de comparer une organisation qui choisit d'avoir de faibles coûts à une organisation qui choisit de concourir sur la fiabilité et la performance.

Le Tableau II.1 définit les attributs de performance et présente les indicateurs de performance de niveau 1 associés à chaque attribut.

Les indicateurs de performance de niveau 1 sont calculés à partir des niveaux inférieurs. Ils sont des mesures de niveau primaire qui peuvent traverser plusieurs processus de SCOR. Les calculs de niveau inférieur (indicateurs de niveau 2) sont généralement associés à un sous-ensemble restreint de processus. Par exemple, la performance de livraison est calculée comme le nombre total de produits livrés à temps et en bon état. Par ailleurs, les indicateurs de niveau encore plus bas sont utilisés pour diagnostiquer les variations de performances par rapport aux objectifs.

Attribut de performance	Définition de l'attribut	Indicateurs de performance de niveau 1
Fiabilité de la Supply-Chain	La performance de la chaîne d'approvisionnement : le bon produit, au bon endroit, au bon moment, dans un bon état et bon emballage, à la bonne quantité, avec une documentation correcte, au bon client.	Exécution parfaite des commandes
Réactivité de la Supply-Chain	La vitesse à laquelle la chaîne logistique fournit les produits au client.	Temps de cycle d'exécution des commandes
Flexibilité de la Supply-Chain	La capacité de la chaîne logistique à s'adapter aux changements du marché afin de gagner ou conserver un avantage concurrentiel.	Augmentation de la flexibilité de la chaîne logistique
		Augmentation de l'adaptabilité de la chaîne logistique
		Baisse de l'adaptabilité de la chaîne logistique
Coûts de la Supply-Chain	Les coûts associés à l'exploitation de la chaîne logistique	Coût de la gestion de la Supply-Chain
		Coût des produits vendus
Gestion des actifs de la Supply-Chain	L'efficacité d'une organisation dans la gestion d'actifs pour soutenir la satisfaction de la demande. Cela comprend la gestion de tous les actifs: fixe et fonds de roulement	Temps de cycle de trésorerie
		Cycle d'exploitation

Tableau II. 1 : Définitions des attributs de performance selon SCOR. [SCO 2005]

Conclusion

Dans ce chapitre, les définitions de la chaîne logistique et de sa gestion ont mis en évidence l'importance de ces deux dernières dans le développement des entreprises. La partie traitant de l'audit logistique a permis de choisir le référentiel SCOR comme étant le modèle de mesure de performance de la chaîne logistique le mieux adapté à la problématique traitée. En effet, le modèle SCOR, en plus de déceler les dysfonctionnements, propose aussi les meilleures pratiques représentant des axes d'orientation dans la démarche de réflexion lors de l'application de la méthode de résolution TRIZ.

Chapitre III : Etude de l'existant

Introduction

Comme décrit précédemment, la démarche de résolution se compose de deux parties : l'audit de la chaîne logistique et la résolution en utilisant la méthode TRIZ.

Ce chapitre sera consacré à la première étape de la démarche de résolution. Il dressera l'état des lieux au sein de l'entreprise objet de l'étude, à savoir Schlumberger Algérie.

Dans un premier temps, il présentera l'entreprise en décrivant les différentes entités et systèmes d'information concernés par cette étude. Dans un second temps, il résumera l'audit SCOR réalisé sur la chaîne logistique de Schlumberger.

I. Présentation de l'entreprise

I.1. Schlumberger dans le monde (Worldwide)

Fondée en 1926, Schlumberger est le premier fournisseur mondial de technologies, de services de gestion intégrée de projets, et de solutions d'information pour l'industrie de l'exploration-production pétrolière et gazière internationale.

Schlumberger, qui a inventé le « logging », technique qui permet de recueillir des données dans les puits de pétrole et de gaz, fournit la plus large gamme de produits et de services que peut offrir ce secteur au marché pétrolier et gazier.

Au 31 décembre 2012, la Société employait près de 118 000 collaborateurs de plus de 140 nationalités, dans près de 85 pays. Les principaux sièges de Schlumberger se trouvent à Paris, Houston et La Haye. Son chiffre d'affaires sur l'exercice 2012 est de 42,15 milliards USD contre 36,96 milliards USD en 2011.

À l'issue des acquisitions de Smith International, Inc. (Smith) et de Geoservices en 2010, l'élargissement des activités de Schlumberger comprenant des services d'exploration-production est tel que Schlumberger a modifié ses principales modalités d'affectation des ressources et d'évaluation des performances. Par conséquent, à compter du premier trimestre de 2011,

Schlumberger a changé son premier niveau d'information sectorielle et adopté une présentation par groupes de produits (les Groupes) constitutifs des Services pétroliers Schlumberger.

I.2. Les activités du groupe Schlumberger

Schlumberger, qui est présente sur tous les grands marchés des services pétroliers, gère ses activités par le biais de trois Groupes. Chaque Groupe se compose de plusieurs lignes de produits et services technologiques, appelées « Technologies » ou « Segments des opérations ». Ces Technologies couvrent toute la durée de vie d'un réservoir et correspondent à différents marchés dans lesquels Schlumberger détient plusieurs positions dominantes.

- **Caractérisation des réservoirs** : il se compose des principales Technologies mises en œuvre pour la découverte et la définition des caractéristiques des gisements d'hydrocarbures, à savoir WesternGeco, Logging, Services d'essais, Solutions Information Schlumberger, et Services de données et de conseil.
- **Forage** : il se compose des principales Technologies mises en œuvre pour le forage et le positionnement des puits de pétrole et de gaz, à savoir Trépans et technologies avancées, M-I SWACO, Geoservices, Forage et mesures et PathFinder, Outils de forage et reconditionnement, Gestion des pressions dynamiques, et Gestion intégrée de projets appliquée à la construction de puits.
- **Production des réservoirs** : il se compose des principales Technologies mises en œuvre pour la production des réservoirs de pétrole et de gaz pendant toute leur durée de vie, à savoir Services pour les puits, Complétions, Production assistée et Interventions sur puits, Production sous-marine, Services eau, Services carbone, et Gestion de la production Schlumberger pour les projets de production.

Les activités de Schlumberger sont segmentées en quatre zones géographiques :

- Amérique du Nord
- Amérique latine
- Europe/Afrique
- Moyen-Orient et Asie

Chaque région est composée de plusieurs GéoMarkets (ou Géomarchés) qui offrent aux clients un point de contact local unique pour leurs opérations et mobilisent des équipes régionales pour répondre aux besoins locaux et proposer des solutions sur mesure. Les secteurs géographiques et les GeoMarkets sont chargés d'assurer l'assistance opérationnelle la plus efficace et la plus rentable possible.

I.3. Schlumberger en Algérie

L'Algérie appartient au « North Africa Géomarket » (NAG) qui regroupe trois autres pays : la Tunisie, le Niger et la Mauritanie. Les clients les plus importants sont : SONATRACH, British Petroleum (BP), AGIP, ANADARKO, TOTAL, le Ministère Algérien de l'Energie et des Mines.

La compagnie est présente en Algérie depuis 1955. Aujourd'hui, elle détient plus de 70% des parts du marché des services pétroliers. Les activités du groupe en Algérie sont divisées en deux grandes entités de Technologies: Service Pétrolier Schlumberger (SPS) et Compagnie d'Opérations Pétrolières Schlumberger (COPS), toutes les deux sont soutenues par les mêmes fonctions support comme schématisé sur la Figure III.1

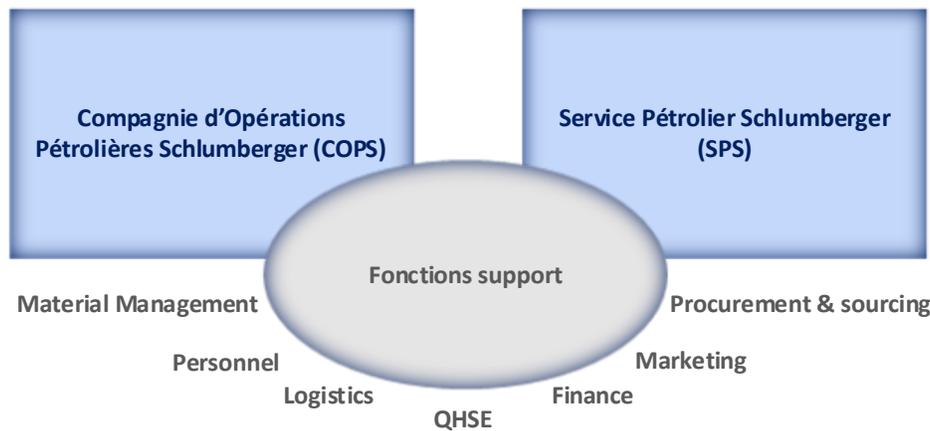


Figure III. 1 : Organisation de Schlumberger Algérie

I.4. Schlumberger : Entités, départements et systèmes d'information

Tout au long de cette étude, que ce soit lors de l'audit SCOR de la chaîne logistique de Schlumberger ou dans la partie résolution, certaines entités et départements ainsi que quelques systèmes d'informations sont cités à maintes reprises. Ces derniers seront définis dans ce qui suit et ce afin de faciliter la compréhension des chapitres concernés.

I.4.1. Entités

GOLD: Global Oilfield Logistics & Distribution

Lorsque Schlumberger Algérie s'approvisionne à partir d'un fournisseur international, une entité faisant partie de Schlumberger Worldwide assure le contact entre ce dernier et Schlumberger Algérie. Cette entité est représentée par GOLD (Global Oilfield Logistics Distribution) et est localisée dans 4 principales plateformes (Hubs) à travers le monde (Huston, Singapour, Dubaï, Rotterdam). Schlumberger Algérie traite principalement avec le Hub de Rotterdam.

GOLD a pour mission de :

- Récupérer les articles commandés par les différents GeoMarkets auprès de leurs fournisseurs internationaux ;
- Consolider les commandes ;
- Expédier les commandes au moindre coût en négociant des contrats avec des compagnies maritimes et aériennes à travers le monde.

I.4.2. Départements

Procurement & Sourcing : représentant le département achats et approvisionnements de l'entreprise, il est chargé d'identifier les meilleurs articles sur le marché nécessaires aux activités de Schlumberger et de négocier les conditions commerciales optimales pour le Groupe. Ses missions sont :

- La sélection des fournisseurs et la négociation des contrats ;
- La gestion des relations avec les fournisseurs ;
- Le suivi du niveau de satisfaction des clients internes de Schlumberger.

Material management : c'est le département qui est chargé de la gestion des stocks de l'entreprise. Il a pour mission de :

- Réapprovisionner les stocks de l'entreprise afin de fournir aux segments les articles nécessaires à leurs opérations ;
- Eviter les ruptures de stocks et les sur-stockages ;

- Réception et vérification des articles commandés.

Logistics : c'est le département responsable de la logistique de Schlumberger. Il gère les flux physiques de l'entreprise et il a comme objectif de mettre à disposition les ressources matérielles répondant aux besoins des segments des opérations.

Il est composé de trois services :

- Service « Segment Logistics » qui a pour mission le suivi des articles commandés au niveau de GOLD ainsi que le choix du mode de transport.
- Service « Import/export » représentant l'interface entre Schlumberger et le transitaire chargé du dédouanement des articles envoyés par GOLD. Ce service veille à ce que les articles commandés arrivent vers les lieux de stockage de l'entreprise dans les délais requis.
- Service « transport domestique » qui a pour mission d'optimiser le transport local et plus particulièrement le transfert des équipements et produits du segment au chantier où se déroulent ses opérations.

I.4.3. Systèmes d'information

Schlumberger dispose de plusieurs systèmes d'information lui permettant de réaliser un ensemble de fonctions. Les principaux systèmes d'information cités lors de cette étude sont : OFS store, SWPS, Move-it et le système d'information de GOLD.

- **OFS store:** utilisé par le Material management, il regroupe les informations sur l'état de tous les stocks de l'entreprise.
- **SWPS:** représente le système d'information à partir duquel, les commandes sont lancées. Il contient des informations concernant les articles ainsi que les fournisseurs sélectionnés par le département « Procurement & Sourcing ».
- **Move-it:** C'est le système d'information à travers lequel toutes les demandes de transport domestique sont envoyées au département Logistics.
- **Système d'information GOLD:** Il contient toutes les informations concernant les articles commandés en cours de consolidation ou d'expédition à partir d'un des hubs de GOLD.

II. Audit logistique

La présente partie décrit les étapes de l'audit réalisé au sein de l'entreprise, selon le référentiel SCOR. Les processus de planification et d'approvisionnement sont présentés dans ce chapitre. Les processus de distribution et de retour sont, quant à eux, présentés dans l'Annexe E. Schlumberger étant un prestataire de services pétroliers, elle ne dispose donc pas de processus de production.

II.1. Processus de planification

La planification est composée de deux sous processus : la planification de l'approvisionnement et la planification de la distribution.

Le code des sous processus de niveaux 2 et 3 mentionnés sont ceux de la version SCOR 7.0.

Niveau 1	Planification	
Niveau 2	P2: Planification de l'approvisionnement	P4: Planification de la distribution
Niveau 3	P2.1: Evaluation des besoins P2.2: Evaluation des ressources P2.3: Equilibrer entre les ressources et les besoins	P4.1: Evaluation des besoins P4.2: Evaluation des ressources P4.3: Equilibrer entre les ressources et les besoins

Tableau III. 1 : Décomposition du processus de planification selon le modèle SCOR

Chaque sous processus de niveau 3 sera d'abord décrit puis évalué selon la grille d'évaluation du modèle SCOR 7.0.

II.1.1. Audit du processus de planification de l'approvisionnement

La planification de l'approvisionnement diffère selon le type d'articles que l'entreprise commande. Chez Schlumberger, les articles sont classés en trois catégories :

- Matériels et pièces de rechange (Material and Spare parts) : ce sont les consommables utilisés par la compagnie pour assurer le maintien et le fonctionnement de ses équipements utilisés sur chantier.

- Produits (Inventory) : cette catégorie regroupe tous les consommables facturés aux clients et utilisés sur chantier lors des opérations qu'effectue Schlumberger (ex : ciment, produits chimiques, explosifs, ...).
- En général, ces produits sont mesurés en tonnes ou gallons.

Ces deux catégories sont stockées au niveau des entrepôts gérés par le département « Material Management » qui est composé de gestionnaires des stocks.

- Equipements (Assets) : ce sont les immobilisations de l'entreprise (ex : les outils de forage, de mesure, les unités d'opérations, les camions, ...). Leur acquisition est ponctuelle, elle s'effectue lors de la signature de nouveaux contrats ou lorsque les équipements deviennent défectueux ou obsolètes.

La planification de l'approvisionnement concerne les deux premières catégories. Elle est assurée par le « Material Management » et passe par les 3 sous processus décrits dans la Figure III.2.

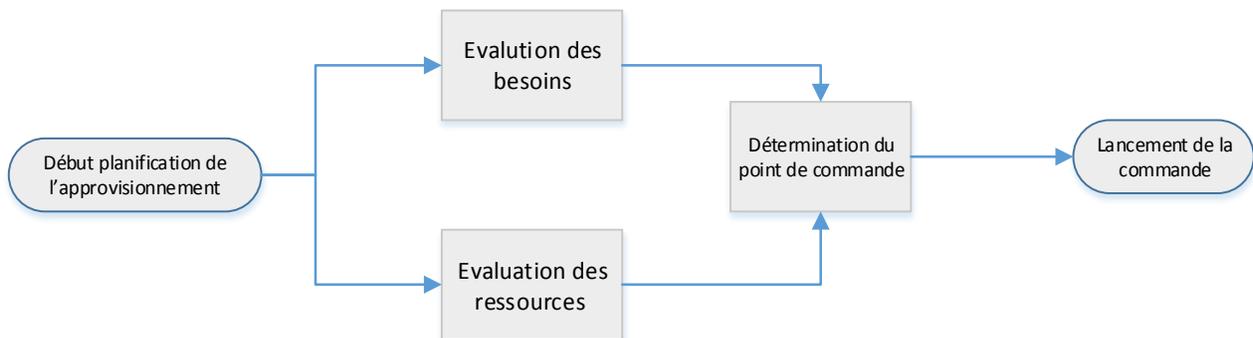


Figure III. 2 : Processus de planification de l'approvisionnement

A. Evaluation des besoins

L'évaluation des besoins s'effectue en calculant une consommation moyenne journalière C_m pour chaque article et ce, à partir de l'historique de sa consommation durant les 12 derniers mois. Cette moyenne est recalculée tous les trois mois.

Nom du processus : Evaluation des besoins		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Précision des prévisions	Non (Pas de prévisions)
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Non identifié	-
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Le plan de demande est mis à jour fréquemment pour refléter la consommation réelle et prévisionnelle des clients		Oui (mais pas de prévision dans le plan de demande)
Les contraintes de capacité et d'approvisionnement sont contrebalancées par la demande au cours du cycle de planification		Oui
L'ordonnancement de la production reflète la gestion des contraintes de capacité ou d'approvisionnement		Non applicable

Tableau III. 2 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des besoins (approvisionnement)

B. Evaluation des ressources

Afin d'évaluer ses stocks, l'entreprise à recours à un système d'information. Lors de la réception des articles au niveau de l'entrepôt, le gestionnaire des stocks indique, après vérification, les quantités reçues. De même, lorsqu'un article est consommé, il indique les quantités consommées.

Le système d'information met alors à jour instantanément les niveaux de stocks des articles reçus et/ou consommés. Il permet aussi de catégoriser les articles selon la méthode ABC.

La méthode ABC, appelée aussi méthode de Pareto ou méthode des 20/80, repose sur le principe de classification des individus composant une population par ordre décroissant d'un critère simple ou de critères composés. Cela permet de limiter les individus sur lesquels agir pour faire évoluer le critère dans son ensemble.

La fréquence de consommation et le prix unitaire représentent le critère composé choisi par l'entreprise pour catégoriser les articles stockés selon la classification ABC.

Parallèlement au système, le gestionnaire des stocks doit effectuer une vérification physique régulière des articles stockés. La fréquence de cette vérification dépend de la classification A, B, C.

- A : Vérification tous les 3 mois ;
- B : Vérification tous les 6 mois ;
- C : Vérification tous les 12 mois.

Nom du processus : Evaluation des ressources		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Non identifié	-
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
L'inventaire est prévu pour chaque pièce ; il est basé sur la variabilité de la demande.		Oui l'inventaire est effectué pour chaque pièce mais ne prend pas en compte la variabilité de la demande
La performance de l'inventaire est évaluée à la valeur de l'unité monétaire près ou à l'unité près		Oui
Les objectifs de stocks sont revus et réajustés fréquemment		Oui
Le stock obsolète est revu pour chaque pièce (pour Part number)		Oui

Tableau III. 3 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des ressources (approvisionnement)

C. Equilibrer entre les ressources et les besoins

Dans ce sous processus, le « Material Management » détermine les articles à commander, en quelles quantités et quand doivent-ils être commandés et ce, en utilisant le modèle de réapprovisionnement à quantité fixe et période variable.

Pour ce faire, le gestionnaire des stocks doit déterminer, pour chaque article, les paramètres suivants :

- Délai d'approvisionnement (DI) :

$$DI = \text{Date de réception de l'article commandé} - \text{Date de création du PO}$$

Date création du PO : date à laquelle le bon de commande est créé (après approbation de la commande). Cette partie sera détaillée ultérieurement dans le processus d'approvisionnement.

- Stock de sécurité (SS) :

$$SS = k \times \sqrt{\mu_{DI} \times \sigma_c^2 + \mu_c \times \sigma_{DI}^2}$$

Avec : $\left\{ \begin{array}{l} k: \text{Facteur lié à classe de l'article (Tableau III. 4)} \\ \mu_{DI}: \text{Moyenne des délais de livraison sur 12 mois} \\ \sigma_c^2: \text{Variance de la consommation} \\ \mu_c: \text{Consommation moyenne sur 12 mois} \\ \sigma_{DI}^2: \text{Variance des délais de livraison} \end{array} \right.$

Classes	Taux de service	Facteur k
A	99%	2.33
B	97%	1.88
C	95%	1.64

Tableau III. 4 : Tableau de détermination du facteur k

- Lot économique (LE): calculé selon la formule de Wilson.

$$LE = \sqrt{\frac{2 \times C_m \times C_l}{t \times C_u}}$$

Avec : $\left\{ \begin{array}{l} C_m: \text{Consommation moyenne} \\ C_l: \text{Coût de lancement de la commande} \\ t: \text{taux de possession (estimé à 0.2)} \\ C_u: \text{Coût unitaire} \end{array} \right.$

Après avoir déterminé la consommation moyenne journalière, le délai d'approvisionnement, le stock de sécurité ainsi que le lot économique, deux seuils de stocks : minimal et maximal sont calculés. Ces deux valeurs permettent de contrôler les niveaux de stocks.

- Seuil minimal (Min): $\text{Stock de sécurité} + C_m \times \text{Délai d'approvisionnement}$;
- Seuil maximal (Max): $\text{Min} + \text{Lot économique}$.

Ainsi, le lancement de commande pour chaque article s'effectue lorsque le niveau de stocks atteint la valeur Min (Figure III.3). Le gestionnaire des stocks lance la commande à travers le système SWPS.

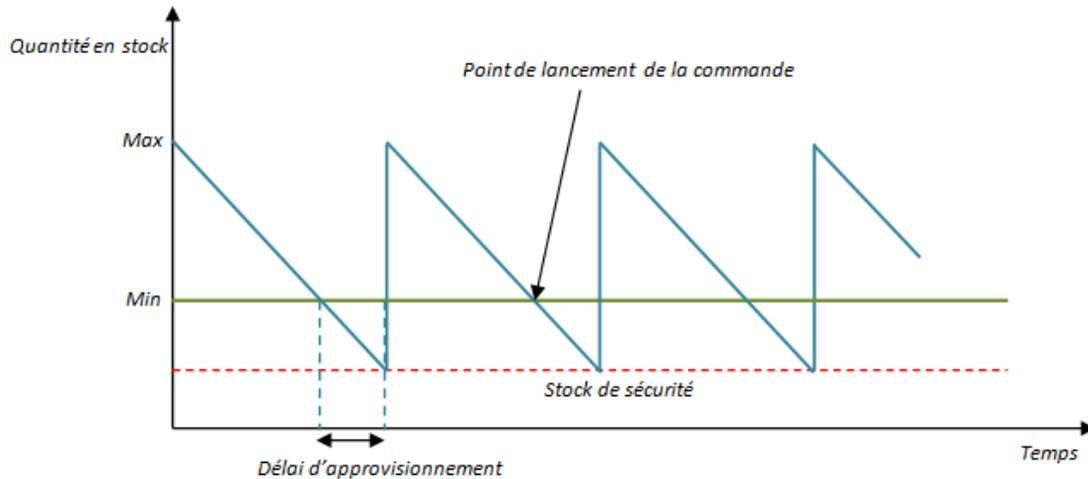


Figure III. 3 : Détermination du point de commande

Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Performance de livraison du fournisseur à temps	Oui
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coûts de la planification du matériel en % du matériel acheté	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Les fournisseurs partagent la responsabilité d'équilibrer entre les ressources et les besoins par un accord de service commun		Non

Tableau III. 5 : Grille d'évaluation du sous processus : Equilibrer entre les ressources et les besoins (approvisionnement)

II.1.2. Audit du processus de planification de la distribution

La planification de la distribution s'effectue chaque mois et passe par trois sous processus :

A. Evaluation des besoins

L'évaluation des besoins en ressources de transport s'effectue par rapport au volume d'activité (nombre d'opérations effectué par les segments des opérations). L'évaluation des besoins en transport dépend du type de variation dans le volume d'activité.

Si la variation est considérée comme étant une variation conjoncturelle, les besoins en ressources de transport ne sont pas réévalués.

Par contre, si la variation est considérée comme étant structurelle, les besoins sont réévalués à la hausse ou à la baisse. Une variation est structurelle lorsqu'il y a acquisition ou perte de parts de marché.

Nom du processus : Evaluation des besoins		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Précision des prévisions	Non
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Non identifié	-
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
La relation client et les liens par système d'information fournissent une visibilité précise sur la demande réelle et les prévisions des clients		Non
Utilisation du Vendor-managed inventory qui permet à une entreprise de gérer les stocks de son client		Non applicable
Les prévisions sont remplacées par des signaux de réapprovisionnement réels des clients lorsque cela est possible		Non
Les commandes non planifiées sont acceptées seulement quand il n'y a pas d'impact sur le plan global de distribution		Non
Flexibilité des planogrammes* pour les changements saisonniers/promotionnels (* Un planogramme est la représentation visuelle de l'implantation d'un rayon ou gondole dans un point de vente)		Non applicable

Tableau III. 6 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des besoins (Distribution)

B. Evaluation des ressources

L'entreprise sous-traite l'ensemble de sa flotte pour assurer le transport domestique. Elle dispose de deux types de ressources :

- **Rental truck** : ce sont des véhicules loués pour une période déterminée par le service Transport domestique. Durant cette période, l'entreprise paie un coût journalier fixe.
- **Call out truck** : ce sont des véhicules loués pour un trajet donné. Le coût de la location est fonction de la destination et du nombre de jours d'immobilisation du véhicule. L'entreprise a recours à ce type de ressource lorsqu'aucun « Rental truck » n'est disponible.

Pour sélectionner ses fournisseurs de véhicules, l'entreprise lance un appel d'offre et choisit les fournisseurs les moins disant. Ces derniers sont audités régulièrement et leurs véhicules doivent être certifiés selon les exigences de la compagnie avant qu'ils puissent être utilisables.

Chaque mois, le responsable du service Transport domestique calcule le ratio « Rental truck » par rapport au « Call out truck ». Ceci représente un indicateur sur lequel se base le service pour redimensionner sa flotte. L'objectif est de ne pas dépasser 20% du transport en « Call out truck ». En avril 2013, l'entreprise disposait de 7 fournisseurs de véhicules et de 90 Rental trucks.

Nom du processus : Evaluation des ressources		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Précision des prévisions	Non (Pas de prévisions)
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Non identifié	-
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifiées		--

Tableau III. 7 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des ressources (Distribution)

C. Elaboration du plan de la distribution

Le plan de distribution est élaboré chaque mois en se basant sur le ratio « Rental truck » par rapport au « Call out truck » ainsi que sur les besoins évalués. Le responsable du service Transport domestique décide soit d'augmenter ou de réduire le nombre des « Rental truck ».

Nom du processus : Equilibrer entre les ressources et les besoins		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Performance de livraison au client à la date d'engagement	Oui
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coûts de planification de la distribution en % du coût de distribution	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Allocation automatique des ressources pour les demandes prioritaires (Clients stratégiques)		Oui

Tableau III. 8 : Grille d'évaluation du sous processus : Equilibrer entre les ressources et les besoins (Distribution)

II.1.3. Caractérisation des dysfonctionnements du processus de planification

A. Dysfonctionnements selon SCOR

1. Mauvais suivi de la performance de la Supply Chain

La plupart des indicateurs de performance selon les 2 axes : fiabilité et coûts ne sont pas calculés. (SCOR ne définit pas d'indicateurs pour le processus de planification sur les 3 axes : réactivité, flexibilité et actifs). De ce fait le suivi de la performance du processus de planification ne se fait pas correctement.

Performance	Sous processus ayant des indicateurs	Indicateurs contrôlés / Total des indicateurs
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrer entre les ressources et les besoins (Pour l'approvisionnement) • Equilibrer entre les ressources et les besoins (Pour la distribution) 	2/5
Réactivité	-	Indicateurs non identifiés dans SCOR
Flexibilité	-	Indicateurs non identifiés dans SCOR
Coûts	-	0/2
Actifs	-	Indicateurs non identifiés dans SCOR

Tableau III. 9 : Récapitulatifs du calcul des indicateurs de performances pour le processus de planification

2. Les fournisseurs ne partagent pas la responsabilité d'équilibrer entre les ressources et les besoins par un accord de service commun (Non utilisation du VMI) :

L'entreprise ne communique pas les niveaux de ses stocks à ses fournisseurs.

3. Il n'y a pas de relation clients via système d'information : Visibilité floue sur la demande réelle des clients.

4. Les commandes non planifiées sont toujours acceptées : Les commandes non planifiées sont acceptées sans étudier leur impact sur le plan global de distribution.

B. Autres dysfonctionnements

1. L'évaluation des besoins futurs se fait par rapport à l'historique des consommations : Pas de calcul de prévisions.

2. Le calcul des délais de transfert des marchandises commandées ne prend pas en compte le temps d'approbation : lors du calcul des valeurs minimales et du stock de sécurité, le Material Management ne prend pas en considération le délai d'approbation de la commande dans l'évaluation du délai d'approvisionnement.

3. Il n'y a pas de planification au niveau des segments sur les opérations futures : les segments des opérations n'élaborent pas de planification sur les futures opérations.

- 4. Il n'y a pas de modèle mathématique pour le dimensionnement de la flotte :** lors de la planification des besoins en véhicules, le service de transport domestique n'utilise pas de méthodes mathématiques (Exemple : DRP (Distributive Resource Planning)) pour dimensionner sa flotte et ainsi optimiser ses coûts.

II.2. Processus d'approvisionnement

L'approvisionnement au sein de Schlumberger est assuré par trois départements : Procurement & Sourcing, Material Management et Logisitics. Il se décompose en deux sous processus d'exécution et 2 processus de soutien.

Le code des sous processus de niveau 2 et 3 mentionnés sont ceux de la version SCOR 7.0.

Niveau 1	Approvisionnement		
Niveau 2	S1 : Approvisionnement en pièces de rechange et consommables	S3: Approvisionnement en équipements	ES: Soutien
Niveau 3	S3.1: Identification des fournisseurs S3.2: Sélection des fournisseurs S1.1: Gestion de la commande S1.4:Transfert des articles commandés S1.2: Réception S1.3: Vérification S1.5: Paiement du fournisseur	S3.1: Identification des fournisseurs S3.2: Sélection des fournisseurs S3.3: Gestion de la commande S3.6:Transfert des articles commandés S3.4: Réception S3.5: Vérification S3.7: Paiement du fournisseur	ES1: Evaluation de la performance des fournisseurs ES2: Gestion des importations

Tableau III. 10 : Décomposition du processus d'approvisionnement selon le modèle SCOR

Chaque sous processus de niveau 3 sera d'abord décrit ensuite évalué selon la grille d'évaluation du modèle SCOR 7.0.

Afin d'éviter la répétition, les processus du niveau 3 pour les deux processus d'exécution S1 et S2 seront décrits simultanément. (Figure III.4)

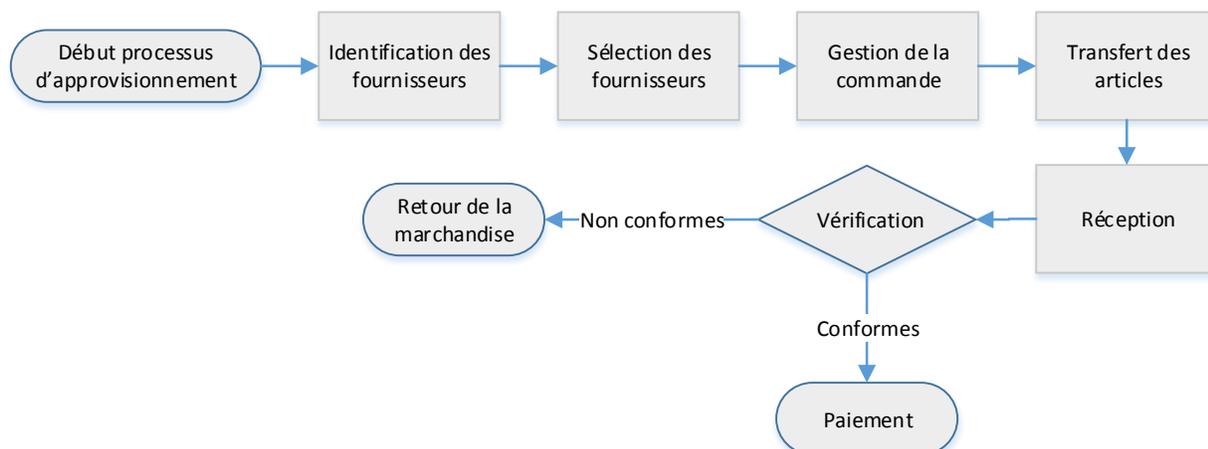


Figure III. 4 : Processus d'approvisionnement

II.2.1. Audit des processus d'exécution

A. Identification des fournisseurs

L'identification des fournisseurs se fait pour chaque famille de produits. Les fournisseurs sont recensés par :

- Recherche dans les annuaires
- Analyse des offres de services
- Contact direct avec les fournisseurs dans les foires spécialisées

Un appel à manifestation d'intérêt est lancé aux fournisseurs pouvant répondre à la demande.

Nom du processus : Identification des fournisseurs		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	– % des fournisseurs qui répondent aux spécifications requises	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus d'identification	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût du processus en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	– Valeur des actifs fournis par le prestataire de service (Coûts évités)	Non
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
La gestion électronique des documents est utilisée pour gérer les documents et spécification techniques des articles		Oui
L'échange de données et les spécifications techniques avec les fournisseurs se fait de manière électronique		Oui
L'Utilisation de l'ingénierie concourante* pour lier étroitement l'approvisionnement à la phase de développement produit et ainsi prendre la décision : sous-traiter ou produire les articles nécessaires à la production et/ou au service		Non
Le programme de développement de fournisseurs est utilisé pour aider les fournisseurs locaux à investir dans les nouvelles technologies.		Non
Commentaires		
*L'ingénierie concourante ou ingénierie simultanée (Concurrent Engineering ou CE en anglais) est une méthode d'ingénierie qui consiste à engager simultanément tous les acteurs d'un projet, dès le début de celui-ci, dans la compréhension des objectifs recherchés et de l'ensemble des activités qui devront être réalisées. [SCO 2005]		

Tableau III. 11 : Grille d'évaluation du sous processus : Identification des fournisseurs

B. Sélection des fournisseurs

Schlumberger traite avec deux types de fournisseurs : les fournisseurs internationaux et les fournisseurs locaux.

- Les fournisseurs internationaux : sont ceux qui fournissent l'ensemble de la compagnie au niveau international. La sélection des fournisseurs internationaux s'effectue au niveau Global.
- Les fournisseurs locaux : sont des fournisseurs présents dans un Géo-marché et qui fournissent Schlumberger au niveau de ce Géo-marché. La sélection des fournisseurs locaux est assurée par les « Procurement & Sourcing » du Géo-marché.

La sélection des fournisseurs locaux et internationaux s'effectue suivant 7 étapes (Figure III. 5)

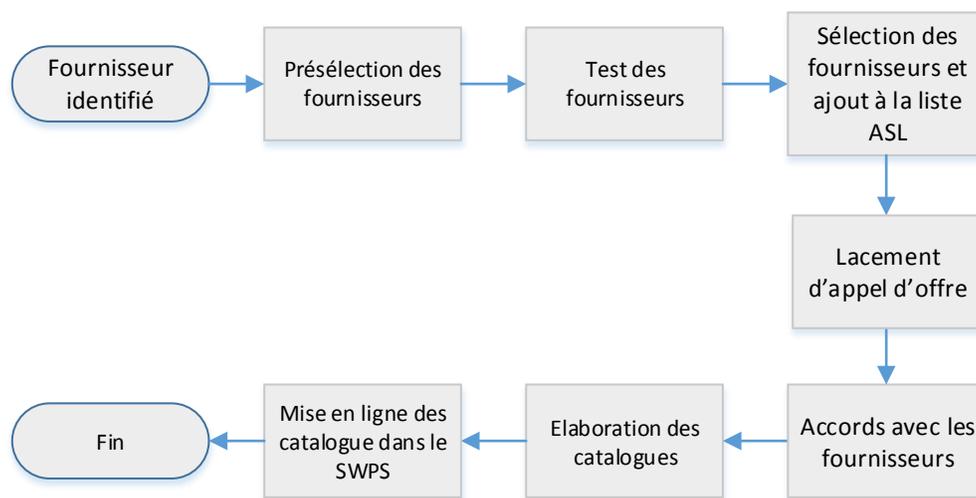


Figure III. 5 : Processus de sélection des fournisseurs

1. Présélection d'un nombre restreint de fournisseurs : lors de cette phase, Schlumberger sélectionne des fournisseurs aptes à répondre aux besoins de l'entreprise
2. Contrôle des articles proposés : l'entreprise effectue une inspection auprès du fournisseur. Ce dernier sera jugé sur la qualité de ses produits et services.
3. Sélection des fournisseurs : après avoir sélectionné ses fournisseurs, Schlumberger met à jour sa liste d'ASL (Approved Supplier List : La liste des fournisseurs approuvés par Schlumberger).
4. Lancement des appels d'offres : un appel d'offre est lancé afin de désigner les fournisseurs avec lesquels l'entreprise traitera.
5. Accords avec les fournisseurs : les fournisseurs présents dans la liste ASL signent un contrat avec Schlumberger ou à défaut signent les termes et conditions générales d'achat.

6. Elaboration des catalogues : une fois l'accord signé, un catalogue est élaboré. Il regroupe l'ensemble des articles fournis par les fournisseurs sélectionnés en mentionnant les prix négociés.
7. Mise en ligne des catalogues dans le SWPS : les catalogues sont utilisés lors du processus de création de la commande.

Pour les équipements, il n'y a pas de processus d'identification et de sélection des fournisseurs. L'entreprise s'approvisionne directement à partir des centres de production d'équipements. Le processus d'approvisionnement en équipements commence par le processus de gestion des commandes.

Nom du processus : Sélection des fournisseurs		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	– % de contrats négociés répondant aux objectifs de qualité, coûts et flexibilité.	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus de sélection	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût du processus en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
La demande de devis auprès des fournisseurs se fait de manière électronique		Oui
Le programme de certification des fournisseurs permet de réduire le temps de cycle de la sélection des fournisseurs		Non
L'utilisation l'ingénierie concourante en collaboration avec les fournisseurs afin de leur permettre de fournir des données sur les tests de performance de leurs produits		Non
La gestion des documents en ligne et l'automatisation des processus d'approbation des fournisseurs permet de réduire le temps de cycle et les coûts associés à l'évaluation des fournisseurs		Oui
La disponibilité en ligne des informations financières des fournisseurs		Non

Tableau III. 12 : Grille d'évaluation du sous processus : Sélection des fournisseurs

C. Gestion des commandes

Le responsable de la gestion des commandes diffère selon le type d'articles commandés : pièces détachées, produits ou équipements.

Lorsque le point de commande est atteint pour les pièces détachées ainsi que pour les produits, le gestionnaire des stocks est responsable du lancement de la commande à travers le SWPS.

Dans le cas d'un besoin d'approvisionnement en équipements, c'est le segment des opérations concerné par cette acquisition qui se charge de lancer la commande à travers le SWPS.

Le responsable du lancement de la commande sera dénommé dans ce qui suit : « auteur de la commande ».

Ce processus est composé de deux sous-processus : Recherche des fournisseurs dans la base de données et création des commandes.

a. Recherche des fournisseurs dans la base de données

Le lancement de la commande commence par une recherche, dans la base de données (ASL), du fournisseur répondant aux spécifications de la demande.

Si le fournisseur ne figure pas dans l'ASL, l'auteur de la commande demande au « Procurement & Sourcing » d'effectuer une recherche de fournisseurs pouvant satisfaire la demande et ce, pour un niveau de qualité donnée et au moindre coût.

Sinon, la procédure se poursuit. (Figure III.6)

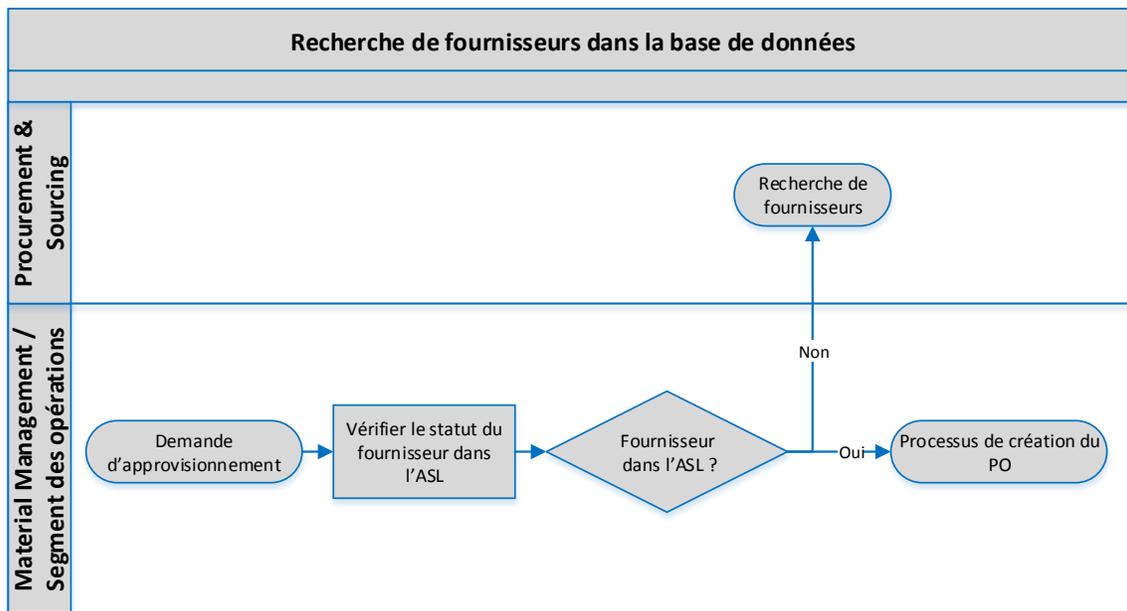


Figure III. 6 : Recherche de fournisseurs dans la base de données

b. Création d'une commande

L'auteur de la commande effectue une recherche de l'article demandé dans les catalogues préétablis (mis en ligne dans le SWPS). (Figure III.7)

Si l'article figure dans les catalogues, il sera placé dans un panier qui doit passer par une chaîne d'approbation. Chaque niveau hiérarchique est limité par un seuil d'approbation déterminé par les montants des paniers.

Plus le montant est grand, plus le panier devra passer par plusieurs niveaux hiérarchiques et plus la chaîne d'approbation sera grande.

Une fois l'approbation donnée, un bon de commande (PO) sera généré et envoyé automatiquement par SWPS au fournisseur sélectionné sous la forme d'un courrier électronique.

Si l'article ne figure dans les catalogues, une commande spéciale sera créée par le « Procurement & Sourcing ». Celle-ci sera traitée suivant le Tableau III.13.

Montant de la dépense	Procédure	Fréquence de la procédure	
		Pour un achat unique	Pour un achat répété
< 1000 \$	Pas d'appel d'offre	-	
1k \$ < - < 5k \$	3 offres communiquées par : téléphone, email ou fax	Une fois	Les appels d'offre doivent être relancés au moins une fois tous les 3 ans
5k \$ < - < 100k \$	3 offres communiquées par écrit		
> 100k \$	3 offres compétitives négociées et analysées par un comité		

Tableau III. 13 : Tableau de commandes spéciales

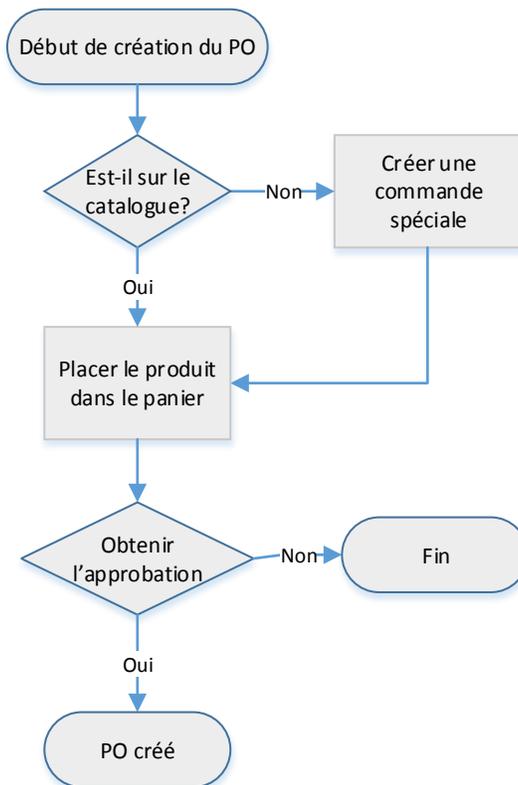


Figure III. 7 : Création d'une commande

Lors de la création de la commande, le responsable de la commande doit spécifier au fournisseur la date requise, date à laquelle les produits commandés doivent arriver à destination. Le fournisseur, selon la disponibilité des produits, s'engage à les livrer à une date promise communiquée à l'entreprise.

Suite à cela, l'auteur de la commande doit ajouter dans le système les informations suivantes :

- Date promise : date, estimée par le fournisseur, à laquelle il honore ses engagements avec l'entreprise
- Date de livraison : date à laquelle la responsabilité des produits est transférée du fournisseur à Schlumberger.

Nom du processus : Gestion des commandes		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	– % de commandes générées dans les délais du fournisseur	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus de gestion des commandes	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût du processus en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
La commande auprès des fournisseurs se fait de manière électronique		Oui
Les signaux de traction Kanban sont utilisés pour informer les fournisseurs de la nécessité de livrer le produit		Non
Les accords en consignation des stocks sont utilisés pour réduire le temps de cycle et augmenter la disponibilité des articles critiques		Oui
La précommande permet de synchroniser le besoin et l'approvisionnement		Oui
Le Vendor-managed inventory permet au fournisseur de gérer les stocks de l'entreprise (son client)		Non

Tableau III. 14 : Grille d'évaluation du sous processus : Gestion des commandes

D. Processus de transfert des articles commandés

Assuré par le département « logistique », ce processus est composé de deux sous : processus de transfert à partir d'un fournisseur local et processus de transfert à partir d'un fournisseur international.

a. Processus de transfert à partir d'un fournisseur local

Comme illustré dans la Figure III.8, lorsque le responsable de la commande effectue cette dernière auprès d'un fournisseur local, le transport des produits commandés de ce fournisseur vers les lieux de stockage est assuré par :

- Le fournisseur lui-même si cela est convenu dans les clauses du contrat ;
- Un sous-traitant (une entreprise de transport) dans le cas contraire. Celui-ci est considéré comme étant un fournisseur de services pour Schlumberger.

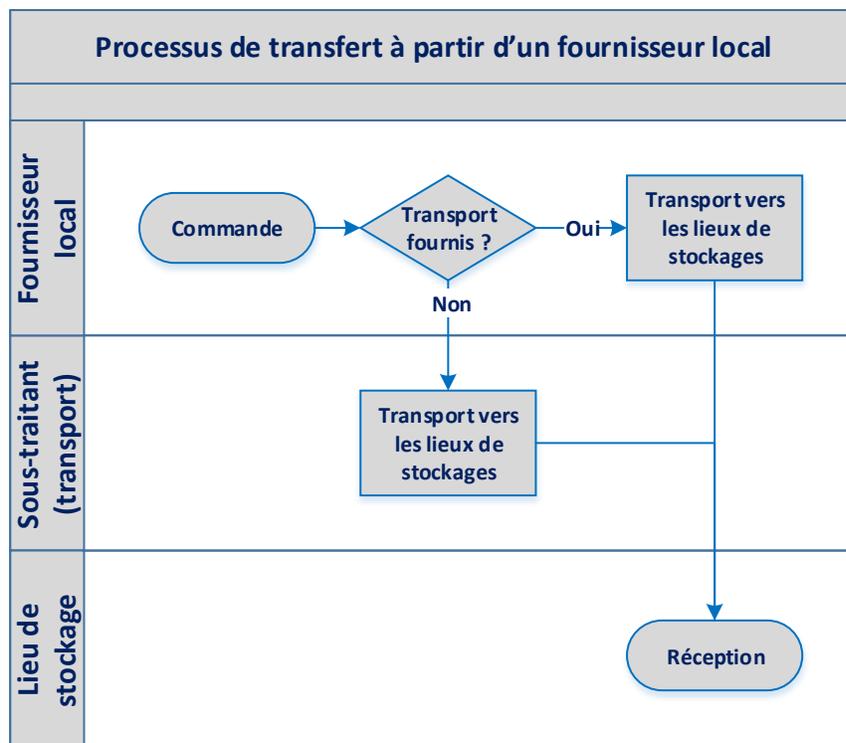


Figure III. 8 : Processus de transfert à partir d'un fournisseur local

b. Processus de transfert à partir d'un fournisseur international

Le processus de transfert des articles commandés à partir d'un fournisseur international s'effectue en trois étapes : transfert des articles commandés du fournisseur international vers GOLD, transfert de GOLD vers le port de destination et transfert du port vers les lieux de stockage.

1ère étape : Transfert des articles commandés du fournisseur international vers GOLD

Lorsque la commande est envoyée au fournisseur international et que ce dernier la valide, une notification contenant les détails de la commande (type d'articles, quantité, la date de livraison) est transmise à GOLD. Le transport des produits commandés de ce fournisseur vers GOLD est assuré par :

- Le fournisseur lui-même si cela est convenu dans les clauses du contrat
- GOLD dans le cas contraire

Une fois que la marchandise arrive à la plateforme GOLD, une vérification de l'état ainsi que de la quantité des articles est effectuée. Une facture est alors envoyée au département Logistics du pays qui a effectué la commande. Suite à cela, les articles sont stockés en attente du feu vert de livraison de la part du département logistics.

Le feu vert n'est donné que si il n'y pas d'erreurs dans les factures, que tous les articles peuvent être importés et que le mode de transport est approuvé. Sinon, les articles commandés resteront stockés au niveau du GOLD en attendant d'être expédiés vers une autre localité ayant exprimé le besoin de s'approvisionner en cette marchandise. (Figure III.9)

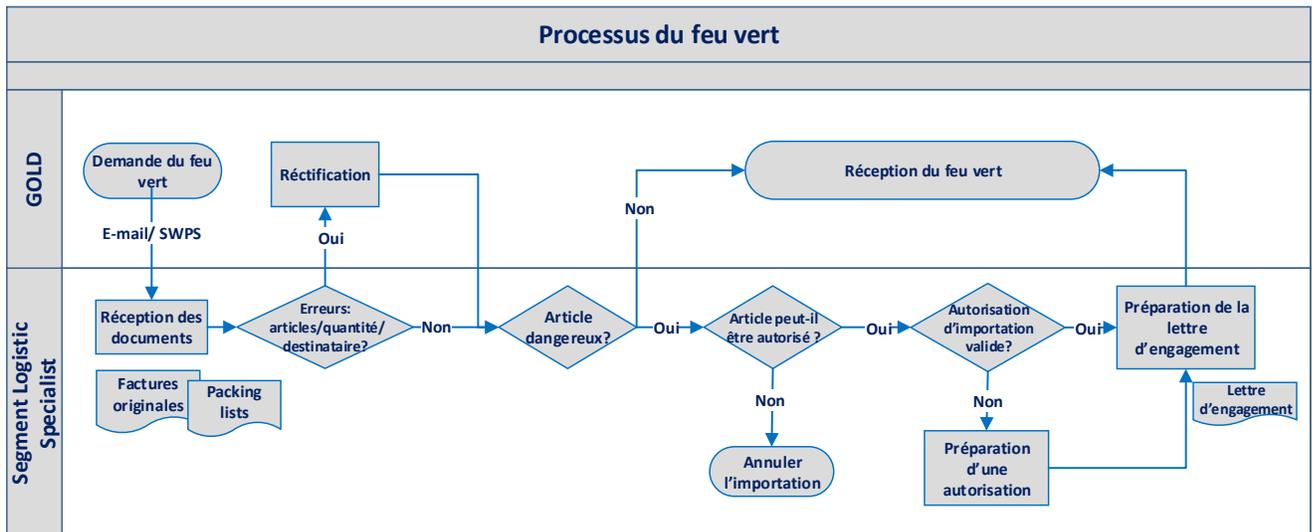


Figure III. 9 : Processus de réception du feu vert

2ème étape : Transfert des articles commandés de GOLD vers le port de destination

Une fois que le feu vert est donné, les articles sont consolidés. Schlumberger étant présente en Algérie sous deux entités distinctes : Services Pétroliers Schlumberger (SPS) et Compagnie d'Opérations Pétrolières Schlumberger (COPS), la consolidation se fait en deux ensembles selon l'entité qui reçoit la commande.

Après que la consolidation soit faite, GOLD sous-traite le transfert de la marchandise, selon le mode de transport, à une compagnie maritime ou une compagnie aérienne. Il est à noter que 90 % du transport se fait par voie maritime. Le transport aérien s'effectue à la demande du « Segment Logistics Specialist » (SLS) lorsque la commande est urgente.

Durant cette étape, GOLD envoie deux pré-alertes au département Logistics du pays qui reçoit la commande.

- Première pré-alerte: est envoyée lorsque la marchandise quitte le port, elle est accompagnée des factures des articles expédiés ainsi que leurs Packing Lists.
- Deuxième pré-alerte: 10 à 15 jours avant l'arrivée du bateau à destination, elle est accompagnée du connaissement (Bill of Lading).

Les documents envoyés lors de ces pré-alertes servent à préparer la procédure de dédouanement détaillée dans la partie : Gestion des Imports/Exports.

3^{ème} étape : Transfert des articles commandés du port vers les lieux de stockage

Si le transport s'effectue par une compagnie maritime, les conteneurs seront d'abord déchargés au port de destination. Si le conteneur contient des produits dangereux, le transitaire (entreprise mandatée par Schlumberger pour la représenter auprès de la douane et assurer le transport local de la marchandise jusqu'aux lieux d'entreposage) s'engage à le déplacer vers un parc à feu pour y être stocké. Dans le cas contraire, les conteneurs seront déplacés vers les lieux de stockage au niveau du port-même ou dans un port sec. Dès lors, la procédure de douane peut commencer.

Une fois la marchandise dédouanée, le transitaire la transporte vers les lieux d'entreposage de Schlumberger. Dans la plupart des cas, c'est l'entrepôt central de Hassi-Messaoud.

Les trois étapes sont résumées dans la Figure III.10.

Nom du processus : Transfert des articles commandés		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> – % de produits transférés – % de produits transférés sans dommage – % de produits transférés à temps – % de produits transférés sans erreurs de transactions 	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus de transfert	Oui
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût de transport et stockage des produits en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	– Couverture de stock (Inventory days of supply) : nombre de jours de consommation que le stock permet de couvrir.	Non (Calculé par le « Material management » mais non contrôlé par « Logistics »)
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
La livraison directe au stock ou au point d'utilisation afin de réduire le temps de cycle du processus		Oui pour les articles urgents

Tableau III. 15 : Grille d'évaluation du sous processus : Transfert des articles commandés

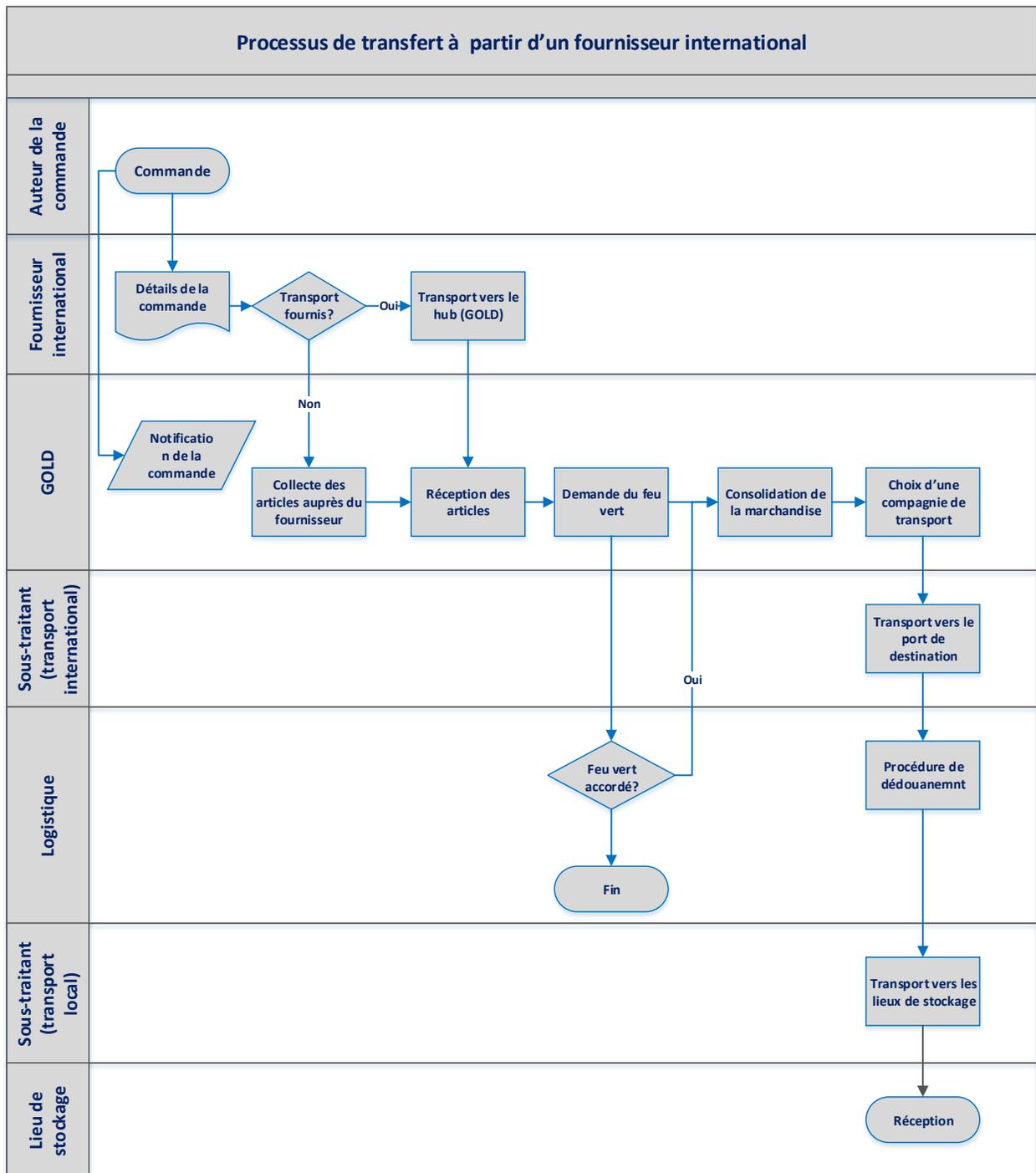


Figure III. 10 : Processus de distribution à partir d'un fournisseur international

E. Processus de réception

Une fois le dédouanement effectué, l'Import/Export Specialist envoie une notification par mail au Material Management l'informant de la date d'arrivée des articles dédouanés. Cette notification est accompagnée des Packing Lists ainsi que des factures originales. La marchandise est réceptionnée au niveau de trois entrepôts :

- Magasins de la base MD1 : Réception des matériels et pièces détachées ainsi que des équipements des segments se localisant dans cette base.
- Magasins de la base MD2 : Réception des matériels et pièces détachées ainsi que les équipements des segments se localisant dans cette base.
- Magasins de la « Base 2 » : Réception des produits (Produits chimiques, ciment, etc).

Nom du processus : Réception		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> – % de commandes reçues sans dommage – % de commandes reçues en intégralité – % de commandes reçues dans les délais requis – % de commandes reçues avec des documents d'expédition corrects 	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus de réception	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût du processus en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Le programme de certification des fournisseurs permet de réduire ou d'éliminer le processus d'inspection (vérification)		Non
Les codes à barre sont utilisés pour minimiser le temps de manutention et maximiser la précision des données		Oui
Les livraisons sont équilibrées tout au long de chaque journée de travail et tout au long de la semaine		Non
Le fournisseur livre directement à l'endroit d'utilisation des articles		Oui (fournisseurs locaux) Non (fournisseurs internationaux)

Tableau III. 16 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception

F. Processus de vérification

Dès la réception physique des articles commandés, une vérification est effectuée au niveau des entrepôts.

- Matériels et pièces de rechange : une vérification de leur type, état, ainsi que de leurs quantités est effectuée. Si la vérification est conforme, le gestionnaire déclare la bonne réception des articles sur le système SWPS. Ils sont ensuite stockés au niveau des entrepôts (MD1, MD2). Pour les articles qui font l'objet d'une urgence, une notification est envoyée au segment afin qu'il récupère ses articles.
- Produits : une vérification du type, de la quantité et de l'état est effectuée. Si la vérification est conforme, le gestionnaire déclare la bonne réception des articles sur le système SWPS. Ils sont ensuite stockés au niveau de la base 3.
- Equipements : une vérification du numéro de série est effectuée au niveau des entrepôts. Si la vérification est conforme, le gestionnaire déclare la bonne réception des articles sur le système SWPS. Suite à cela, le segment concerné les récupère afin de les utiliser.

La déclaration de la bonne réception des articles commandés dans le système SWPS est obligatoire pour effectuer le paiement du fournisseur.

Lorsque la vérification est non conforme, le gestionnaire des stocks rédige un rapport de non-conformité envoyé au « Procurement & Sourcing » qui en informera le fournisseur. Si le fournisseur reconnaît la défaillance, « Logistics » retourne les articles au fournisseur. L'auteur de la commande doit suivre et coordonner le retour des articles non conformes et leurs replacements. Ce processus est illustré dans la Figure III.11.

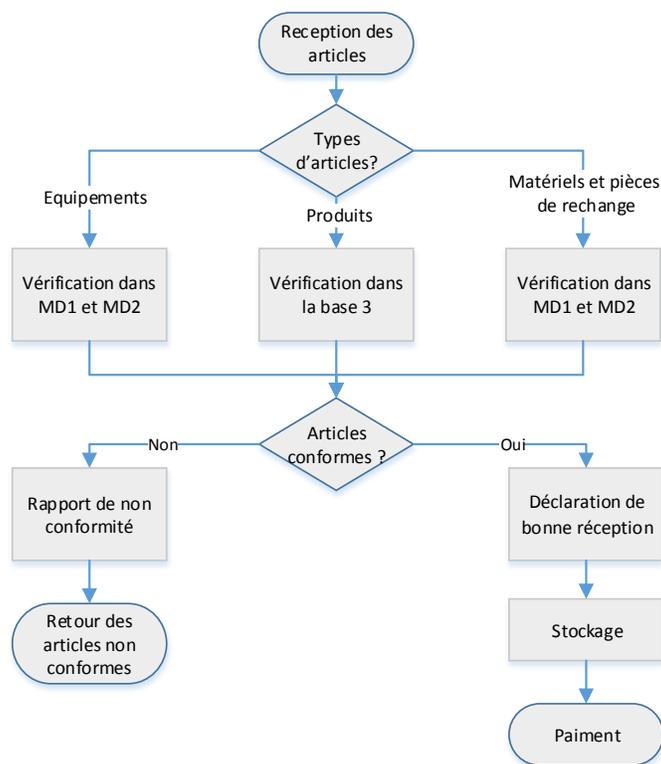


Figure III. 11 : Processus de réception/vérification

Nom du processus : Vérification		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	– % de commandes reçues sans défauts	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus de vérification	Oui
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût du processus en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Le programme de certification des fournisseurs permet de réduire ou d'éliminer le processus d'inspection (vérification)		Non
Les codes à barre sont utilisés pour minimiser le temps de manutention et maximiser la précision des données		Oui
Les livraisons sont équilibrées tout au long de chaque journée de travail et tout au long de la semaine		Non
Le fournisseur livre directement à l'endroit d'utilisation des articles		Oui (fournisseurs locaux) Non (internationaux)

Tableau III. 17 : Grille d'évaluation du sous processus : Vérification

G. Paiement du fournisseur

Le paiement du fournisseur est la dernière étape dans le processus d'approvisionnement. Durant ce sous processus, le PO est comparé à la facture et à la déclaration de la bonne réception des articles. Cette comparaison est appelée : Three Ways Match. Le département « Finance » procède au paiement du fournisseur. Si le fournisseur est international, le paiement se fait par Schlumberger worldwide.

Nom du processus : Paiement du fournisseur		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	– % de factures traitées sans problèmes et/ou erreurs	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	– Coût du processus en % du coût d'acquisition des produits	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Paiement lors de la réception		Oui (commandes locales) Non (commandes internationales*)
Commentaires		
<i>*Pour les fournisseurs internationaux, GOLD effectue le paiement lors de la réception des articles au niveau des hubs (donc le paiement s'effectue avant réception et vérification au niveau de la location qui a effectué la commande)</i>		

Tableau III. 18 : Grille d'évaluation du sous processus : Paiement du fournisseur

II.2.2. Audit des processus de soutien

A. Evaluation de la performance des fournisseurs

Le suivi des fournisseurs est assuré par les « Procurement & Sourcing ». Il se fait de manière périodique, selon la classification des fournisseurs.

Les fournisseurs sont classés dans une matrice 2x2 (Figure III.12). C'est un outil qui permet à son utilisateur de gérer le fournisseur selon la catégorie à laquelle il appartient.

La classification se fait selon deux axes : complexité et impact sur les opérations.

- **Complexité** : Niveau de difficulté à entreprendre un partenariat avec le fournisseur (généralement lié au nombre de fournisseurs sur le marché ; plus le nombre de fournisseurs est grand, plus le niveau de complexité est faible) ;
- **Impact sur les opérations** : Défini par le niveau de dépenses pour l'obtention des biens et services fournis.

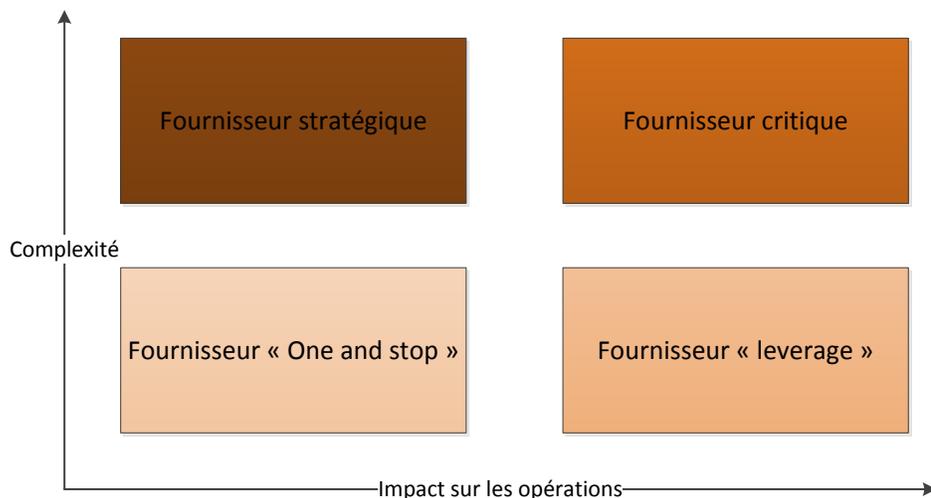


Figure III. 12 : Classification des fournisseurs

Dans cette matrice les fournisseurs sont classés en 4 catégories :

- **Fournisseurs stratégiques** : Situation de monopole par rapport à un produit spécifique ou une technologie donnée. Le volume de biens fourni est faible mais l'entreprise doit fournir un grand effort pour garder cette unique source.

- **Fournisseurs critiques** : fournisseurs peu nombreux proposant des biens et services importants en termes de volume. L'entreprise doit entreprendre des relations de partenariat durable (relation gagnant-gagnant). Exemple : fournisseur de véhicules de transport domestique.
- **Fournisseurs « Leverage »** : fournisseurs nombreux proposant des biens et services importants en termes de volume. Avec ce type de fournisseurs, l'entreprise fait jouer la concurrence pour obtenir les meilleurs prix.
- **Fournisseurs « One and stop »** : fournisseurs nombreux proposant des biens et services faibles en terme de volume. Cette catégorie a un faible impact sur les opérations et ne nécessite pas beaucoup d'efforts dans sa gestion.

Les fournisseurs critiques font l'objet d'une attention particulière. Leur suivi très rigoureux se fait selon les actions suivantes :

- Organiser des revues trimestrielles en plus des réunions faites lorsqu'un problème spécifique surgit ;
- Réaliser des audits pour les fournisseurs ;
- Organiser en collaboration avec le service QHSE des inspections chez les fournisseurs ;
- Assurer le suivi et le contrôle à l'aide d'un tableau de bord et des indicateurs de performance (taux de rebut, taux de commandes livrées à temps, etc).

Nom du processus : Evaluation de la performance des fournisseurs		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> – Performance de livraison à temps (quantités nécessaires, dates requises) – Produit défectueux (exprimée en % ou nombre de pièces défectueuses par UM) – Performance aux exigences énoncées dans les contrats – Tendances d'amélioration continue – Tendances de la performance de l'entreprise – Fréquence des changements de personnel et les répercussions connexes – Classement des fournisseurs – Tendance d'amélioration de la qualité – Tendance d'amélioration de la productivité 	Oui
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	<ul style="list-style-type: none"> – Coût d'évaluation des fournisseurs en % du revenu – Coût total de non-conformité en % du revenu – Coûts liés à des non-conformités spécifiques 	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Les attentes en termes de performance sont clairement communiquées avant le début de ses activités avec le fournisseur		Oui (accès aux termes et conditions et critère de performance via internet)
Les données de performance des fournisseurs sont recueillies, analysées et transmises aux fournisseurs en ligne et en temps réel grâce à des applications extranet		Oui
les données concernant les « coûts de la non-conformité » sont collectées, analysées et utilisées dans les rapports de performance		Non
L'analyse comparative de la performance des fournisseurs est utilisée dans les décisions d'approvisionnement		Oui
Les fournisseurs sont évalués et sélectionnés sur des critères adaptés aux besoins de l'entreprise		Oui
Les opportunités de réduction des coûts sont identifiées, mises en œuvre et évaluées sur une base périodique		Non
L'amélioration continue est mesurée à travers le processus d'évaluation de performance		Oui

Tableau III. 19 : Grille d'évaluation du sous processus : Evaluation des fournisseurs

B. Gestion des importations

Le processus de gestion des importations est divisée en deux sous processus : sous processus de préparation de la procédure de dédouanement et sous processus de dédouanement. Le service Import/Export, placé sous la direction du département Logistics est composé d'Import/Export Specialists. Chacun d'entre eux est chargé de la préparation du dédouanement ainsi que de la procédure de dédouanement pour un, deux ou trois segments des opérations.

a. Sous processus : Préparation de la procédure de dédouanement

Dès que GOLD expédie la marchandise commandée, une pré-alerte est envoyée à l'Import/Export Specialist accompagnée des factures originales (rédigées en anglais), des articles ainsi que leurs Packing Lists. Ces deux documents sont transmis au transitaire qui les utilisera lors de la procédure de dédouanement. (Figure III.13)

L'Import/Export Specialist élabore ensuite l'attestation d'affectation en associant, à chaque article, le contrat avec le client pour lequel il a été importé (SONATRACH (comme client principal), Repsol, First Calgary Petroleum, Gazprom, etc). Envoyée au transitaire, l'attestation d'affectation permet d'obtenir des exonérations douanières.

Parallèlement, afin de rendre chaque article importé identifiable auprès de la douane, les articles sur les factures originales doivent être traduits. Pour ce faire, l'Import/Export Specialist envoie les factures originales aux SLS qui demandent aux segments la traduction en français. Une fois la traduction prête, les segments l'envoient aux SLS qui la transmettent à l'Import/Export Specialist. Ce dernier la transfère à son tour au transitaire. Cette traduction va permettre au transitaire d'identifier les articles expédiés et de déterminer leurs positions tarifaires (leurs codes douaniers).

Après que les articles aient été identifiés, l'Import/Export Specialist détermine le type d'admission pour chacun d'eux :

- Admission permanente : pour les pièces de rechange et les produits.
- Admission temporaire: lorsque les articles importés sont des équipements (immobilisations). Ce type d'admission permet de réexporter les équipements une fois

que les segments auront fini de les utiliser. Le transitaire prépare une autorisation d'admission temporaire et la soumet pour signature à la douane.

Pour certains articles, une autorisation auprès des autorités algériennes est nécessaire. L'Import/Export Specialist doit préparer les autorisations auprès de :

- L'Office National des Droits d'Auteurs (ONDA) : matériels informatiques.
- L'Office National de Métrologie Légale (ONML): instruments de mesure.
- Le Ministère de la Culture : brochures, magazines et manuels.

Une fois ces procédures effectuées, il ne reste plus qu'à attendre l'arrivée de la marchandise. 10 à 15 jours avant l'arrivée, GOLD envoie la deuxième pré-alerte accompagnée du connaissement (BL).

Le Processus de préparation de la procédure de dédouanement est schématisé dans l'Annexe F.

b. Sous processus : procédure de dédouanement

Une fois l'accostage du bateau effectué, une notification informant l'arrivée des marchandises est envoyée au transitaire. La compagnie maritime se rapproche des bureaux de douane pour saisir le manifeste. Au même moment, les conteneurs sont déchargés. Si ces derniers sont dangereux, le transitaire doit impérativement les transporter vers un parc à feu. Dans le cas contraire, les conteneurs sont acheminés vers les lieux de stockage du port ou d'un port sec.

Le transitaire, muni du BL, se présente à la compagnie maritime pour s'acquitter des frais de manutention et obtenir l'avis d'arrivée.

Le transitaire doit ensuite faire une déclaration auprès des bureaux de douane. La procédure de déclaration diffère selon le type d'admission:

- **Admission permanente**

Lors de la déclaration en admission permanente, le transitaire doit se munir des documents présentés dans le Tableau III.20.

Documents nécessaires	Etape d'élaboration
Factures originales des articles expédiés	Envoyées par GOLD lors de la 1 ^{ère} pré-alerte
Connaissance (BL)	Envoyé par GOLD lors de la 2 ^{ème} pré-alerte
Attestation d'affectation	Elaborée par « Import/Export Specialist » une fois que les factures originales sont reçues

Tableau III. 20 : Documents nécessaires à la déclaration en admission permanente

Après avoir effectué la déclaration en admission permanente, le transitaire prépare le tableau de calcul TVA pour les articles exonérés des droits et taxes et la soumet à l'Import/Export Specialist. Suite à cela, le service « Taxe » de Schlumberger joint le Tableau de calcul TVA à l'attestation de franchise et les envoie à la DGE. La DGE se charge d'étudier le montant exonéré des droits et taxes douaniers et d'accorder la franchise.

Dans le cas où la franchise est accordée, elle constitue un complément du dossier de dédouanement.

- **Admission temporaire**

Le transitaire doit se munir des documents figurant dans le Tableau III.21

Documents nécessaires	Etape d'élaboration
Factures originales des articles expédiés	Envoyées par GOLD lors de la 1 ^{ère} pré-alerte
Connaissance (BL)	Envoyé par GOLD lors de la 2 ^{ème} pré-alerte
Attestation d'affectation	Elaborée par « Import/Export Specialist » une fois que les factures originales sont reçues
Autorisation d'admission temporaire	Rédigée une fois que le bureau de douane de destination est connu. (Le bureau de douane est connu lors de la réception du BL)

Tableau III. 21 : Documents nécessaires à la déclaration en admission temporaire

Suite à cette déclaration, le transitaire prépare l'agrément de caution et le soumet à la signature de la douane, de l'Import/Export Specialist puis de la banque. L'agrément de caution est une garantie financière avec laquelle Schlumberger s'engage à réexporter ses équipements importés en admission temporaire. Ce document est nécessaire pour compléter le dossier de dédouanement auprès de la douane.

Après avoir complété le dossier (Franchise TVA dans le cas d'une admission permanente et Agrément de caution dans le cas d'une admission temporaire), l'inspecteur vérificateur inspecte les conteneurs. L'inspection a pour but de vérifier si les articles déclarés correspondent, en type, quantité et numéro de série, avec le contenu physique réel des conteneurs. Si cette concordance manque pour un article, le transitaire, à fortiori Schlumberger, devra s'acquitter d'une amende de 15 000 DZD.

La marchandise est ensuite liquidée et le transitaire peut alors la transporter vers les lieux d'entreposage de Schlumberger. L'Import/Export Specialist procède alors au paiement du transitaire pour ses services. Durant toute la procédure de dédouanement, les conteneurs sont stockés soit au niveau du port ou d'un port sec. L'entreprise paie des frais de magasinage ainsi que les surestaries qui sont les pénalités dues au retard de la restitution des conteneurs à la compagnie maritime. Le processus de dédouanement est résumé dans la Figure III.14.

Le processus de dédouanement est détaillé dans l'Annexe G.

Nom du processus : Gestion des importations		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> – Conformité aux réglementations gouvernementales pour plusieurs pays – Minimisation des retards en transit causés par l'intervention des douanes 	Non
Réactivité	– Temps de cycle du processus	Oui
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	<ul style="list-style-type: none"> – Coûts des droits de douane – Coûts de conformité 	Oui
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Documents générés automatiquement lors de la préparation de l'expédition.		Oui
Connexion directe à la douane		Non
Transfert direct des documents vers le transitaire		Non
Évaluation des documents nécessaires à l'exportation / importation pendant le temps de développement / fabrication produit (Conformité des documents import/export avec plusieurs pays)		Oui
Capacité de suivre le pays d'origine de chaque composant / sous-composant		Oui

Tableau III. 22: Grille d'évaluation du sous processus : Gestion des importations

II.2.3. Caractérisation des dysfonctionnements du processus d'approvisionnement

A. Dysfonctionnements selon SCOR

1. Mauvais suivi de la performance de la Supply Chain

La plupart des indicateurs de performance, selon les 5 axes : Fiabilité, réactivité, flexibilité, coûts et actifs, ne sont pas calculés. De ce fait la performance selon ces 5 axes est mal suivie.

Performance	Sous processus ayant des indicateurs	Indicateurs contrôlés / Total des indicateurs
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation de la performance des fournisseurs 	1/16
Réactivité	<ul style="list-style-type: none"> Vérification Transfert Gestion des importations 	5/16
Flexibilité	-	Indicateurs non identifiés dans SCOR
Coûts	<ul style="list-style-type: none"> Gestion des importations 	1/16
Actifs	-	0/4

Tableau III. 23 : Récapitulatifs du calcul des indicateurs de performances pour le processus d'approvisionnement

- 2. Non utilisation des programmes de développement des fournisseurs locaux :** L'entreprise n'utilise pas les programmes de développement des fournisseurs pour les aider à investir dans les nouvelles technologies et à améliorer la qualité de leurs produits. Cela rend l'entreprise dépendante vis-à-vis des fournisseurs internationaux.
- 3. Non utilisation du Vendor-managed inventory**
- 4. Certification des fournisseurs :** En dépit du fait que les fournisseurs soient certifiés, le gestionnaire des stocks doit vérifier tous les lots réceptionnés. L'entreprise n'utilise aucune méthode de contrôle statistique de la qualité.
- 5. Les livraisons ne sont pas équilibrées tout au long de chaque journée de travail et tout au long de la semaine :** Cela rend les zones de réception des magasins surchargées.

- 6. Le paiement lors de la réception ne s'effectue que pour les commandes locales :** En effet, concernant les commandes internationales, le paiement s'effectue lors de la réception des articles au niveau des hubs sans qu'ils ne soient vérifiés.

B. Autres dysfonctionnements

Cette partie concerne les dysfonctionnements détectés ne figurant pas dans les grilles d'évaluation SCOR.

- 1. Grande dépendance aux fournisseurs internationaux :** L'identification et la recherche des fournisseurs se basent principalement sur les fournisseurs internationaux. En effet, la grande majorité des fournisseurs avec lesquels traite Schlumberger sont des fournisseurs internationaux. Ce qui augmente le nombre d'importations provoquant ainsi une lenteur dans l'approvisionnement comparativement à un approvisionnement local.
- 2. Création d'une commande hors système :** Il arrive parfois qu'une commande soit envoyée sans passer par le système d'information SWPS. Cela engendre une non-traçabilité de la commande et la marchandise commandée arrive au port sans que le département Logistics ne reçoive de pré-alerte. Le service import/export ne peut donc pas effectuer la procédure de préparation du dédouanement.
- 3. Mauvaise gestion des urgences :** La consolidation au niveau de GOLD se fait pour tous les articles qu'ils soient urgents ou non ; les articles urgents attendent que d'autres commandes arrivent au niveau du Hub pour effectuer une consolidation et être expédiés. Afin de transférer l'article urgent directement après sa réception au niveau du hub, le SLS doit envoyer une notification à GOLD en précisant l'urgence et le mode de transport adéquat. Généralement, le SLS n'est pas informé de l'urgence par les segments concernés. Il est donc trop tard pour intervenir.
- 4. Lenteur dans la réception des traductions des noms des articles :** L'élaboration des traductions des noms des articles n'est pas une tâche bien définie. Il arrive donc que le segment mette du temps à envoyer les traductions au SLS. Les traductions étant un élément important pour le dédouanement des articles, ce retard se répercute sur les délais de dédouanement.

5. **Non fiabilité de l'information concernant l'état d'avancement de la procédure de dédouanement :** L'entreprise ne dispose pas d'informations fiables sur l'état d'avancement de la procédure de dédouanement auprès du transitaire. Cette non-traçabilité de l'information est une source de perte de temps pour les Import Export Specialists pour la recherche de la bonne information.
6. **Sous-traitance d'un seul transitaire :** L'entreprise travaille avec un seul transitaire, ce qui rend difficile l'opération de la déclaration des articles importés auprès de la douane, surtout dans le cas de l'arrivée simultanée de plusieurs lots importés.
7. **Consolidation des admissions temporaires avec les admissions permanentes :** Lors de la consolidation de la marchandise au niveau du Hub, GOLD consolide les articles de type admission temporaire avec ceux de type d'admission permanente dans un seul conteneur. Les articles de type d'admission temporaire ne peuvent pas être liquidés, même s'ils disposent de tous les documents nécessaires, que si les articles de type admission permanente se trouvant dans le même conteneur sont eux aussi liquidés et vice versa.
8. **Feu vert donné par deux services différents :** La tâche d'octroi du feu vert est mal définie car elle est partagée entre les Segments Logisitics Specialists et les Import Export Specialists.
9. **La surface de la zone de réception est insuffisante et mal définie :** Le magasin de la base MD1 ne dispose pas d'un espace suffisant pour contenir les articles reçus. Ils sont donc disposés de façon anarchique causant ainsi des problèmes d'ordre organisationnel.
10. **Lenteur dans la vérification de la marchandise :** Le processus de vérification est lent. Ceci est dû aux problèmes organisationnels d'une part et à la surcharge de travail du gestionnaire des stocks d'autre part.

L'audit des autres processus, à savoir le processus de distribution et de retour, est présenté dans l'Annexe E.

II.3. Typologie des dysfonctionnements

L'audit de la Supply-Chain de Schlumberger a permis d'identifier un certain nombre de dysfonctionnements. Ces derniers, selon leur nature, peuvent être classés dans trois catégories:

Catégorie 1 : Dysfonctionnements pouvant être résolus avec des méthodes et modèles de résolution scientifiques.

Ce sont les problèmes qui requièrent l'utilisation d'outils scientifiques permettant de les résoudre. Ils peuvent être classés en trois sous-catégories :

- Sous-catégorie A : problèmes de pilotage : ces problèmes sont dus essentiellement à l'absence d'outils de pilotage et de suivi de la chaîne logistique tel que le tableau de bord logistique.
- Sous-catégorie B : problèmes de planification : ce sont les problèmes qui se traduisent par l'absence de méthode mathématique de planification, prévision ou de lissage des ressources.
- Sous-catégorie C : problèmes de contrôle de la qualité : ils représentent les dysfonctionnements se traduisant par l'absence d'une méthode de contrôle statistique de la qualité qui permettrait d'alléger le processus de vérification.

Catégorie 2 : Dysfonctionnements nécessitant de simples réajustements dans l'exécution des activités ou processus

Ce sont les dysfonctionnements qui peuvent être résolus par des réajustements dans leurs processus d'exécution. Ces processus doivent être revus et corrigés afin de résoudre ces problèmes.

Catégorie 3 : Dysfonctionnement pouvant être résolu avec des méthodes inventives

Ce sont des problèmes qui pourraient être résolus à l'aide d'une méthode inventive (telle que la TRIZ). Leur résolution pourrait en effet se heurter à une contradiction que TRIZ permettrait de dépasser.

Ces dysfonctionnements peuvent être classés en deux sous catégories :

- Sous-catégorie A : Problèmes qui peuvent être résolus par l'utilisation d'une des meilleures pratiques de SCOR. Néanmoins, cette meilleure pratique est une solution de compromis. En effet, elle permet de résoudre le problème mais son utilisation fait apparaître d'autres problèmes d'importance moindre.
- Sous-catégorie B : Problèmes dont la meilleure solution n'est pas apparente. Ils nécessitent donc l'utilisation d'une méthode inventive pour les résoudre.

Le Tableau III. 24 regroupe l'ensemble des dysfonctionnements par processus en indiquant leur catégorie. Ainsi, un dysfonctionnement de catégorie 1.A est un dysfonctionnement de catégorie 1 et de sous-catégorie A.

Ce travail se focalise sur l'application de TRIZ à une Supply-Chain, il ne traitera donc que de la résolution des dysfonctionnements de la catégorie 3.

La problématique posée par l'entreprise est de réduire les délais de livraison des fournisseurs. La démarche TRIZ sera donc utilisée pour résoudre le dysfonctionnement qui est en lien direct avec le temps d'approvisionnement.

Parmi les dysfonctionnements de la catégorie 3, celui qui a un lien direct avec les délais d'approvisionnement est le dysfonctionnement : « Non utilisation du VMI ». En effet, l'utilisation du VMI permettrait, entre autres, d'améliorer le temps d'approvisionnement. La non-utilisation de cet outil traduit un retard de l'entreprise par rapport aux meilleures pratiques.

Ainsi, au lieu de résoudre ce problème en appliquant le VMI, la démarche TRIZ sera utilisée pour le résoudre et proposer une solution plus performante. Les détails de cette démarche de résolution sont décrits dans le chapitre qui suit.

Processus d'approvisionnement		
Catégorie	Sous-catégorie	Dysfonctionnements
1	A	Mauvais suivi de la performance du processus d'approvisionnement
	B	Les livraisons ne sont pas équilibrées tout au long de chaque journée de travail et tout au long de la semaine
	C	Pas d'utilisation de méthode statistique de contrôle de la qualité
2		Le paiement lors de la réception ne s'effectue que pour les commandes locales
		Création d'une commande hors système
		Mauvaise gestion des urgences
		Lenteur dans la réception des traductions des noms des articles
		Lenteur dans la vérification de la marchandise
		Consolidation des admissions temporaires avec les admissions permanentes
		Feu vert donné par deux services différents
3	A	Non utilisation du Vendor-managed inventory
	A	Non utilisation des programmes de développement des fournisseurs locaux (Grande dépendance aux fournisseurs)
	B	Surface de la zone de réception insuffisante et mal définie
	B	Sous-traitance d'un seul transitaire
	B	Non fiabilité de l'information concernant l'état d'avancement du dédouanement
Processus de planification		
Catégorie	Sous-catégorie	Dysfonctionnements
1	A	Mauvais suivi de la performance du processus de planification
	B	Pas de calcul de prévision
		Pas de planification au niveau des segments sur les futures opérations Pas de modèle mathématique pour le dimensionnement de la flotte
2		Les commandes non planifiées sont toujours acceptées
		Le calcul des délais de transfert des marchandises commandées ne prend pas en compte le temps d'approbation
3	A	Les fournisseurs ne partagent pas la responsabilité d'équilibrer entre les ressources et les besoins par un accord de service commun (Non utilisation du VMI)
	A	Pas de relation clients via système d'information
Processus de distribution		
Catégorie	Sous-catégorie	Dysfonctionnements
1	A	Mauvais suivi de la performance du processus de distribution
	B	Le segment évalue mal la date à laquelle les équipements/produits doivent arriver sur chantier Consolidation des demandes de transport et allocation des véhicules sans méthodes scientifiques
Processus de retour		
Catégorie	Sous-catégorie	Dysfonctionnements
1	A	Mauvais suivi de la performance du processus de retour

Tableau III. 24 : Typologie des dysfonctionnements

Conclusion

Dans ce chapitre, l'analyse de l'existant sur la chaîne logistique de Schlumberger a été effectuée en adoptant l'audit SCOR. Grâce à cette analyse, des dysfonctionnements ont pu être décelés puis classés en trois catégories.

La résolution avec la méthode TRIZ portera sur un dysfonctionnement de la catégorie 3. La non utilisation du VMI est celui qui a été retenu sur la base de son impact sur la problématique posée par l'entreprise, à savoir améliorer les délais de réapprovisionnement.

***Chapitre IV : Démarche de résolution
avec la TRIZ***

Introduction

A l'issue d'un audit SCOR, plusieurs dysfonctionnements ont été décelés. La plupart de ces dysfonctionnements trouvent leurs solutions dans les meilleures pratiques recensées dans le référentiel SCOR. Cependant, la question suivante peut être posée : est-il possible de trouver de meilleures solutions ? Si oui comment ? C'est dans cette optique que, dans cette partie, les outils de la TRIZ seront utilisés pour tenter d'aboutir à une solution meilleure que celle proposée par SCOR.

La mise en œuvre de la TRIZ pour la résolution des problèmes liés à la Supply-Chain a fait l'objet de plusieurs travaux (Cf. Chapitre I, § 6.6, page 37). Si les étapes principales de résolution : problème spécifique, problème générique, solution générique et solution spécifique sont toujours présentes dans ces travaux, une démarche différente a été empruntée pour chacun des problèmes traités. La démarche de résolution, telle que développée dans ce chapitre, n'apparaît dans aucune de ces publications.

En effet, les lois d'évolution ont été reformulées pour qu'elles puissent être applicables à des problèmes d'organisation et de Supply-Chain, les 9 écrans ont été modifiés pour y inclure une nouvelle colonne (la colonne meilleure pratique) et enfin les principes inventifs de TRIZ ont été adaptés pour résoudre un dysfonctionnement dans une Supply-Chain.

Dans cette partie, la démarche de résolution d'un cas pratique en utilisant la méthode TRIZ est développée. Elle commence par la modélisation du problème spécifique (dysfonctionnement décelé au niveau de la chaîne logistique de l'entreprise) en un problème générique en utilisant les lois d'évolution, l'analyse multi-écrans ainsi que le modèle EPV. Elle présente ensuite la résolution du problème générique à l'aide des outils de résolution de la TRIZ. Enfin, cette partie se termine en adaptant la solution générique au dysfonctionnement traité en vue d'aboutir à une solution spécifique.

I. Modélisation du problème spécifique

Comme déjà explicité dans la conclusion du chapitre précédent, l'application de l'audit SCOR à la chaîne logistique de Schlumberger a permis de déceler plusieurs dysfonctionnements. Parmi ceux qui sont candidats à une résolution par la méthode TRIZ, la non-utilisation du Vendor-Managed Inventory est celui qui impacte le plus sur le temps d'approvisionnement.

A ce dysfonctionnement, une résolution suivant la démarche TRIZ a été proposée. Elle est détaillée ci-dessous.

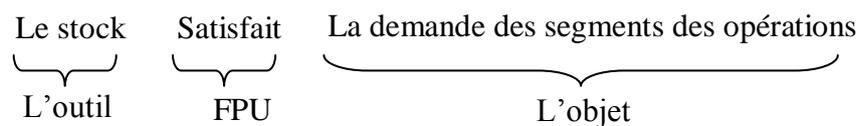
I.1. Construction du triptyque «Outil-FPU-Objet»

La résolution avec la méthode TRIZ commence par l'identification du triptyque «Outils-FPU-Objet». Les trois constituants du triptyque doivent se résumer à leur plus simple expression syntaxique : «Sujet» + «verbe» + «COD».

Appliqué à ce dysfonctionnement, le triptyque est défini comme suit :

- **L'outil** : la non-utilisation du Vendor-Managed Inventory a un impact direct sur le stock. Le constituant au cœur de ce dysfonctionnement représente donc le stock de Schlumberger Algérie.
- **La Fonction Principale Utile (FPU)** : représentant la raison d'être de l'outil, la fonction principale utile est la plus simple expression verbale de ce qu'est censé faire l'outil. Dans ce dysfonctionnement, l'outil étant le stock, sa fonction principale utile est de satisfaire la demande des segments des opérations.
- **L'objet** : représente l'élément sur lequel l'outil agit. Dans ce dysfonctionnement, la fonction utile principale étant de satisfaire la demande des segments des opérations, l'objet peut être donc identifié comme étant la demande des segments des opérations.

En conclusion, la plus simple expression syntaxique associée à ce triptyque est la suivante :



I.2. Les lois d'évolution

Les lois d'évolution permettent de positionner le système étudié dans son état actuel et de le faire évoluer dans une séquence logique vers des suggestions d'axes d'amélioration formulées dans des hypothèses d'évolution. (Cf. Chapitre I, § 4 .5, page 16)

A l'issue du déroulement des lois d'évolution, des hypothèses d'évolution seront identifiées et explicitées.

I.2.1. Les lois statiques

Ce sont les lois qui donnent une vision immobile du système. Elles vérifieront son intégralité structurelle et fonctionnelle.

A. Loi 1: Intégralité des parties d'un système technique

a. Application de la loi au système étudié

Pour pouvoir fonctionner, tout système a besoin d'une source d'énergie. Dans le cas du stock, l'énergie représente les produits. La source de ces produits, et donc la source d'énergie, n'est autre que le fournisseur.

Afin de réaliser sa fonction principale utile un système doit comporter les quatre parties principales (l'élément moteur, de transmission, de travail et de commande).

Les quatre parties principales de l'outil étudié dans ce dysfonctionnement, à savoir le stock, sont identifiées comme suit :

- **L'élément moteur** : est celui qui transforme l'énergie extérieure en une énergie utile au système. Dans le cas du stock, l'énergie extérieure étant les produits du fournisseur, l'élément moteur devrait être celui qui transforme ces produits en produits utiles au stock (ceux qui satisfont la demande des segments). L'élément qui réalise cette transformation dans le système étudié est l'auteur de la commande. En effet, en effectuant une commande, il ne choisit parmi les produits du fournisseur que ceux nécessaires au stock.
- **L'élément de travail** : réalise la Fonction Principale Utile (FPU) du système. Il assure le contact direct entre le système et l'objet sur lequel il agit. La partie du système étudié en contact direct avec l'objet et qui permet de satisfaire la demande des segments est représentée par les emplacements de stockage des produits utiles au système (les magasins au niveau des bases MD1, MD2 et « base 2 »).
- **L'élément de transmission** : véhicule l'énergie utile vers l'organe de travail. Le transfert des produits commandés du fournisseur vers les lieux de stockage est assuré par GOLD et le département Logistics de Schlumberger Algérie. Ces derniers représentent donc l'élément de transmission du système étudié.
- **L'élément de commande** : permet au système de réagir, de s'adapter aux variations de l'objet et continuer ainsi à assurer la fonction principale utile. Dans le système étudié, la

variation de l'objet est identifiée comme étant les fluctuations de la demande des segments des opérations. La réaction face à ces fluctuations est assurée par les gestionnaires des stocks. En effet, la gestion des stocks permet d'adapter les niveaux des stocks aux variations de la demande.

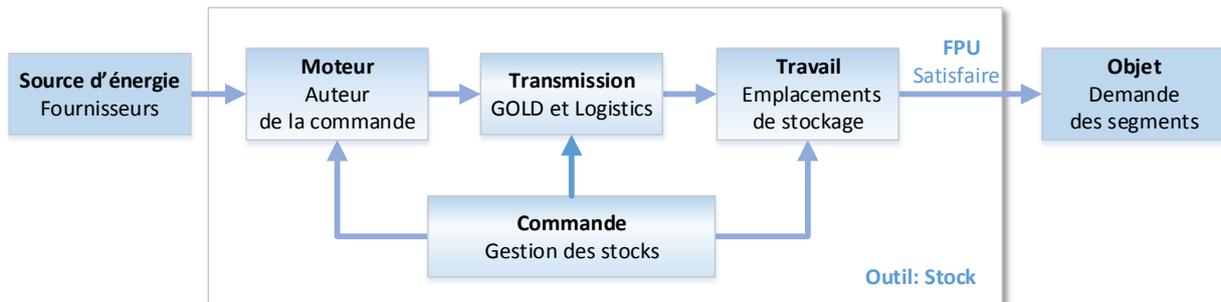


Figure IV. 1 : Représentation schématique de la loi 1 pour le dysfonctionnement traité

b. Vérification de la loi

En vertu de la loi 1, pour réaliser la fonction utile principale, chacune des quatre parties précédentes doit être présente et utile à la réalisation de cette fonction.

La vérification de cette loi consiste à vérifier que :

- **Chaque élément participe au bon fonctionnement du système**

Lors de l'audit SCOR, tous les éléments du système ont pu être identifiés. Le Tableau IV.1 regroupe les différentes composantes du système.

Élément du système	Participation au bon fonctionnement du système
<u>Élément moteur:</u> Auteur de la commande	Oui
<u>Élément de travail :</u> Emplacements de stockage	Oui
<u>Élément de transmission :</u> GOLD et Logistics	Oui
<u>Élément de commande :</u> Gestion des stocks	Oui

Tableau IV. 1 : Participation des quatre parties au bon fonctionnement du système

- **Au moins une des parties doit être contrôlable pour subir les variations de l'élément de commande:** Les niveaux des stocks dans les lieux de stockage sont contrôlables par l'organe de commande: gestion des stocks.

Chaque partie du système étudié participe au bon fonctionnement de ce dernier et au moins une partie de ce système (l'élément de travail) est contrôlable par l'élément de commande. La loi 1 est donc vérifiée.

Pas d'hypothèse d'évolution suivant la loi 1

B. Loi 2 : Conductibilité énergétique des parties d'un système technique

a. Application de la loi au système étudié

Cette loi énonce qu'une condition nécessaire au fonctionnement d'un système est la libre circulation de l'énergie à travers toutes ses parties.

Comme identifiée précédemment, l'énergie utile du système étudié est représentée par les produits commandés. Conformément à cette loi, ces produits devraient circuler à travers le système sans être bloqués au niveau de l'une de ses parties et ce, afin de satisfaire le besoin des segments à temps.

b. Vérification de la loi

La vérification du respect ou du non respect de la loi 2 s'effectue en établissant le bilan énergétique des pertes du rapport énergie d'entrée (développée par l'élément moteur) sur énergie de sortie (délivrée par l'élément de travail).

Le bilan énergétique du système étudié peut être calculé par le rapport ci-dessous :

$$\text{Bilan énergétique} = \frac{\text{Nombre de produits conformes reçus à temps}}{\text{Nombre de produits commandés}}$$

Cette loi sera considérée comme étant vérifiée que si ce rapport est proche de la valeur 1.

Seul 63% des produits commandés satisfont la demande des segments (conformes et reçus à temps). En effet, la circulation des produits commandés (énergie utile) est lente au niveau de l'élément moteur (Auteur de la commande), de l'élément de transmission (GOLD et Logistics) et de l'élément de commande (Gestion des stocks).

Les retards suivants ont été enregistrés lors de l'audit SCOR :

- Un retard au niveau de l'élément moteur : la commande passe par une chaîne d'approbation avant d'être transmise au fournisseur. Il arrive que le temps d'approbation soit excessivement long ;
- Un retard au niveau de l'élément de transmission : le retard dans le transfert des produits commandés résulte principalement du temps de consolidation de ces produits par GOLD et du temps que met le département Logistics à les dédouaner ;
- Un retard au niveau de l'élément de commande : le temps de réaction des gestionnaires face à la variation de la demande est long.

La loi 2 n'étant pas vérifiée, le système évoluera en améliorant sa conductibilité de l'énergie (le nombre de produits conformes reçus à temps) afin de satisfaire la demande des segments des opérations.

Les hypothèses d'évolution de la loi 2

- Le système doit avoir un temps d'approbation des commandes court;
- Le système doit avoir un temps de consolidation des produits commandés court;
- Le système doit avoir un temps de dédouanement des produits commandés court;
- Le système doit avoir un temps de réaction face à la variation de la demande court.

C. Loi 3 : Concordance des rythmes (Harmonisation)

a. Application de la loi au système étudié

La loi 3 énonce qu'il est essentiel d'établir une harmonie entre les parties du système afin qu'il remplisse au mieux sa fonction principale utile. En effet toute inadéquation entre le rythme de fonctionnement d'une partie et d'une autre engendre une perte d'efficacité qui nuit aux performances du système.

Appliquée au système étudié, cette loi met en relief le degré d'harmonisation et de coordination entre les différentes parties du système. Ce degré d'harmonisation et de coordination peut être traduit par le niveau de partage et de fiabilité de l'information intra et inter-composants du système.

b. Vérification de la loi

La vérification de cette loi s'effectue en mesurant les niveaux de partage et de fiabilité de l'information circulant dans le système étudié. L'audit SCOR a permis d'identifier les différents systèmes d'information et déterminer la manière avec laquelle ces derniers sont utilisés.

Le Tableau IV.2 regroupe les différents systèmes et met en exergue le degré de respect de la loi 3.

A travers l'analyse du Tableau IV.2, il apparaît que Schlumberger dispose de plusieurs systèmes d'information permettant de bien faire circuler l'information à l'intérieur de chaque élément. Néanmoins, cette information circule mal entre les éléments du système. En effet, mise à part SWPS et l'OFS Store, les systèmes d'information ne disposent pas de liens directs permettant de faire circuler l'information entre eux.

De plus chaque élément ne partage pas systématiquement l'information dont il dispose. Les éléments se retrouvent, de ce fait, cloisonnés sans se préoccuper du partage d'informations entre eux.

La loi 3 est partiellement vérifiée, le système évoluera donc en améliorant son harmonisation et la concordance de ses rythmes (le partage de l'information) afin de coordonner ses actions, et ce, pour mieux satisfaire la demande des segments des opérations.

Les hypothèses d'évolution de la loi 3

- Le système doit mieux partager l'information entre ses éléments ;
- Le système doit avoir un système d'information commun à tous ces éléments.

	Moteur	Transmission	Travail	Commande
Moteur	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : SWPS Information bien partagée dans le système d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de système d'information commun Information bien partagée entre l'auteur de la commande et GOLD Information non partagée entre l'auteur de la commande et Logistics Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : OFS Store qui est relié à SWPS Information bien partagée entre les systèmes d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : OFS Store qui est relié à SWPS Information bien partagée entre les systèmes d'information Information fiable
Transmission	<ul style="list-style-type: none"> Pas de système d'information commun Information bien partagée entre l'auteur de la commande et GOLD Information non partagée entre l'auteur de la commande et Logistics Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence de systèmes d'information : Système d'information GOLD et MoveIT Information bien partagée dans le système d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de système d'information commun Information bien partagée entre l'auteur et GOLD Information non partagée entre Logistics et l'élément de travail (Les magasins) Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de système d'information commun Information bien partagée entre l'auteur et GOLD Information non partagée entre Logistics et la gestion des stocks Information fiable
Travail	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : OFS Store qui est relié à SWPS Information bien partagée entre les systèmes d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de système d'information commun Information bien partagée entre l'auteur et GOLD Information non partagée entre Logistics et l'élément de travail (Les magasins) Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence de systèmes d'information reliés: OFS Store Information bien partagée dans le système d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : OFS Store qui est relié à SWPS Information bien partagée entre les systèmes d'information Information fiable
Commande	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : OFS Store qui est relié à SWPS Information bien partagée entre les systèmes d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de système d'information commun Information bien partagée entre l'auteur et GOLD Information non partagée entre Logistics et l'élément de travail (Les magasins) Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence d'un système d'information : OFS Store qui est relié à SWPS Information bien partagée entre les systèmes d'information Information fiable 	<ul style="list-style-type: none"> Existence de systèmes d'information reliés: OFS Store et SWPS Information bien partagée dans les systèmes d'information Information fiable

Tableau IV. 2 : Partage de l'information entre les éléments du système

I.2.2. Les lois cinématiques

Ces lois observent le système dans un repère espace/temps plus ample par rapport aux lois statiques. Elles permettront de situer le degré d'évolution du système.

A. Loi 4 : Augmentation du niveau d'idéalité

a. Application de la loi au système étudié

La loi 4, énonce que l'évolution de tout système tend vers son niveau le plus élevé d'idéalité.

Il est utile de rappeler que l'idéalité d'un système, (Cf. Chapitre 1, § 4.2.1, page 11), est le rapport de la somme des fonctions utiles sur la somme des fonctions nuisibles et des coûts nécessaires à la réalisation de la fonction principale. L'idéalité du système étudié est déterminée par le rapport suivant :

$$D = \frac{\text{Taux de service}^*}{\text{Coût de commande} + \text{Coût de transport} + \text{Coût de stockage}}$$

**Le taux de service est le pourcentage de produits livrés à temps dans les références et quantités requises, par rapport à la demande exprimée par un client.*

b. Vérification de la loi

La vérification de cette loi dépend du degré d'approche du système vers son résultat idéal final.

Le résultat idéal final du système étudié est un système qui permet de satisfaire la demande des segments avec un taux de service de 100 % et zéro coût.

Le système n'ayant pas atteint ce degré d'idéalité, il devra évoluer de façon à augmenter son taux de service et diminuer ses coûts.

Hypothèses d'évolution de la loi 4

- Le système doit augmenter son taux de service
- Le système doit réduire ses coûts (commande, transport et stockage)

B. Loi 5 : Développement inégal des parties d'un système technique

a. Application de la loi au système étudié

D'après la loi 5, les parties les moins évoluées doivent être développées en priorité. Appliquée au système étudié, les parties les moins performantes doivent être traitées et améliorées en premier. En effet, ces parties ne sont pas au même stade de développement.

b. Vérification de la loi

La vérification de la loi 5 consiste à déterminer la ou les parties les moins évoluées du système étudié. Pour ce faire, une appréciation qualitative sur la performance de chacune des parties a été effectuée en se basant sur l'audit SCOR de la chaîne logistique de Schlumberger. Il est apparu que l'organe de commande est l'élément le moins performant car le département qui est en charge de la gestion des stocks est le plus récent et par conséquent doit évoluer pour rattraper son retard par rapport aux autres éléments.

Hypothèses d'évolution de la loi 5

- L'organe de commande (la gestion des stocks) doit évoluer

C. Loi 6 : Transition vers un super-système

a. Application de la loi au système étudié

En vertu de la loi 6, lorsqu'un système s'est extrêmement développé, il peut arriver qu'il atteigne son degré le plus élevé de développement. Il devient alors une simple partie d'un super système. Son développement pourra alors se poursuivre à travers celui des parties de ce super système.

b. Vérification de la loi

Il s'agit de vérifier si chaque partie du système étudié a atteint son plus haut degré de développement. Lors de l'audit SCOR, il a été constaté qu'aucune des parties n'a atteint son plus haut degré de développement. Le système n'est donc pas prêt à passer au super système.

Pas d'hypothèse d'évolution suivant la loi 6

I.2.3. Les lois dynamiques

Ces lois sont une projection vers le futur du système. Elles se singularisent des autres lois par le fait que le système doit choisir s'il évolue en direction des lois 7 et 9 ou 8 et 9.

Les hypothèses formulées à l'issue de la vérification de ces lois permettront de déterminer l'une de ces deux directions.

A. Loi 7 : Transition d'un macro-niveau vers un micro-niveau

a. Application de la loi au système étudié

Loi 7 énonce la tendance de l'évolution des systèmes vers une miniaturisation de leurs composantes. Le stade ultime du développement pouvant éventuellement être interprété comme une évolution vers le « nano-monde ».

Ainsi, appliquée au système étudié, la loi prévoit une segmentation de chaque élément en plusieurs composants (services) de plus en plus réduits. Chaque composant aura à effectuer une partie de la fonction que doit assurer l'élément. De ce fait, la fonction de chaque élément sera bien exécutée que si tous ses composants mènent à bien l'exécution de leurs propres fonctions.

b. Vérification de la loi

Cette loi est vérifiée si les éléments du système sont enclins à être segmentés. La segmentation est justifiée lorsque l'élément se trouve en surcharge, affectant ainsi la bonne exécution de sa fonction.

L'audit SCOR effectué sur la chaîne logistique de l'entreprise, n'a révélé, au sein des éléments, aucune surcharge pouvant nuire à leurs fonctions. Les éléments n'ont donc aucun intérêt à être segmentés.

Le système n'évoluera donc pas suivant cette loi.

Pas d'hypothèse d'évolution suivant la loi 7

B. Loi 8 : Dynamisation par l'augmentation de la contrôlabilité

a. Application de la loi au système étudié

Le développement du système technique tend vers un niveau de contrôlabilité accru, pour atteindre un niveau d'auto contrôle. Appliquée au système étudié, la loi énonce que chaque élément doit évoluer vers plus de contrôlabilité.

b. Vérification de la loi

La vérification de cette loi consiste à :

- Déterminer parmi les étapes d'évolution (Cf. Chapitre 1, §4.5.3.B, page 20), celle qui est la plus appropriée à l'état actuel du système étudié.
- Déterminer le niveau de l'intervention humaine dans le système (Cf. Chapitre 1, §4.5.3.B , page 21).

Déterminer l'étape d'évolution permet de mesurer le niveau de contrôlabilité du système et de prédire sa prochaine évolution et ainsi s'améliorer.

Ces étapes d'évolution ainsi que leurs analogies avec le système étudié sont résumées dans le Tableau IV.3.

Etapes d'évolution	Analogies au système étudié	Degré d'évolution du système
Des systèmes non contrôlables qui cherchent à devenir contrôlables	Le système devient contrôlable lorsque l'entreprise dispose des informations sur les niveaux des stocks et peut les contrôler	Etape dépassée
Des systèmes contrôlables, avec un développement qui suit une transition de champs mécaniques en champs électromagnétiques	Se traduit par la transition d'un système d'information « mécanique » (Papiers, fiches de contrôle) vers un système d'information « électromagnétique » (Système d'information électronique (Informatique))	Etape dépassée
Des systèmes contrôlables, avec des développements qui cherchent à établir des liens entre les éléments	Se traduit par un développement qui cherche à lier chaque élément	Etape dans laquelle se trouve le système actuellement
Des systèmes contrôlables, avec un développement qui tend vers la compatibilité des éléments	Se traduit par une compatibilité entre les systèmes d'information de chaque élément ainsi qu'entre le système et les fournisseurs	Etape à atteindre

Tableau IV. 3 Degrés d'évolution du niveau de contrôlabilité

Déterminer le niveau d'intervention humaine requis pour contrôler le système permet d'identifier son degré d'autonomie actuel et de prévoir sa prochaine évolution tout en sachant que, l'évolution de tout système tend vers une diminution de l'intervention humaine.

Les niveaux d'intervention humaine sont résumés dans le Tableau IV.4.

Niveaux d'intervention humaine	Analogies au système étudié	Appréciation sur l'évolution du système
Système requérant l'intervention humaine à tous les niveaux	Toutes les tâches sont exécutées par l'homme.	Etape dépassée (Certaines tâches sont automatisées grâce au système d'information)
Diminution de l'intervention humaine au niveau de l'exécution.	Exemple : le calcul du Min Max nécessitera de moins en moins l'intervention de l'homme.	Etape à laquelle se trouve le système actuellement (plusieurs tâches sont encore exécutées par l'homme)
Diminution de l'intervention humaine au niveau du contrôle.	Exemple : le contrôle du niveau des stocks nécessitera de moins en moins l'intervention de l'homme.	Etape à atteindre
Diminution de l'intervention humaine au niveau de la prise de décision.	Exemple : la décision de commande nécessitera de moins en moins l'intervention de l'homme.	Etape à atteindre

Tableau IV. 4 : Niveau d'intervention humaine du niveau de contrôlabilité

En conclusion, la loi 8 n'est que partiellement vérifiée. Le système devra évoluer en améliorant sa contrôlabilité.

Hypothèses d'évolution de la loi 8

- Le système doit rendre compatibles les systèmes d'information de ses différents éléments ;
- Le système doit évoluer en limitant l'intervention humaine dans le contrôle ;
- Le système doit évoluer en limitant l'intervention humaine dans la prise de décisions.

C. Loi 9 : Dynamisation par l'ajout d'associations Substance-Champ

a. Application de la loi au système étudié

Cette loi énonce que le développement des systèmes passe parfois par une légère complexification. Cette complexification peut se justifier par un apport en termes de fonctionnalités.

Le système étudié (les stocks) peut se complexifier mais doit en contrepartie disposer de nouvelles fonctionnalités.

b. Vérification de la loi

La vérification de cette loi passe par une identification de nouvelles fonctionnalités pouvant être associées au stock. Aucune nouvelle fonctionnalité n'est apparente dans un futur proche. Le système n'évoluera donc pas en augmentant sa complexification.

Pas d'hypothèse d'évolution suivant la loi 9

I.3. Application de l'analyse multi-écrans au système étudié

La méthode TRIZ repose sur les dynamiques d'évolution des systèmes. Il est donc nécessaire d'analyser les évolutions passées du système étudié. Pour ce faire, la méthode des multi-écrans permet de déterminer d'autres hypothèses d'évolution du système en analysant la situation initiale du système dans ses aspects systémiques et temporels.

Dans ce travail, l'analyse des 9 écrans a été modifiée et adaptée au dysfonctionnement traité. En effet, la démarche globale adoptée consiste en l'ajout d'une colonne située entre la colonne du présent et celle du futur et représentant la meilleure pratique proposée par l'audit SCOR. Cette modification permettrait ainsi d'émettre des hypothèses en vue d'avoir un système futur plus performant que celui basé sur ces meilleures pratiques. Le schéma de l'analyse multi-écrans comportera donc 12 cases au lieu des 9 cases de la méthode classique.

L'application de cette méthode au système étudié est détaillée dans ce qui suit.

I.3.1. Placer dans un système d'axes temporel et systémique, douze cases selon trois niveaux d'observation

Les 12 cases sont disposées dans le système d'axes suivant :

- **L'axe horizontal:** est l'axe qui correspond au passage du système d'un état à un autre. Il comprend les quatre états : passé, présent, la meilleure pratique de SCOR et futur;
- **L'axe vertical :** est l'axe systémique divisé en trois lignes (description du système, du sous-système et du super-système).

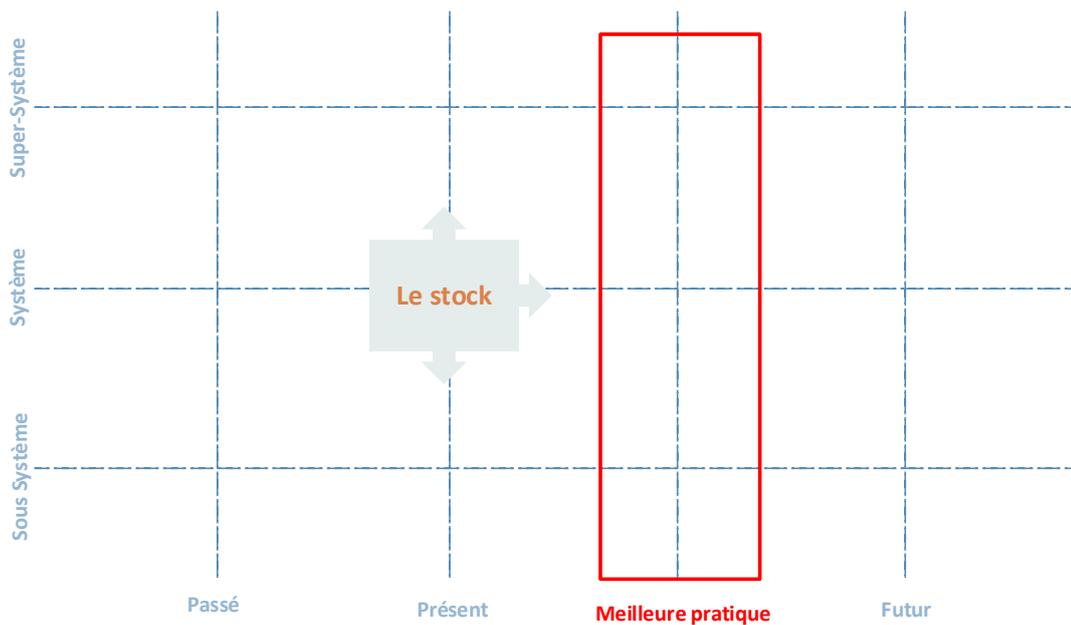


Figure IV. 2 : Schéma représentant les axes systémiques et temporels

I.3.2. Description des systèmes, sous-systèmes et super-systèmes pour la meilleure pratique et les périodes : passé, présent

A. Description du passé

Par le passé, la gestion du stock était décentralisée et chaque segment disposait de son propre magasin contenant les produits stockés nécessaires à la réalisation de ses opérations. En effet, chaque segment assurait la gestion de son stock grâce à un système d'information propre.

De plus, les produits commandés auprès du fournisseur étaient réceptionnés et vérifiés par le magasinier au niveau de chaque segment.

B. Description du présent

Actuellement, l'entreprise dispose, au niveau de chaque base (MD1, MD2 et « base 2 »), d'un magasin central contenant les produits stockés de tous les segments localisés dans chacune d'entre elles. La gestion du stock, ainsi centralisée pour tous les segments, est assurée par un seul département (Material Management). Celui-ci dispose de magasiniers, qui en plus de gérer les stocks, assurent également la commande auprès du fournisseur, la réception et la vérification des articles.

Par ailleurs, le système d'information (OFS Store), utilisé par le magasinier, gère l'information du stock de toute l'entreprise.

C. Description de la meilleure pratique

La meilleure pratique proposée par l'audit SCOR est l'utilisation du Vendor-Managed Inventory qui permet au fournisseur de gérer les stocks de l'entreprise. Le fournisseur n'attend donc plus de recevoir la commande pour réapprovisionner le stock de l'entreprise. La gestion du stock est ainsi externalisée. De ce fait, le magasinier ne se chargera que de la réception et de la vérification des articles.

Par ailleurs, en utilisant cette pratique, l'entreprise devra partager son système d'information (OFS Store) avec ses fournisseurs.

Ces trois situations sont reprises et résumées dans la Figure IV.3.

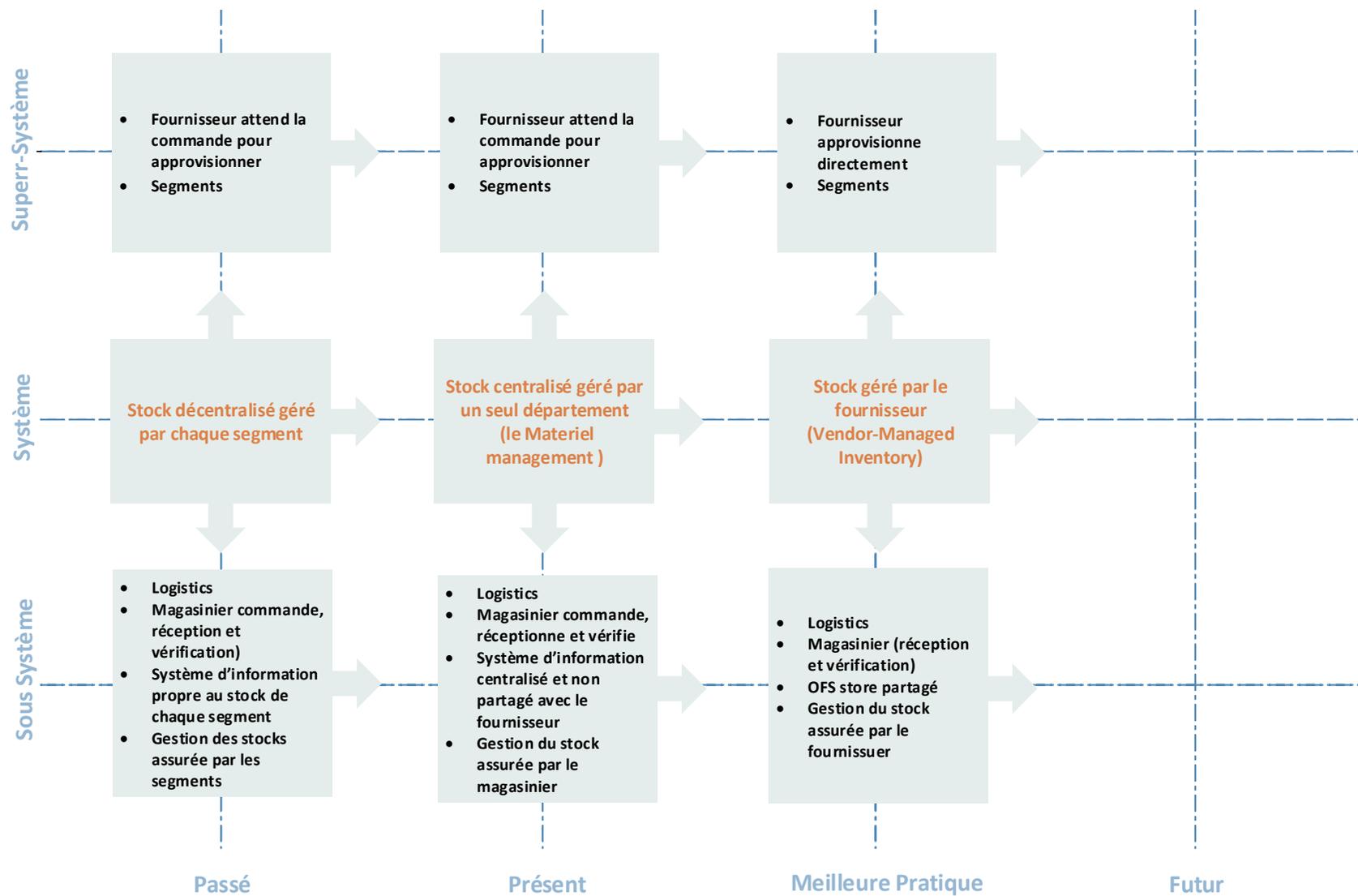


Figure IV. 3 : Description des situations : passé, présent et meilleure pratique selon les trois niveaux systémiques

I.3.3. Détermination des paramètres caractérisant l'évolution du système du passé vers le présent et du présent vers la meilleure pratique SCOR

Dans cette étape, les paramètres qui ont évolué favorablement ainsi que ceux qui ont évolué de façon défavorable lors des passages passé - présent et présent - meilleure pratique, sont identifiés pour chaque niveau systémique (système, sous-système et super-système).

A. Paramètres caractérisant l'évolution du passé vers le présent

- Niveau « Système »

Paramètres ayant évolué favorablement : économie d'échelle grâce à la consolidation des commandes, maîtrise des coûts, meilleure optimisation du stock par le regroupement des produits communs à plusieurs segments ;

Paramètres ayant évolué défavorablement : adaptation de la commande aux variations des besoins des segments, temps de commande.

- Niveau « Sous-système »

Paramètres ayant évolué favorablement : meilleur suivi des niveaux des stocks (grâce au système d'information centralisé) ;

Paramètres ayant évolué défavorablement : réception plus lente, surcharge de la zone de réception.

- Niveau « Super-système »

Paramètres ayant évolué favorablement : le segment n'est plus en charge de la gestion des stocks, il a donc plus de temps à consacrer à ses opérations ;

Paramètres ayant évolué défavorablement : le temps de récupération des articles stockés est plus long car le magasin n'est plus à l'intérieur des ateliers de maintenance.

B. Paramètres caractérisant l'évolution du présent vers la meilleure pratique

- **Niveau « Système »**

Paramètres ayant évolué favorablement : minimisation des coûts (pas de coût de commande), rotation du stock plus rapide, temps de commande plus court;

Paramètres ayant évolué défavorablement : moins de contrôle sur le stock.

- **Niveau « Sous-système »**

Paramètres ayant évolué favorablement : magasiniers moins surchargés car ils n'auront plus à effectuer la tâche de commander les articles ; vitesse de la réception et de vérification des articles ; zone de réception moins surchargée;

Paramètres ayant évolué défavorablement : partage de l'information sur les stocks (informations jugées confidentielles) avec les fournisseurs.

- **Niveau « Super-système »**

Paramètres ayant évolué favorablement : temps de réapprovisionnement plus court grâce à la réduction du temps de réponse du fournisseur;

Paramètres ayant évolué défavorablement : dépendance vis-à-vis du fournisseur, diminution de la réactivité vis-à-vis des aléas de la demande (perte de contrat, acquisition de nouveaux contrats).

Les paramètres caractérisant l'évolution du système de son passé vers son présent et de son présent vers la meilleure pratique SCOR sont résumés dans la Figure IV.4.

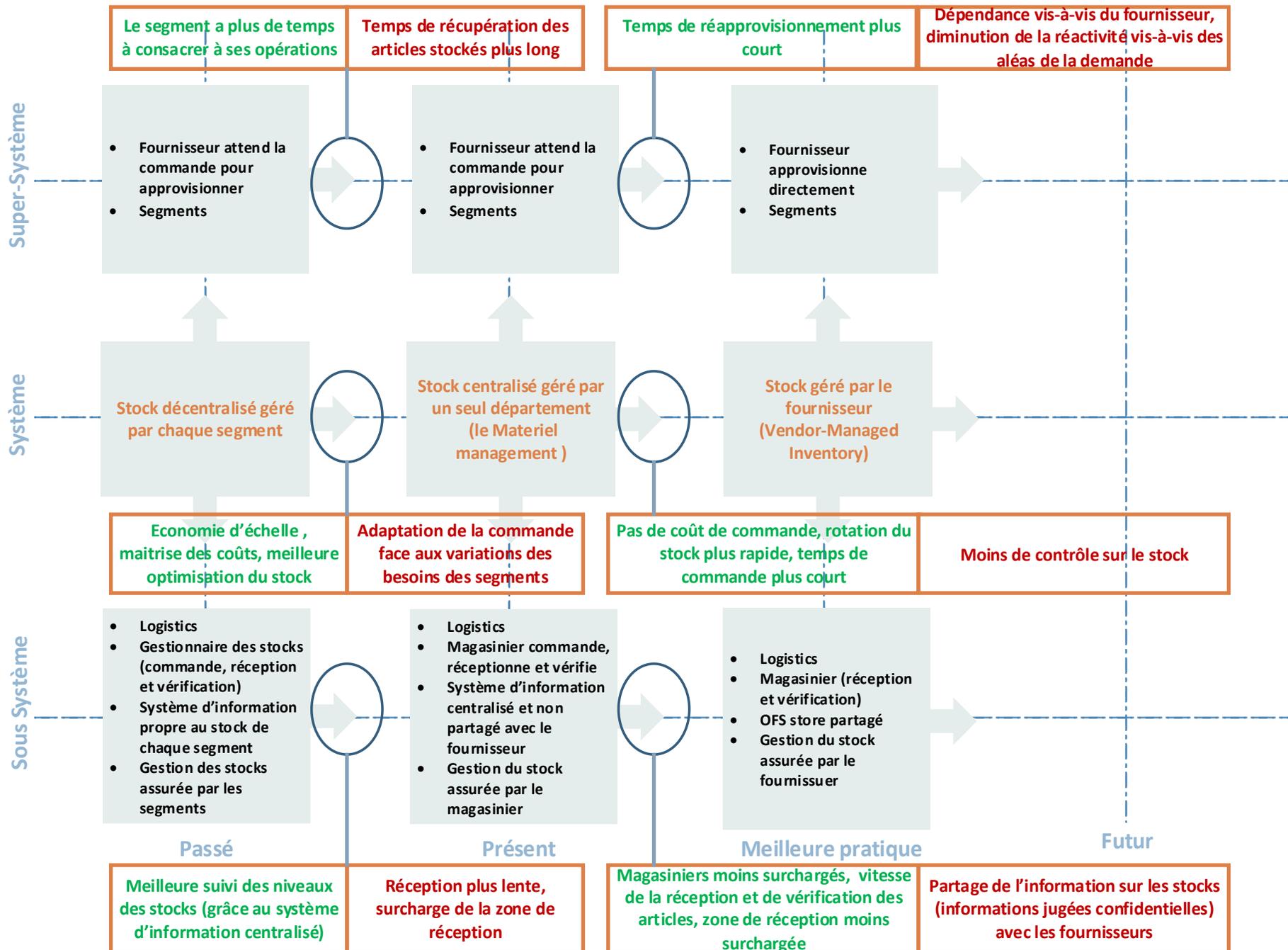


Figure IV. 4 : Schéma multi-écrans représentant les paramètres d'évolution

I.3.4. Formulation des hypothèses d'évolution futures du système

Les hypothèses d'évolution du système vers le futur sont formulées à partir des paramètres caractérisant l'évolution du système de son passé vers son présent et de son présent vers la meilleure pratique SCOR.

En évoluant vers le futur, les paramètres ayant subi une amélioration lors de la transition passé-présent et présent-meilleure pratique devront poursuivre leur amélioration. Quant à ceux qui ont subi une dégradation, ils devront inverser la tendance.

Les hypothèses d'évolution sur trois niveaux systémiques sont formulées ci-dessous et résumées dans la Figure IV.5:

Niveau « Sous-système »

- Le système d'information contiendra des informations fiables sur tous les stocks permettant ainsi un suivi optimal des niveaux des stocks ;
- La réception ainsi que la vérification sera plus rapide ;
- La zone de réception sera moins surchargée voire vide ;
- Le partage de l'information sur les stocks restera limité.

Niveau « Super-système »

- Temps de réapprovisionnement court ;
- Plus de réactivité vis-à-vis des aléas de la demande permettrait de ne jamais se retrouver ni en rupture de stocks ni en situation de sur-stockage ;
- L'entreprise devra rester indépendante vis-à-vis de ses fournisseurs ;
- Plus de temps à consacrer aux opérations ;
- Moins de temps pour récupérer les articles stockés.

Niveau « Système »

- Les coûts d'approvisionnement et de stockage devront baisser ;
- La rotation des stocks devra être plus rapide ;
- L'entreprise devra garder le contrôle et maîtrise de ses stocks ;
- La commande doit mieux s'adapter aux besoins des segments et être plus rapide ;
- Les stocks des produits communs doivent être de plus en plus regroupés afin de mieux les optimiser ;
- Plus d'économie d'échelle.

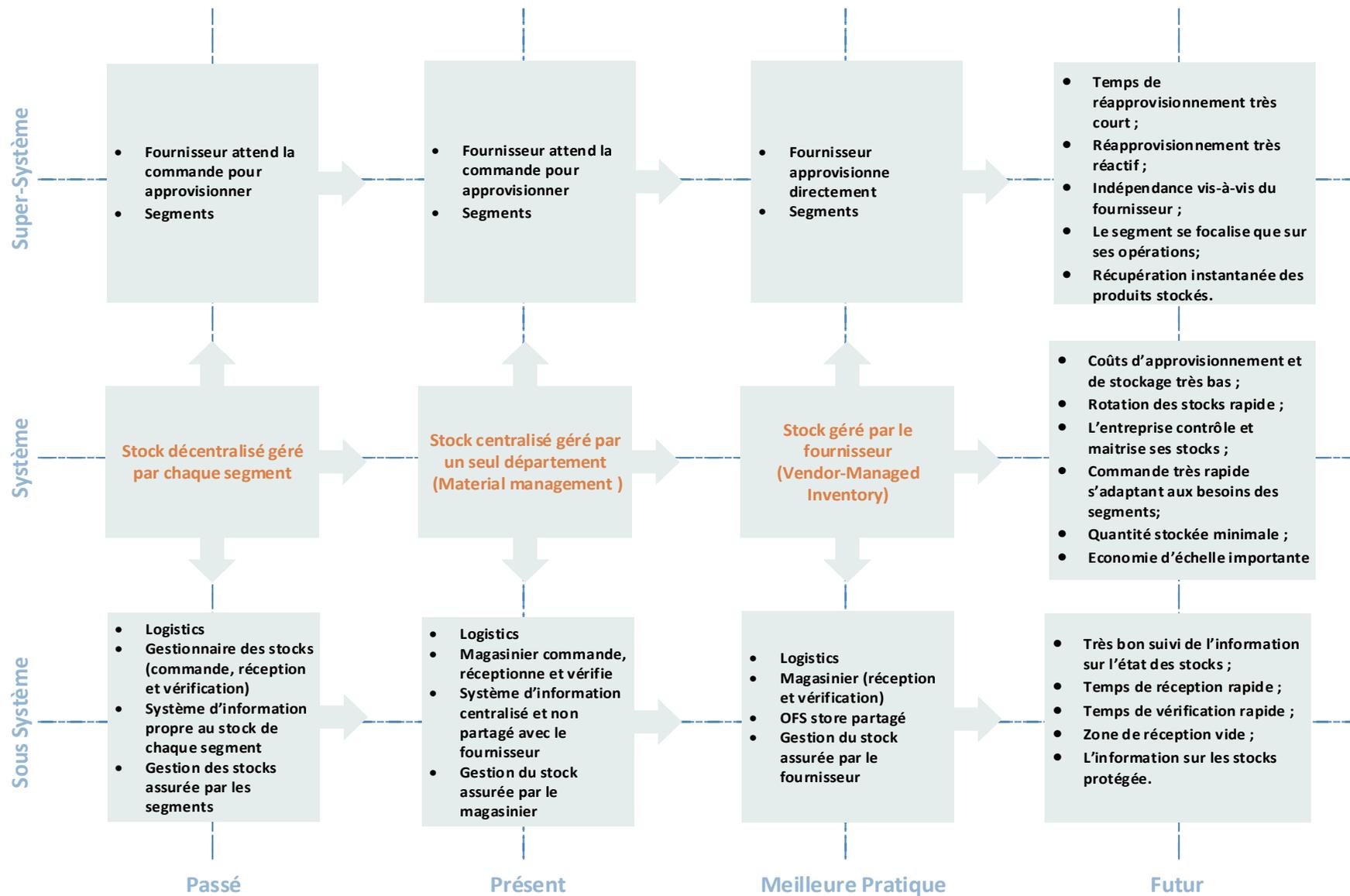


Figure IV. 5 : Schéma multi-écrans représentant les hypothèses d'évolution du système vers le futur

I.4. Modèle Élément – Paramètre – Valeurs (EPV)

I.4.1. Identification des paramètres

Avant l'utilisation du modèle EPV, des paramètres doivent être identifiés à partir des hypothèses d'évolution formulées lors de l'application des lois d'évolution et de l'analyse multi-écrans.

Une fois ces paramètres déterminés, leur typologie doit être spécifiée selon qu'ils soient des paramètres d'évaluation ou d'action.

- Si le respect de l'hypothèse d'évolution influe positivement ou négativement sur un paramètre alors ce dernier est identifié comme étant un paramètre d'évaluation.
- Si le respect de l'hypothèse d'évolution fait émerger un paramètre sur lequel l'utilisateur peut agir alors ce dernier est considéré comme étant un paramètre d'action.

Exemple: l'hypothèse « temps de commande court » permet d'identifier un paramètre d'évaluation qui est le temps car l'évolution de ce système suivant cette hypothèse influe sur le temps.

Le Tableau IV.5 résume les paramètres identifiés ainsi que leur typologie.

Source des hypothèses	Hypothèses	Paramètres identifiés	Typologie
Loi 2	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'approbation des commandes court; • Temps de consolidation des produits commandés court; • Temps de dédouanement des produits commandés court; • Temps de réaction face à la variation de la demande court. 	Temps	Paramètre d'évaluation
Loi 3	• Meilleur partage de l'information entre les éléments du système ;	Circulation de l'information	Paramètre d'évaluation
	• Système d'information commun à tous les éléments du système.	Niveau de liaison des SI	Paramètre d'action
Loi 4	• Augmentation du taux de service ;	Taux de service	Paramètre d'évaluation
	• Réduction des coûts (commande, transport et stockage) ;	Coût	Paramètre d'évaluation
Loi 5	• L'organe de commande (la gestion des stocks) doit évoluer ;	Degré de contrôle	Paramètre d'évaluation
Loi 8	• Compatibilité des systèmes d'information entre les différents éléments ;	Niveau de liaison des SI	Paramètre d'action
	• Limitation de l'intervention humaine à la fonction de contrôle ;	Degré d'automatisation	Paramètre d'évaluation
	• Limitation de l'intervention humaine à la fonction prise de décision ;		
Analyse multi-écrans	• Coûts d'approvisionnement et de stockage très bas ;	Coût	Paramètre d'évaluation
	• Economie d'échelle importante;		
	• Rotation des stocks rapide ;	Liquidité	Paramètre d'évaluation
	• L'entreprise contrôle et maîtrise ses stocks ;	Degré de contrôle	Paramètre d'évaluation
	• Réapprovisionnement très réactif ;	Adaptabilité	Paramètre d'évaluation
	• Commande s'adaptant aux besoins des segments ;		
	• Temps de commande très court ;		
	• Temps de réapprovisionnement très court ;		
	• Temps de réception rapide ;	Temps	Paramètre d'évaluation
	• Temps de vérification rapide ;		
	• Récupération instantanée des produits stockés;		
	• Quantité stockée minimale ;	Quantité de produits stockés	Paramètre d'évaluation
• Indépendance vis-à-vis du fournisseur ;	Niveau de dépendance au fournisseur	Paramètre d'évaluation	
• Le segment se focalise que sur ses opérations;	Productivité	Paramètre d'évaluation	
• Très bon suivi de l'information sur l'état des stocks;	Maitrise de l'information	Paramètre d'évaluation	
• Zone de réception vide ;	Taux de remplissage de la zone de réception	Paramètre d'évaluation	
• L'information sur les stocks protégée.	Circulation de l'information	Paramètre d'évaluation	

Tableau IV. 5 : Identification et typologie des paramètres du système

I.4.2. Construction du modèle EPV

Dans cette partie, chaque paramètre d'action est associé à l'élément sur lequel il agit. Pour chacune des valeurs prises par les paramètres d'action, des paramètres d'évaluation sont associés.

Comme déjà énoncé dans la partie théorique de TRIZ (Cf. Chapitre 1, §5.2, page 29), il arrive souvent que les hypothèses formulées à partir des lois d'évolution ainsi que de l'analyse multi-écrans ne permettent pas de déterminer l'ensemble des paramètres d'action et d'évaluation. La construction du modèle permet de les compléter.

A. Construction de la 1^{ère} poly-contradiction selon le modèle EPV

Pour que cette 1^{ère} poly-contradiction puisse être construite, il a fallu, dans un premier temps, identifier un paramètre d'action qui agit sur l'élément (Gestion des stocks) puis associer, selon la valeur du paramètre d'action, les paramètres d'évaluation identifiés dans le Tableau IV. 5.

L'utilisation du VMI permet d'externaliser la gestion des stocks de l'entreprise qui sera alors confiée au fournisseur. Puisque l'entreprise peut décider de l'utilisation ou non du VMI, le paramètre « Degré d'externalisation » peut être considéré comme étant un paramètre d'action.

Le paramètre d'action « Degré d'externalisation » peut prendre deux valeurs contradictoires :

- **Totalement externalisée** : La gestion des stocks est entièrement assurée par le fournisseur ;
- **Non externalisée** : La gestion des stocks est entièrement assurée par l'entreprise.

A chaque valeur du paramètre d'action, sont associés les paramètres d'évaluation qui s'améliorent et ceux qui se dégradent. Lorsque le paramètre d'action prend l'une de ces deux valeurs, des paramètres d'évaluation se trouvent améliorés et d'autres dégradés.

La Figure IV.6 schématise la 1^{ère} poly-contradiction selon le modèle EPV.

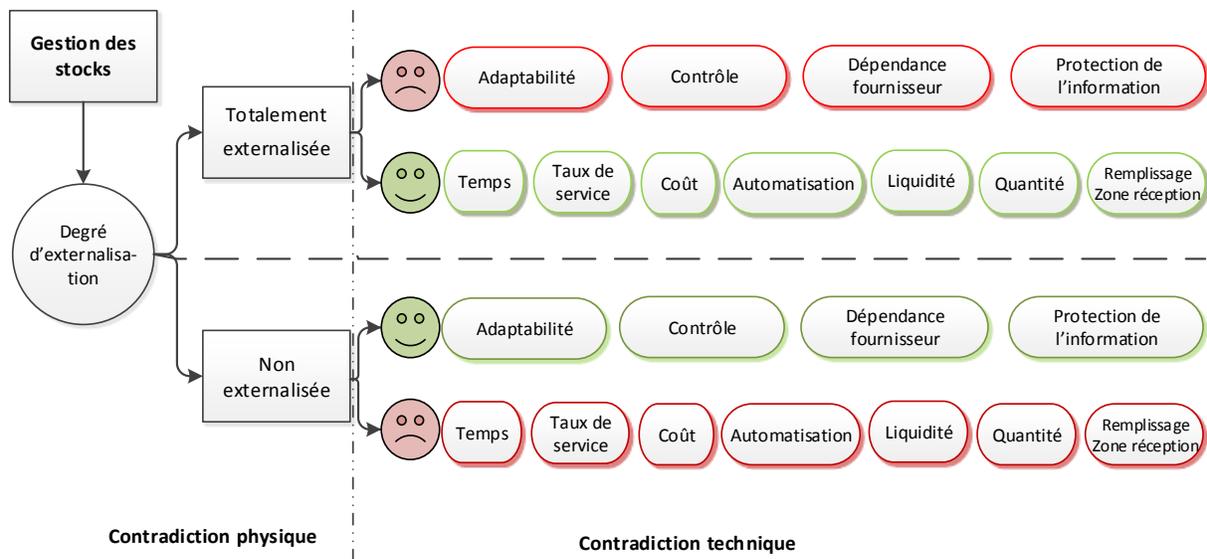


Figure IV. 6 : Construction de la 1^{ère} poly-contradiction

L'écriture de la 1^{ère} poly-contradiction selon le modèle EPV permet d'identifier deux types de contradictions :

- **Contradiction physique** : apparait du fait que la gestion des stocks doit être externalisée et non externalisée à la fois ;
- **Contradiction technique** : elle lie plusieurs paramètres d'évaluations : adaptabilité, contrôle, dépendance au fournisseur et protection de l'information **contre** temps, taux de service, coût, automatisation, liquidité, quantité et remplissage zone de réception. Ces paramètres seront priorisés ultérieurement.

B. Construction de la 2^{ème} poly-contradiction selon le modèle EPV

La 2^{ème} poly-contradiction est construite autour du paramètre d'action « Niveau de liaison des SI » identifié grâce aux lois d'évolution. Lors de la construction de son modèle EPV, deux paramètres d'évaluation ont été déterminés :

- **Complexité du SI** : paramètre qui évalue le niveau de complexité du système d'information. Un système d'information devient complexe lorsque le nombre d'applications, de serveurs, d'échanges et de transactions ainsi que le nombre d'utilisateurs sont de plus en plus nombreux.

- Coût du SI : paramètre d'évaluation traduisant le coût de mise en place et d'entretien d'un système d'information.

La Figure IV.7 schématise la 2^{ème} poly-contradiction selon le modèle EPV.

Remarque : L'élément dans le modèle EPV n'est pas forcément l'une des composantes principales du système (moteur, transmission, travail et organe de commande). C'est d'ailleurs le cas dans cette 2^{ème} poly-contradiction où l'élément est le système d'information.

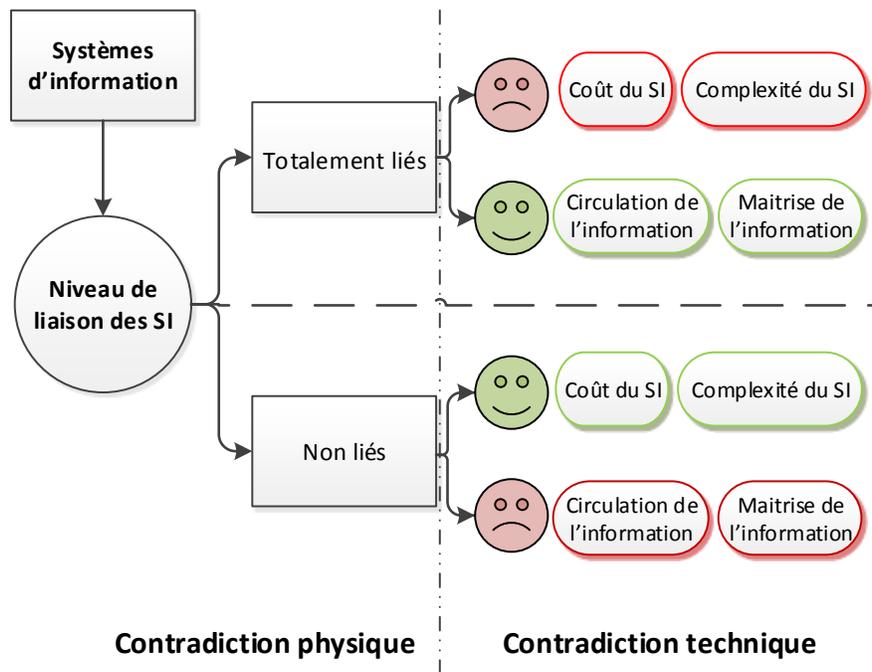


Figure IV. 7 : Construction de la 2^{ème} poly-contradiction

L'écriture de la 2^{ème} poly-contradiction selon le modèle EPV permet d'identifier deux types de contradictions :

- **Contradiction physique** : les systèmes d'information doivent être liés et non liés à la fois;
- **Contradiction technique** : elle est composée de plusieurs paramètres d'évaluations : circulation et maîtrise de l'information **contre** coût et complexité du système d'information. Ces paramètres seront priorisés ultérieurement.

I.4.3. Priorisation des paramètres d'évaluation

Selon ses priorités, l'entreprise accordera plus d'importance à un certain nombre de paramètres plutôt qu'à d'autres. Pour le cas de Schlumberger, les deux paramètres d'évaluation prioritaires ont été identifiés grâce à des grilles d'évaluation complétées par 5 employés opérant sur la chaîne d'approvisionnement de l'entreprise.

Une note sur 10 a été attribuée pour chaque paramètre selon l'appréciation de l'employé sur le degré d'importance de celui-ci.

Bien que l'appréciation donnée par l'employé peut quelquefois paraître subjective, elle reste cependant un bon moyen d'évaluation de l'importance d'un paramètre.

A. Priorisation des paramètres d'évaluation de la 1^{ère} poly-contradiction

Le Tableau IV.6 ci-dessous représente la grille d'évaluation des paramètres de la 1^{ère} poly-contradiction. Cette grille a permis d'identifier les deux paramètres prioritaires en contradiction : « **Temps** » et « **Degré de contrôle des stocks** ».

	Paramètres	Notes					
		Note1	Note2	Note3	Note4	Note5	Moyenne
Paramètres à améliorer	Coût	7/10	9/10	8/10	10/10	6/10	8/10
	Taux de service	9/10	7/10	10/10	6/10	8/10	8/10
	Temps	9/10	10/10	9/10	7/10	10/10	9/10
	Degré d'automatisation	5/10	5/10	5/10	4/10	6/10	5/10
	Liquidité	5/10	7/10	6/10	7/10	5/10	6/10
	Quantité de produits stockés	8/10	5/10	6/10	9/10	7/10	7/10
	Remplissage de la zone de réception	5/10	6/10	4/10	5/10	5/10	5/10
Paramètres à ne pas dégrader	Adaptabilité	9/10	7/10	5/10	8/10	6/10	7/10
	Degré de contrôle	6/10	7/10	10/10	9/10	8/10	8/10
	Dépendance au fournisseur	7/10	9/10	8/10	5/10	6/10	7/10
	Protection de l'information	6/10	5/10	6/10	6/10	7/10	6/10

Tableau IV. 6 : Grille d'évaluation des paramètres de la 1^{ère} poly-contradiction

Après avoir priorisé les paramètres d'évaluation en contradiction, le modèle EPV de la 1^{ère} poly-contradiction se simplifie en mono contradiction comportant une contradiction physique et une seule contradiction technique.

- **La contradiction physique:** la gestion des stocks doit être externalisée et non externalisée à la fois ;
- **La contradiction technique :** la gestion des stocks doit être externalisée pour améliorer le temps d'approvisionnement et doit être non externalisée afin de ne pas détériorer le contrôle et la maîtrise des stocks.

La Figure IV.8 schématise ce modèle EPV simplifié.

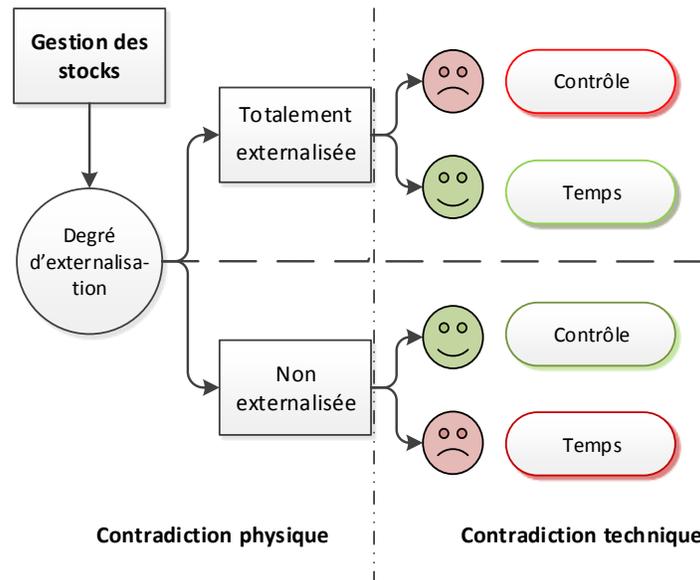


Figure IV. 8 : Modèle EPV simplifié de la 1^{ère} poly-contradiction technique

B. Priorisation des paramètres d'évaluation de la 2^{ème} poly-contradiction

Le Tableau IV.7 ci-dessous représente la grille d'évaluation des paramètres de la 2^{ème} poly-contradiction.

Cette grille a permis d'identifier les deux paramètres prioritaires en contradiction : «**Circulation de l'information**» et «**Coût du SI** ».

	Paramètres	Notes					
		Note1	Note2	Note3	Note4	Note5	Moyenne
Paramètres à améliorer	Circulation de l'information	10/10	9/10	8/10	8/10	10/10	9/10
	Maitrise de l'information	6/10	7/10	8/10	9/10	5/10	7/10
Paramètres à ne pas dégrader	Coût du SI	8/10	8/10	8/10	7/10	9/10	8/10
	Complexité du SI	7/10	9/10	5/10	6/10	8/10	7/10

Tableau IV. 7 : Grille d'évaluation des paramètres de la 2^{ème} poly-contradiction

Après avoir priorisé les paramètres d'évaluation en contradiction, le modèle EPV de la 2^{ème} poly-contradiction se simplifie en une contradiction physique et une seule contradiction technique.

Ce modèle EPV simplifié exprime ainsi les deux types de contradictions physique et technique :

- **La contradiction physique** : les systèmes d'informations doivent être totalement liés et non liés à la fois ;
- **La contradiction technique** : les systèmes d'informations doivent être totalement liés pour améliorer la circulation de l'information et non liés pour ne pas engendrer des surcoûts (mise en place, formation, et entretien du SI)

La Figure IV.9 schématise le modèle EPV simplifié.

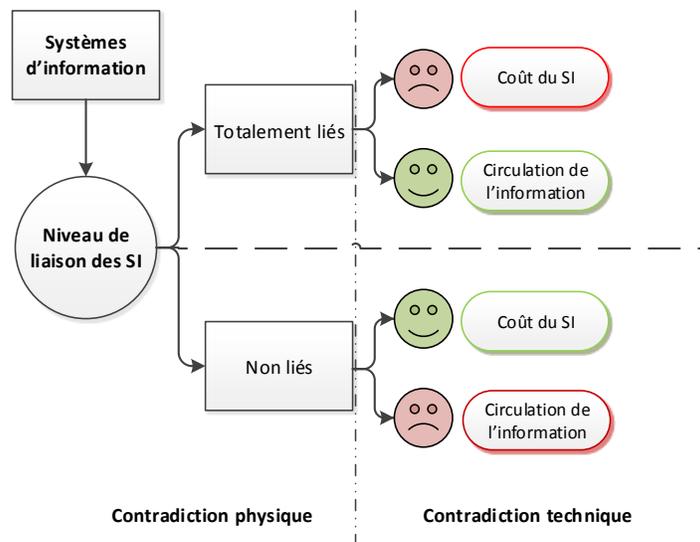


Figure IV. 9 : Modèle EPV simplifié de la 2^{ème} poly-contradiction technique

I.4.4. Formulation du problème générique

Avant l'utilisation des outils de résolution de la TRIZ, les deux mono-contradictions issues des modèles EPV simplifiés doivent être reformulées sous leur forme générique. Le Tableau IV.8 traduit, pour chaque paramètre d'évaluation, un paramètre parmi les 39 définis par la TRIZ qui lui correspond le mieux. (Annexe C)

Source	Paramètres spécifiques	Paramètres génériques
1 ^{ère} mono-contradiction	Temps d'approvisionnement	Vitesse : le taux d'un processus ou action (mouvement dans le temps). Rapidité [DOM 2008 ; ALT 2004]
	Degré de contrôle des stocks	Complexité de contrôle : l'étendue des difficultés de mesurage, de contrôle, de surveillance d'un système durant sa période opératoire. [DOM 2008 ; ALT 2004]
2 ^{ème} mono-contradiction	Coût du SI	Quantité de substance : est aussi la quantité de matière, dépenses matérielles, substances émanant d'un système ou disponible depuis un super système. [DOM 2008 ; ALT 2004]
	Circulation de l'information	Perte de l'information : elle peut être partielle ou incomplète, permanente ou variable, temporairement rendre impossible l'accès à des données à l'intérieur ou à l'extérieur du système. [DOM 2008 ; ALT 2004]

Tableau IV. 8 : Tableau de la formulation du problème générique

Dans la 1^{ère} mono-contradiction, la contradiction technique opposant **le temps d'approvisionnement** au **degré de contrôle des stocks** devient une contradiction technique générique opposant **la vitesse** à la **complexité de contrôle**.

Dans la 2^{ème} mono-contradiction, la contradiction technique opposant **le coût du SI** à la **circulation de l'information** devient une contradiction technique générique opposant **la quantité de substance** à la **perte de l'information**.

Les Tableaux IV.9 et IV.10 sont les représentations génériques de la 1^{ère} et 2^{ème} mono-contradiction respectivement.

Paramètres d'évaluation	Paramètres d'action	
	Totalement externalisée	Non externalisée
Vitesse		
Complexité de contrôle		

Tableau IV. 9 : Représentation générique de la 1^{ère} mono-contradiction

Paramètres d'évaluation	Paramètres d'action	
	Systèmes d'information liés	Systèmes d'information non liés
Perte de l'information		
Quantité de substance		

Tableau IV. 10 : Représentation générique de 2^{ème} la mono-contradiction

Remarque : la contradiction physique n'a pas besoin d'être reformulée pour être résolue. Elle est résolue directement à l'aide des 11 principes de résolution des contradictions physiques (Cf. Chapitre I, §5.4, page 32)

II. Résolution du problème générique

Les formulations génériques des deux mono-contradictions, illustrées dans les Tableaux IV.9 et IV.10, représentent le problème générique modélisé à partir du problème spécifique (la non-utilisation du VMI) en utilisant les outils de modélisation proposée par la TRIZ. C'est ce modèle générique qui doit être résolu à l'aide des outils de résolution de la TRIZ afin d'obtenir, dans un

premier temps, à une solution générique. Cette solution générique sera adaptée, dans un second temps, au problème spécifique permettant ainsi d'aboutir à sa solution (solution spécifique).

Afin de proposer une meilleure solution que celle proposée par l'audit SCOR, ces deux mono-contradictions doivent être résolues. La résolution d'une mono-contradiction passe par la résolution de l'une des deux contradictions physique ou technique.

La partie qui suit va se focaliser sur la résolution des contradictions techniques en utilisant la matrice de résolution des contradictions techniques. (Annexe A)

II.1. Solution générique de la 1ère mono-contradiction

Puisqu'il ne s'agira de résoudre que les contradictions techniques, la résolution de la 1^{ère} mono-contradiction se fera à travers la résolution de sa contradiction technique c'est-à-dire celle qui oppose le paramètre à améliorer « vitesse » au paramètre à ne pas détériorer « complexité de contrôle ».

Pour résoudre cette contradiction, la matrice de résolution de la TRIZ propose quatre principes inventifs [DOM 2008]: (Tableau IV.11)

		1	2... 8	9	10 ... 36	37	38	39
		Masse d'un objet mobile		Vitesse		Complexité de contrôle		Productivité
1	Masse d'un objet mobile			2. 8. 15. 38		28. 29. 26. 32		35. 3. 24. 37
2 ... 8								
9	Vitesse	2. 28. 13. 38				3. 34. 27. 16		-
10 ... 36								
37	Complexité de contrôle	27. 26. 28. 13		3. 4. 16. 35				35. 18
38								
39	Productivité	35. 26. 24. 37		-		35. 18. 27. 2		

Tableau IV. 11 : Fragment de la matrice indiquant les principes inventifs de la 1^{ère} mono-contradiction

Principe n°3 : La qualité locale

- Passer d'une structure homogène d'un objet (ou de l'environnement ou d'une action extérieure) vers une structure hétérogène ;
- Placer chaque partie de l'objet sous les conditions les plus favorables pour l'opération qu'elle effectue ;
- Faire en sorte que différentes parties de l'objet aient (réalisent) différentes fonctions.

Principe n°34 : Eliminer et récupérer

- Après avoir rempli sa fonction ou être devenue inutile, la partie de l'objet doit être rejetée (dissolue, évaporée, ...) ou bien modifiée directement au cours de l'opération ;
- Restaurer les parties consommées de l'objet directement au cours de l'opération.

Principe n°27 : Objet éphémère et bon marché

- Remplacer un objet cher par un ensemble d'autres bons marchés, en renonçant à certaines de ses propriétés (comme la longévité).

Principe n°16 : Action partielle ou excessive

- S'il est difficile d'obtenir 100% de l'effet nécessaire, il faut chercher à en obtenir un peu moins ou un peu plus: le problème deviendra considérablement plus simple.

Ces quatre principes représentent la solution générique de la 1^{ère} mono-contradiction. Ils représentent des axes qui orientent la réflexion vers la solution spécifique du problème.

II.2. Solution générique de la 2^{ème} mono-contradiction

La contradiction technique qui oppose le paramètre à améliorer « perte d'information » au paramètre à ne pas détériorer « quantité de substance » est résolue à l'aide des trois principes suivants [DOM 2008] qui représentent la solution générique à la 2^{ème} mono-contradiction. (Tableau IV.12)

		1	2... 23	24	25	26	27 ... 38	39
		Masse d'un objet mobile		Perte d'information		Quantité de substance		Productivité
1	Masse d'un objet mobile			10. 24. 35		3. 26. 18. 31		35. 3. 24. 37
2 ... 23								
24	Perte d'information	10. 24. 35				24. 28. 35		13. 23. 15
25								
26	Quantité de substance	35. 6. 18. 31		24. 28. 35				8. 35
26 ... 38								
39	Productivité	35. 26. 24. 37		13. 15. 23		35. 38		

Tableau IV. 12 : Fragment de la matrice indiquant les principes inventifs de la 2^{ème} mono-contradiction

Principe n°24 : l'intermédiaire

- Utiliser un objet ou processus intermédiaire ;
- Combiner provisoirement un objet à un autre (opération facilement réversible).

Principe n°28 : Remplacement du système mécanique

- Remplacer un système mécanique par un système sensoriel (optique, acoustique, olfactif);
- Utiliser des champs électriques, magnétiques, électromagnétiques pour interagir avec l'objet;
- Remplacer les champs statiques par des champs mobiles, les champs aléatoires par des champs structures ;
- Utiliser les champs en combinaison avec des particules ferromagnétiques.

Principe n°35 : Modification de paramètre

- Modifier l'état physique d'un objet (ex : sous forme de gaz, de liquide ou de solide);
- Changer la concentration ou la consistance;
- Modifier le degré de flexibilité;
- Modifier la température.

III. Solution spécifique : Concrétisation de la solution générique

Afin d'aboutir à la solution du problème (solution spécifique), il est nécessaire d'adapter les principes inventifs (solution générique) aux spécificités du problème traité.

En définitif, la solution spécifique n'est autre que la concrétisation des solutions génériques des deux mono-contradictions.

III.1. Concrétisation de la solution générique de la 1ère mono-contradiction

Comme énoncé dans la partie théorique de TRIZ (Cf. Chapitre I, § 5.3, page 31), les principes inventifs proposés par la matrice ne sont pas tous adaptables au problème spécifique. Dans cette partie, une adaptation est proposée pour trois des quatre principes inventifs de la 1^{ère} mono-contradiction (principe n°3, principe n°34 et principe n°16).

- **Principe n°3 : La qualité locale**

Le principe n°3 énonce « qu'une structure homogène (l'environnement, action extérieure...) doit passer vers une structure hétérogène ». Donc, l'un des composants de l'environnement externe du système (fournisseurs, segment...) doit passer d'une structure homogène vers une structure hétérogène.

Le principe énonce également que : « chaque partie de l'objet doit être placée sous les conditions les plus favorables pour l'opération qu'elle effectue ». La partie du système concernée par la 1^{ère} mono-contradiction est « la gestion des stocks. Appliquée à la 1^{ère} mono-contradiction ce principe se traduit par : « la gestion des stocks doit être placée sous les meilleures conditions qui lui permettent d'accomplir au mieux sa fonction ». L'une des conditions permettant d'améliorer la fonction de la gestion des stocks, est de s'approcher le plus du fournisseur ; ceci permettrait de réduire le temps d'approvisionnement tout en maintenant le contrôle des stocks sous la direction de l'entreprise.

Proposition d'une solution :

Pour satisfaire cette condition et rendre la structure du fournisseur hétérogène, l'entreprise doit penser à affecter, à chaque fournisseur stratégique, un gestionnaire des stocks appartenant au département Material Management.

Ainsi, en appliquant cette solution, le gestionnaire des stocks assigné à un fournisseur se chargera de gérer la partie du stock approvisionné par ce dernier. De ce fait, le réapprovisionnement sera plus rapide et plus réactif car le gestionnaire des stocks disposera des plannings de production du fournisseur ainsi que de l'information sur les stocks de ce dernier (disponibilité des produits). De plus l'entreprise gardera le contrôle sur ses stocks car le gestionnaire des stocks reste un employé de la compagnie.

- **Principe n°34 : Eliminer et récupérer**

Ce principe énonce « qu'après avoir rempli sa fonction ou être devenue inutile, la partie de l'objet doit être rejetée ». Celle-ci est restaurée au moment où l'objet en a besoin.

Appliquée à la 1^{ère} mono-contradiction, la gestion des stocks sera rejetée du système (externalisée) et restaurée (internalisée) selon les besoins de l'entreprise.

Proposition d'une solution :

La gestion des stocks doit alterner entre l'externalisation (Vendor-Managed Inventory) et l'internalisation.

Afin de mettre en œuvre la solution proposée, l'entreprise devra ajouter à son modèle d'approvisionnement (Cf. Chapitre III, §II.1.1.C, page 68) un seuil variable se situant entre les valeurs Min Max. Ce seuil représente le point d'alternance entre les deux modes de gestion des stocks (externalisation et internalisation). (Figure IV.10)

- Externalisation: la gestion des stocks est externalisée (Vendor-Managed Inventory) lorsque le stock est inférieur au seuil d'alternance.
- Internalisation: la gestion des stocks est internalisée lorsque le stock se trouve entre la valeur Max et le point d'alternance.

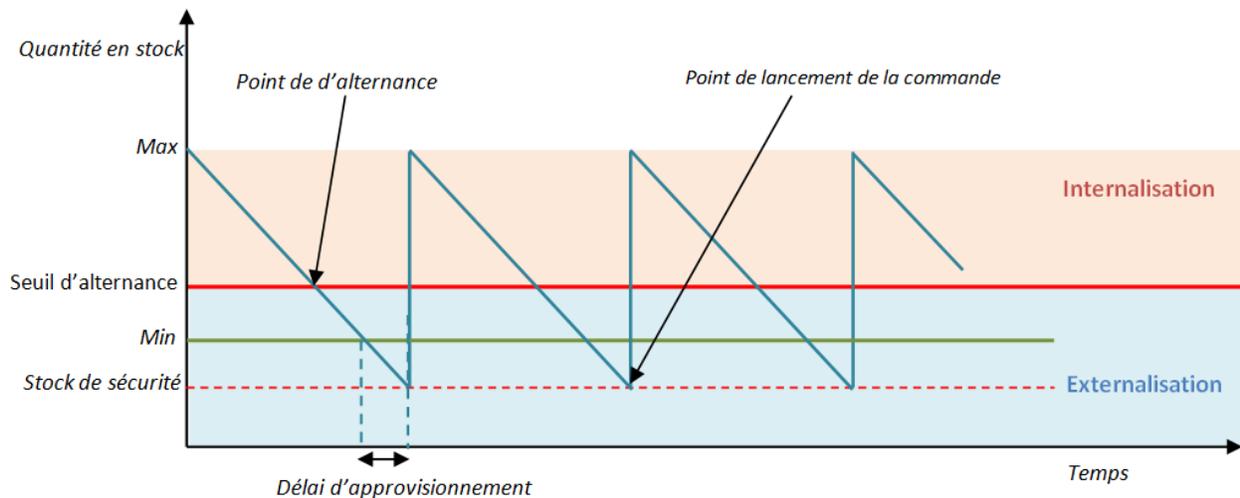


Figure IV. 10 : Représentation du point d'alternance

Cette solution permet de :

- **Réduire le temps d'approvisionnement** : l'entreprise n'effectue plus de commande. Le fournisseur dispose de l'information sur l'état de ses stocks avant qu'ils n'atteignent leur valeur min. Il peut donc prendre les mesures nécessaires pour approvisionner directement l'entreprise.
- **Garder le contrôle et la maîtrise des stocks** : l'entreprise a la possibilité de modifier le point d'alternance selon les besoins des segments (baisse d'activité, acquisition de nouveaux contrats, ...). Elle peut par exemple, lors d'une baisse d'activité, décider de ne pas externaliser ses stocks. L'entreprise gardera ainsi le contrôle de ses stocks.

Principe n°16 : Action partielle ou excessive

Le principe énonce que « s'il est difficile d'obtenir 100% de l'effet nécessaire, il faut chercher à en obtenir un peu moins ou un peu plus ».

Le paramètre d'action de cette mono-contradiction est le degré d'externalisation. Selon ce principe inventif, ce paramètre doit effectuer son action de manière partielle ou excessive.

Proposition d'une solution :

Comme déjà décrit dans la partie audit de la chaîne logistique (Cf. Chapitre III, §II.1.1.B, page 67), les stocks sont classifiés selon la méthode ABC. L'externalisation peut se faire uniquement

pour certaines catégories. Il serait alors avantageux pour l'entreprise d'appliquer le Vendor-Managed Inventory pour la catégorie A.

En effet, celle-ci représente 20% des articles en nombre correspondant à 80% de la valeur totale des articles.

Cette solution permettrait à l'entreprise de:

- Réduire le temps d'approvisionnement pour 20 % du stock qui représente 80% de la consommation des segments. (Amélioration de la satisfaction de 80% des demandes)
- Garder le contrôle et la maîtrise de 80 % du stock.

III.2. Concrétisation de la solution générique de la 2ème mono-contradiction

Pour cette mono-contradiction, un des principes inventifs proposé par la matrice (principe n°24) a été adapté.

Principe n°24 : l'intermédiaire

Selon ce principe, pour résoudre la contradiction il faut utiliser un objet ou processus intermédiaire et s'assurer que cette opération soit facilement réversible.

Appliqué à la 2^{ème} mono-contradiction, un « objet » doit être placé entre l'élément (systèmes d'information) et ses différents utilisateurs. Cette opération doit être réversible.

Au lieu d'investir dans un système permettant de lier tous les systèmes d'information existants, une entité responsable de la coordination entre les différents systèmes d'information sera mise en place. Elle aura accès à tous les systèmes d'information de l'entreprise et véhiculera toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement de chaque élément par l'intermédiaire d'alertes.

Puisque cette entité peut être à tout moment supprimée par l'entreprise, la solution proposée est donc réversible et répond tout à fait à l'énoncé du principe n°24.

L'application de ce principe pour la résolution de la 2^{ème} poly-contradiction est représentée dans la Figure IV.11.

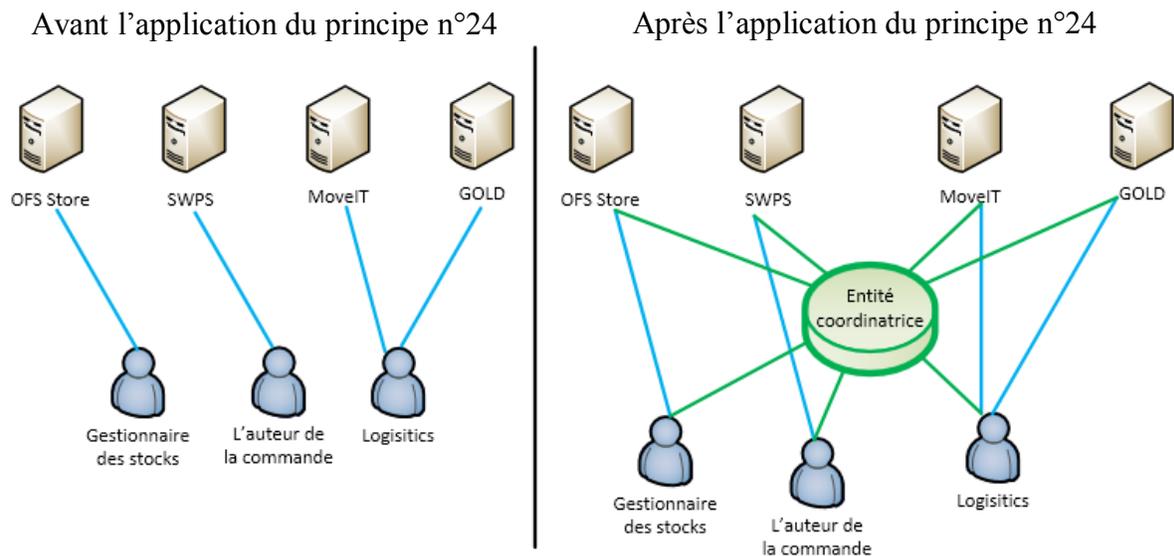


Figure IV. 11 : Schématisation de la concrétisation du principe n°24

Cette solution permettrait donc de lever la contradiction « Circulation de l'information »-« Coût » en améliorant la circulation de l'information entre les éléments du système à un coût réduit.

En conclusion, afin d'aboutir à la solution spécifique finale pour le dysfonctionnement traité, l'entreprise doit combiner l'une des trois solutions proposées lors de la résolution de la 1^{ère} mono-contradiction avec la solution de la 2^{ème} mono-contradiction.

Le choix parmi les trois solutions de la 1^{ère} mono-contradiction peut se faire à l'aide de différents outils d'évaluation de solutions dont le parfait exemple est l'analyse multicritères.

Cette solution spécifique, par le fait d'améliorer le temps d'approvisionnement et la circulation de l'information sans pour autant dégrader le niveau de maîtrise des stocks ni générer de surcoûts, représente une solution plus performante et mieux adaptée à l'entreprise que celle proposée par les meilleures pratiques du référentiel SCOR.

Conclusion

Dans ce chapitre, la démarche de résolution des problèmes techniques en utilisant la TRIZ a été adaptée à un problème non-technique s'inscrivant dans le domaine de la Supply-Chain. En effet, une tentative de résolution de l'un des dysfonctionnements (la non-utilisation de Vendor-Managed Inventory) issus de l'audit SCOR a été menée en utilisant TRIZ. Ainsi, pour modéliser le problème traité, les lois d'évolution, l'analyse multi-écrans et le modèle EPV ont été modifiés en vue de les adapter au système étudié. Aussi, et afin de transformer les solutions génériques, proposées par la matrice de résolution des contradictions techniques, en des solutions pouvant être appliquées par l'entreprise, les principes ont été adaptés eux aussi au dysfonctionnement traité.

L'entreprise, en appliquant le Vendor-Managed Inventory, tel que préconisé par l'audit SCOR, verrait certains paramètres de son système actuel s'améliorer et d'autres se dégrader. Le recours à la méthode TRIZ paraissait donc nécessaire afin d'éviter le compromis.

En effet, l'utilisation de la TRIZ a permis d'aller au-delà de cette meilleure pratique et d'aboutir à une solution qui regroupe les avantages de cette dernière fusionnés aux points forts de l'état actuel de l'entreprise.

Conclusion générale

La mondialisation, en rendant les marchés de plus en plus concurrentiels, a poussé les entreprises à trouver de nouveaux avantages compétitifs. Parmi eux, la Supply-Chain représente un excellent gisement d'amélioration et un fort potentiel de développement. Afin d'avoir une Supply-Chain performante, l'entreprise doit constamment innover. En utilisant TRIZ, ce travail propose une démarche de résolution des dysfonctionnements permettant d'aboutir à une solution innovante qui améliore la Supply-Chain en évitant le compromis entre certains paramètres.

Le travail consistait d'abord à auditer la chaîne logistique de Schlumberger en utilisant le référentiel SCOR. Cela a permis de déceler ses dysfonctionnements qui ont été ensuite classés en trois catégories.

En se basant sur la problématique posée par Schlumberger, parmi les dysfonctionnements pouvant être résolus par TRIZ, la « Non-utilisation du VMI » a été sélectionné. vu le fort impact qu'il a sur les délais de livraison.

La démarche de résolution est passée par les trois étapes suivantes :

- **Modélisation du problème spécifique en problème générique** : en utilisant d'abord les lois d'évolution qui ont été adaptées pour être applicable au domaine de la Supply-Chain puis l'analyse multi-écrans qui a été modifiée par l'ajout de la colonne de la « meilleure pratique ». Cette meilleure pratique donnée par SCOR, permet d'orienter la résolution. Enfin, le modèle EPV a permis de formuler le problème en contradictions génériques. Grâce aux concepts de TRIZ, cette modélisation a permis de déterminer les futures évolutions (développements) du stock et de dégager les contradictions auxquelles il sera confronté.
- **Résolution du problème générique** : Grâce à la matrice de résolution des contradictions techniques, les principes inventifs permettant de résoudre les contradictions génériques ont pu être identifiés. Ainsi, les outils de résolution de la TRIZ ont permis de proposer des solutions génériques issues de connaissances communes à plusieurs disciplines dépassant

ainsi l'inertie psychologique que pourrait avoir toute personne travaillant dans le domaine de la Supply-Chain.

- **Concrétisation de la solution générique en solution spécifique :** les solutions génériques (les principes inventifs identifiés) ont été adaptées au problème étudié afin d'obtenir une solution spécifique permettant de le résoudre.

Les solutions proposées, grâce à la démarche TRIZ, ont été jugées innovantes par l'entreprise. Parmi elles, certaines peuvent être plus faciles à appliquer que d'autres. L'étape suivante serait de réfléchir à leurs mises en place.

Au final, la démarche proposée dans ce travail a permis de résoudre un dysfonctionnement en proposant une solution dépassant la meilleure pratique de SCOR. Il serait donc, intéressant de la réitérer sur les autres dysfonctionnements de la même catégorie.

Bien que la méthode TRIZ fût au départ conçue pour l'étude et la résolution de problèmes d'ingénierie et de technologie, ses outils et ses techniques sont très utiles pour l'élaboration de solutions créatives à des problèmes relevant d'autres champs d'application. Ce travail en est peut-être une belle preuve de la viabilité de la méthode dans le domaine de la Supply-Chain.

Bibliographie

A

[AFN 2002]: AFNOR. Norme. (2002) *Processus Logistique*. FD X50-604.

[AFN 2008]: AFNOR. Norme. (2008) *Management de la logistique - Performance logistique de la stratégie aux indicateurs - Approche général*. FD X50-605.

[ALT 1984]: Altshuller, G.S. (1984) *And suddenly the inventor appeared*. Technical Innovation Center, Ideation International.

[ALT 1988]: Altshuller, G.S. (1988) *Creativity as an Exact Science*, traduit par Williams A., Gordon and Breach Science Publishers, New York.

[ALT 1999]: Altshuller, G. S. (1999) *The Innovation Algorithm: TRIZ, systematic innovation, and technical creativity*, traduit par Shulyak, L. et Rodman, S., Technical innovation center inc, Worcester, Massachusetts, USA.

[ALT 2004]: Altshuller, G. S. (2004) *40 principes d'innovation TRIZ pour toutes applications*, traduit par Seredinski, A., Avraam Seredinski, Paris.

[AME 2005]: Ameglio, F. (2005) *Les lois d'évolution de TRIZ pour une nouvelle méthode de veille prospective*. Master recherche, Centre de recherche rétrospective de Marseille, Université Paul Cézanne Aix-Marseille III (UPCAM).

[ASL 2006]: ASsociation française pour la LOGistique 2006. Disponible sur le site : www.aslog.org

[AUD 2013]: Site internet : Web logistique. Lien : <http://www.web-logistique.com/evalog.htm>

B

[BOW 1997]: Bowersox, D. J. (1997) *Integrated Supply Chain Management: A Strategic Imperative*. Annual Conference Proceedings, 5-8 October, Chicago, Illinois: Council of Logistics Management.

C

[CAV 1997]: Cavallucci, D. et Lutz .P. (1997) *TRIZ, Une nouvelle approche de résolution des problèmes d'innovation*. La Revue Française de Gestion Industrielle, vol.16, N°3.

[CAV 2001]: Cavallucci, D. (2001) *La TRIZ : Initiation et pratique*, Laboratoire de Recherche en Productique de Strasbourg, INSA Strasbourg.

[CAV 1999]: Cavallucci, D. (1999) *TRIZ : l'approche altshullerienne de la créativité*. Technique de l'ingénieur, A 5 211, p1-18.

[CAV 2013]: Cavalucci, D (2013) *Résoudre des problèmes inventifs avec TRIZ in "Ingénierie innovante et durable"*. Techniques de l'ingénieur, TI 595.

[CHO 2004]: Choulier, D. (2004) *TRIZ : Etat d'esprit*. Equipe Conception Innovante et Distribuée, Laboratoire M3M, Université de technologie de Belfort – Montbéliard.

[COO 2000]: Cooper M.C. et Lambert, D.M. (2000) *Issues in Supply Chain Management*. Industrial Marketing Management, Vol 29, p 65-83.

[COO 2006]: Cool, J. P. (2006) *Niche Markets: Targeting High-Value Market Segments using TRIZ*. Directory Assistance/Directory Enquiry (DA/DQ) International Conference, November 3rd, Pontiac, MI.

[COR 2009]: Corbin, E. (2009) *Les enjeux d'une gestion optimale de la chaine logistique globale*. LOGISTICA: 1ères rencontres de la logistique en Martinique, 29 Mai, Martinique.

[COU 2003]: Courty, P. (2003) *Les enjeux industriels et les nouvelles problématiques scientifiques de la logistique à la logistique globale*. Ecole d'été d'automatique - Gestion de la Chaîne. Session 24, Septembre, Grenoble, France.

D

[DOM 2008]: Domb, E. et Rantanen, K. (2008) *Simplified TRIZ, New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professional*. 2nd edition, Auerbach Publications, New York.

[DUB 2004]: Dubois, S. (2004) *Contribution à la formulation des problèmes en conception de systèmes techniques - Etude basée sur la TRIZ-*, Thèse de doctorat, Discipline Science pour l'ingénieur (spécialité productique), INSA Strasbourg.

E

[EVA 2006]: GLOBAL EVALOG frame of reference, 2006. Disponible sur le site www.galia.com

E

[FAE 1998]: Faer, S. et Klementyev, N. (1998) *TRIZ and politics*. The TRIZ Journal, November, Article paru sur le site-web: <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation 10/06/13

G

[**GOL 2005**]: Goldsmith, A.C. (2005) *A study of the applicability of the theory of inventive problem solving on technology management of an e-business call center*. Doctoral Dissertation, Indiana Estate University.

K

[**KEA 1994**]: Kearney, A.T. (1994) *Management approach to Supply Chain integration*. Rapport aux membres de l'équipe de recherché, Université de Chicago, Chicago

L

[**LAU 2004**]: Lauras, M. (2004) *Méthodes de diagnostic et d'évaluation de performance pour la gestion de chaînes logistiques*. Thèse de doctorat en systèmes industriels. Institut National Polytechnique de Toulouse.

[**LAL 1994**]: La Londe, B.J. (1994): *Evolution of the Integrated Logistics Concept*, from The logistics handbook, The free press, New York.

[**LUS 2010**] : Lusseau, C.et Gendre, L. (2010), *TRIZ : une méthodologie d'aide à l'invention*, disponible sur : <http://www.si.ens-cachan.fr>, Dernière consultation: 10/06/13.

M

[**MAN 2000**]: Mann, D. (2000) *Application of Triz Tools in a Non-Technical Problem Context*, The TRIZ Journal, October, disponible sur : <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation: 10/06/13.

[**MAN 2004**]: Mann, D. (2004) *Hands on systematic innovation for Business & Management*. Lazarus Press publisher, Bideford, UK.

[**MAN 2002**]: Mann, D. (2002) *Disruptive Advertising: TRIZ And the Advertisement*. The TRIZ Journal, October, disponible sur: <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation 10/06/13.

[**MAR 2004**]: Martin, B. Clapp, T.G. et Joines, J.A. (2004) *Integrating Ideality with the System Operator Part 1: A Tutorial – Applied to the Bullwhip Effect*. TRIZ Journal, June, disponible sur: <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation 10/06/13

[**MIT 1997**]: (1997) *A TRIZ analysis*. MIT (Massachusetts Institute of Technology) report

[**MOR 1997**]: Morgan, J. (1997) *Integrated Supply Chains: How to make Them Work!* Purchasing , May 22, p 32-37

N

[NAK 1999]: Nakawage, T. (1999) *Report of a personnal Trip to Triz mother countries (Russia and Belarus)*, TRIZ Journal, November, disponible sur : <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation 10/06/13.

[NUN 1994]: Nunnally J. C. et Bernstein, I. H. (1994), *Psychometric theory* 3rd Edition, McGraw-Hill, New York.

P

[POI 2001]: Poirier C. et Reiter S.E (2001) *La Supply Chain : Optimiser la chaîne logistique et le réseau interentreprises*. Edition Dunod, Paris.

[PAU 2007]: Paul, J. et Laville, J.-J. (2007) *Le modèle SCOR : vecteur d'excellence de la Supply Chain*. Supply chain magazine, N°13, p 96-98

R

[REG 2010]: Regazzoni, D. et Russo, D. (2010) *TRIZ tools to enhance Risk Management*. 10 th ETRIA world TRIZ future conference, 3-5 November 2010, Bergamo, Italia.

[REZ 2007]: Reza, M. et Rezaee, V.S. (2007) *Theory of inventive problem solving (TRIZ) applied in supply chain management of petrochemical projects*. Industrial Engineering and Engineering Management, IEEE International Conference, 2-4 December, Singapore.

[RON 2010]: Rongsheng, L., Zhang, Z. et Zhong, W. (2010) *Study on Logistics System of Bohai Bay Ports Based on TRIZ*. Information Management and Engineering (ICIME), the 2nd IEEE International Conference, April 16-18, Chengdu, China.

S

[SAV 2000]: Savransky, S.D. (2000) *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*, CRC Press Inc publishers, Florida.

[SCA 2004]: Scaravetti, D. (2004) *Formalisation préalable d'un problème de conception, pour l'aide à la décision en conception préliminaire*. Thèse de doctorat, Spécialité mécanique, École Nationale Supérieure des Arts et Métiers, Paris.

[SCO 2005]: Supply-Chain Council, (2005) *Supply Chain Operations Reference Model*.
Version 7.0

[SIL 2008]: Silverstein, D., De Carlo, N. et Slocum, M. (2008) *Insourcing innovation*, Auerbach Publications, New York.

[**SOU 2010**]: Souchkov, V. (2010) *TRIZ and Systematic Business Model Innovation*. 10 th ETRIA world TRIZ future conference, 3-5 November 2010, Bergamo, Italia.

T

[**TAY 1999**]: Tayur, S. and Ganeshan R., M. (1999) *Quantitative models for Supply Chain Management*. Kluwer Academic Publishers

[**THI 2002**]: Thierry C. et Bel G. (2002) *Gestion de chaînes logistiques dans le secteur aéronautique*. Revue Française de Gestion Industrielle, Vol 21, N°3.

V

[**VOR 2000**]: Voronin, V. (2000) *Art: inspiration or mathematical calculation?* TRIZ Journal, February, disponible sur: <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation 10/06/13

Y

[**YAN 1998**]: Yang, C. J. et Chen, J. Y. (1998) *Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ method*. Journal of Cleaner Production, Volume 19, issue 9-10 (June - July, 2011), p. 998-1006

[**YUN 2005**]: Yung-Chin, H. (2005) *Creative Solution from TRIZ for the Business Contradiction in Red Ocean Strategy*. TRIZ Journal, October, disponible sur: <http://www.triz-journal.com>, Dernière consultation 10/06/13

Z

[**ZOU 2012**]: Zouaoua-Ragab, D. (2012) *Lois d'évolution de TRIZ pour la conception des futures générations des produits : Proposition d'un modèle*. Thèse de doctorat, Spécialité "Génie Industriel (AM)", École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers.

Annexes

Annexes

Annexe A : Matrice de résolution de contradictions techniques.....	157
Annexe B : 40 principes inventifs	158
Annexe C : 39 paramètres de la matrice de résolution des contradictions techniques.....	164
Annexe D : Référentiels d’audit logistique.....	165
1. Référentiel ASLOG	165
2. Référentiel EVALOG	166
3. Référentiel Cooper.....	167
4. Référentiel SCOR	169
Annexe E : Complément audit SCOR	171
5. Processus de distribution.....	171
6. Processus de retour	179
Annexe F : Processus de préparation de la procédure de dédouanement	180
Annexe G : Processus de dédouanement	180

Annexe A : Matrice de résolution de contradictions techniques

Source : [ALT 1999]

GSA-1969	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39					
1			15.8. 29.34		29.17. 38.34		29.2. 40.28		2.8. 15.38	8.10. 10.36.	10.14. 37.40.	1.35. 10.14.	28.27. 19.39.	5.34. 18.40.	31.35		4.29. 32	19.1. 34.31	35.12.		12.36. 18.31	6.2. 34.19	5.35. 3.31	10.24. 35	10.35. 20.28	3.26. 18.31	3.11. 1.27	28.27. 35.26	28.35. 26.18	22.21.	22.35. 31.39	27.28. 1.36	35.3. 28.11	2.27. 15.8	26.30. 36.34	26.32. 18.19	26.35. 1.28	24.37						
2			10.1. 29.35		35.30. 13.2		5.35. 14.2		8.10. 19.35	13.29. 10.18	13.10. 19.14	26.39. 18.2	28.2. 10.27			2.27. 19.6	28.19. 32.22	35.19.		18.19. 28.1	15.19. 18.22	18.19. 28.15	5.8. 13.30	10.15. 35	10.20. 35.26	19.6. 18.26	10.28. 8.3	18.26. 35.17	10.1. 22.37	2.19. 1.39	35.22. 9	28.1. 1.32	6.13. 2.27	2.27. 19.15	1.10. 25.28	2.26. 17.15	35.1. 26.39	1.28						
3	15.8. 29.34			15.17. 4		7.17. 4.35		13.4. 8	17.10. 4	1.8. 35	1.8. 10.29	1.8. 15.34	8.35. 29.34	19			10.15. 19	8.35. 24		8.35. 1.35		7.2. 35.39	4.29. 23.10	1.24	15.2. 29.29	10.14. 29.40	10.28. 29.34	10.28. 4	1.15. 17	1.29. 35.4	15.29. 10	1.28. 1.16	14.15. 26.24	1.19. 26.24	35.1. 26.24	17.24. 26.16	14.4. 26.16	28.29						
4		35.28. 40.29				17.7. 10.40		35.8. 2.14		28.1	1.14. 35	13.14. 15.7	39.37. 5.34	15.14. 28.26		1.40. 35	3.35. 38.18				12.8	6.28	24.35	24.26	14	29.30.	15.29.	32.28.	2.32.	10	1.18	15.17.	2.25	3	1.35	1.26	26	30.14.	7.26					
5	2.17. 29.4		14.15. 18.4				7.14. 17.4		29.30. 4.34	19.30. 35.2	10.15. 36.28	10.5. 29.4	11.2. 13.39	3.15. 40.14	6.3		2.10. 16	35.39. 19.30			19.10. 32.18	15.17. 30.26	10.35. 2.39	10.35. 30.26	2.18. 30.26	2.32. 30.26	26.28. 32.3	2.32.	2.29	27.2.	22.1.	13.1.	15.17.	15.13.	1.18.	2.36.	14.30.	10.26						
6		30.2. 14.18		26.7. 9.39					1.18. 35.36	10.15. 36.37	10.5. 36.37	15.7. 29.4	2.38	40		2.10. 19.30	35.39. 38				17.7. 17.32	10.14. 30.16	10.35. 30.16	4.18	40.4	40.4	32.3.	2.32.	2.29	27.2.	22.1.	40.16	16.4	16	15.16	36	30.18	23	10.156.					
7	2.26. 29.40		1.7. 35.4		1.7. 4.17				29.4. 38.34	36.37	36.37	29.4	2.18.	7.2. 34.28	9.14. 1.39	5.7	4			35.6. 13.18	7.15. 13.16	36.39. 34.10	30.16	2.22	34.10	7	40.11	28	2.16	27.35	40.1	40	30.12	10	15.29	26.1	4	16.24	34	35.37.				
8		35.10. 19.14		35.8. 2.14					2.18. 37	7.2. 24.35	34.28 35	9.14. 55.40	17.15			35.34. 38	35.6. 4					10.39. 35.34	35.16. 52.18	10.39. 35.34		35.3.	35.3.	16	35.10. 19.27	34.39. 35.4	30.18. 35			1.	1.31	26	2.17.	35.37.	10.2					
9	2.28. 13.38		13.14. 8		29.30. 34		7.29. 34			13.28. 15.19	6.18. 38.40	35.15. 18.33	28.33. 8.3	3.19. 35.5			28.30. 37.2				19.35. 38.2	14.20. 19.35	10.13. 28.38	13.26		10.19. 29.38	11.25. 27.38	10.28. 1.24	1.28.	2.24.	35.13.	32.28.	34.2.	15.10.	10.28.	3.34.	27.16	10.18						
10	8.1. 37.18	18.13. 9.36	17.19. 28.1		19.10. 15.12	1.18. 18.37	15.9. 18.37	2.36. 15.12	13.28.		18.21. 11	10.35. 40.34	35.10. 14.27	35.10. 19.2			35.10. 21				19.17. 10.36	1.16. 36.37	19.35. 18.37	14.15	40.5	8.35. 36	10.37. 18.36	3.35. 13.21	10.29. 37.36	1.35. 40.18	13.3. 1.28	15.1.	15.17.	26.35. 18.20	36.37. 10.19	3.28.	35.37							
11	10.36. 37.40	13.29. 10.18	35.10. 35.1		10.15. 14.16	10.15. 36.28	6.35. 36.37	6.35. 36.35	36.35.		35.4. 15.10	35.33. 2.40	9.18. 40.27	19.3.			35.39. 19.2				10.35. 4	2.36. 37.36	10.36. 10.13	37.36.	10.14. 36	19.35. 25	6.28.	2.22.	2.33.	1.35.	11	2	35	35	37	35.24	35.37							
12	8.10. 29.40	15.10. 26.3	29.34. 5.4	13.14. 10.7	5.34. 4.10	14.4. 15.22	7.2. 34.18	35.15. 37.40	34.15.	34.15.	33.1.	30.14. 10.40	14.26. 9.25			22.14. 19.32	13.15. 34.14	2.6.			4.6.2	14	35.29. 3.5		14.10. 34.17	10.40. 36.22	28.32. 16	32.30. 1	22.1.	2.35	35.1	1.32.	32.15.	2.13.	1.15.	16.29	15.13.	17.26.	34.10					
13	21.35. 2.39	26.39. 1.40	13.15. 1.28	13.15. 37	2.11. 13	29.30. 39	28.10. 19.39	34.28. 35.40	33.15. 28.18	10.35. 21.16	2.35. 18.4	22.1.	17.9. 15	13.27. 10.35	39.3.	35.1.	32.3.				27.4. 29.18	32.35. 27.31	14.2. 39.6	30.40		35.27	35.	13	18	18.30.	27.39	35.19	30	10.16	34.2	22.26.	39.23	35	40.3					
14	1.8. 40.15	40.26. 27.1	1.15. 8.35	15.14. 28.26	3.34. 40.29	9.40. 28	10.15. 14.7	8.13. 17.15	10.18. 26.14	10.3. 3.14	10.30. 18.40	13.17. 35	27.3.			30.10. 26				19.35. 39	19.10. 4.35	28.27. 35.18		20.10. 28.18	3.35. 10.40	11.2.	3.27.	32.15.	21.39.	27.1.	29.10.	1.35.	10.4.	19.29.	35.17.		10.14							
15	19.5. 34.31		2.19. 9		19.30.		10.2. 19.30		3.35. 5	19.2. 16	14.26. 27	13.3. 28.25	27.3. 35	10			19.35. 39	2.19. 4.35	28.6.		19.10. 35.38	28.27. 3.18	10	20.10. 28.18	3.35. 10.40	11.2.	3.27.	32.15.	21.39.	27.1.	33.28.	16.22	4	12.27	13	29.15	39.35	6.10	14.19					
16	6.27. 19.16		1.40. 35		35.34. 38				35.34. 38		35.34. 38		35.34. 38				19.18. 36.40				27.16. 18.38	10	28.20. 10.16	3.35. 6.40	34.27. 24	10.26. 40.33	17.1. 6.40	32.19.	10.26.		40.33	22	35.10	1	2	2.18.	2.17.	6.35	1	16.38				
17	36.22. 6.38	22.35. 32	15.19. 9	15.19. 39.18	3.35. 35.38		34.39. 40.18	35.6. 40.18	2.28. 36.30	35.10. 3.21	35.39. 19.2	14.22. 19.32	1.35. 15.32	10.30. 22.40	19.13. 39	19.18. 36.40				32.30. 21.16	19.15. 3.17		2.14. 17.25	21.17. 35.38	21.36. 29.31	35.28. 19	3.17.	19.35. 24	32.19.	24	24	22.33. 35.2	22.35. 2.24	26.27.	26.27.	16	2.18.	2.17.	3.27.	23.2	15.28.			
18	19.1. 32	2.35. 16	19.32. 32		19.32. 26		2.13. 10		10.13. 19	26.19. 6		32.30. 32.3	2.3.	35.19	6	2.19. 6	32.35. 19				32.1. 19	32.35. 1.15	32	1.6.	13.1	1.6	19.1. 26.17	1.19	11.15.	3.32	3.32	15.19	35.19	19.35. 28.26	19	13.16	19	13	32.15	10	16			
19	12.18. 28.31		12.28		15.19. 25		35.13. 18		8.15. 35	16.26. 21.2	23.14. 25	12.2. 29	19.13. 9.35	5.19. 6.18	28.35. 6.18		19.24. 3.14	2.15. 19			19.15. 1.15	32	6.19. 37.18	12.22. 15.24	35.24. 18.5	35.38. 19.18	34.23. 16.18	19.21. 11.27	3.1.	1.35.	2.35.	28.26.	6.27	6	30	19.35	17.28	13.16	27.28	35.38	32.2	12.28.		
20	19.9. 6.27										36.37	27.4. 29.18	35.35				19.2. 35.32				19.2. 35.32																							
21	8.36. 38.31	19.26. 17.27	1.10. 35.37		19.38. 13.38	17.32. 38	35.6. 25	30.6. 35	15.35. 36.35	26.2. 35	22.10. 2.40	29.14. 15.31	35.32. 14.2	26.10. 28.10	19.35. 10.38	16	2.14. 17.25	16.6. 19.37	16.6.		16.6.	16.6		10.35. 38	28.27. 18.38	10.19	35.20. 19.6	4.34. 19	19.24. 26.31	32.15.	32.2.	19.22.	2.35.	26.10.	26.35.	35.2.	19.17.	20.19.	19.35.	28.2.	28.35.			
22	15.6. 19.28	7.2. 18.9	6.13. 14.7	6.38. 28.11	15.26. 17.30	17.7. 10.18	7.18. 23		16.35. 38		14.2. 39	26.35. 36.38	29.35. 14.3	3.36. 16.11	29.35. 3.25	2.14. 6.40	35.28. 6.40	28.27. 3.25	27.16. 6.40	21.36. 13	35.18. 24.5	28.27. 12.31	28.27. 18.38	35.27. 2.31		15.18. 35.10	6.3. 10.29	16.34. 31.28	35.10. 24.31	33.22. 30.10	10.1.	15.34.	32.28.	2.35.	15.10.	35.10.	35.10.	28.35.						
23	23.40	22.32	10.39	24	10.31	39.31	30.36	18.31	28.38	18.40	37.10	3.5	30.40	31.40	3.18	18.38	39.31	13	24.5	12.31	18.38	2.31																						
24	10.24. 35	10.35. 5	1.26	26	30.26	30.16	2.22	26.32																																				
25	10.20. 37.35	10.20. 26.5	15.2. 29	15.2. 14.5	10.35. 5.16	17.4.	34.10	52.18																																				
26	35.6. 18.31	27.26. 18.35	29.14. 18.29		15.14. 29	2.18. 40.4	15.20. 29		35.29. 34.28	35.14. 14.3	10.36. 35.14		15.2. 17.40	14.35. 34.10	3.35. 10.40	3.35. 31	3.17. 39				34.29. 16.18	3.35. 31	35	25.	6.3. 10.24	24.28. 18316		18.3. 28.40	3.2.	28.30.	35.33. 29.31	3.35. 35.27	29.1.	35.29.	10.25	10.25	29.10	3.27.	18.35	3.27				
27	3.8. 10.40	3.10. 8.28	15.9. 14.4	15.29. 28.11	17.10. 14.16	32.35. 14.24	3.10. 24	2.35. 24	21.35. 11.28	8.28. 10.3	10.34. 16.11		2.35. 11.28	34.27. 3.25	3.35. 6.40	11.32. 10.13	21.11. 27.19	21.11. 36.23																										
28	32.35. 28.28	28.35. 25.26	28.16. 5.16	32.28. 3.16	32.28. 3.16	32.28. 3.16	32.13. 6		28.13. 32.24	32.2	6.28. 32	6.28. 13	28.6. 32	28.6. 32	28.6. 24	10.26. 28.24																												

Annexe B : 40 principes inventifs

Source : [DOM 2008 ; ALT 2004]

1. Segmentation

- Diviser un objet en parties indépendantes.
- Rendre l'objet démontable.
- Accroître le degré de segmentation (fragmentation) de l'objet.

2. Extraction

Séparer de l'objet une partie (ou propriété) *perturbatrice* ou, au contraire, extraire seulement une partie (ou propriété) nécessaire.

3. Qualité locale

- Rendre la structure de l'objet (ou son environnement ou une action extérieure) hétérogène.
- Chaque partie de l'objet doit être placée sous des conditions correspondant au mieux au rôle qu'il a à effectuer.

4. Asymétrie

- Remplacer la forme symétrique de l'objet par une forme asymétrique.
- Si l'objet est déjà asymétrique, accroître l'asymétrie.

5. Groupement

- Regrouper des objets identiques (ou similaires), ou ayant des opérations contiguës.
- Grouper dans le temps (paralléliser) les opérations homogènes ou contiguës.

6. Universalité

- Faire qu'un objet remplisse plusieurs fonctions ; éliminant le besoin d'autres objets.

7. Poupées russes

- Placer un objet à l'intérieur d'un autre, qui à son tour est placé à l'intérieur d'un troisième...

- Un objet passe au travers de la cavité d'un autre.

8. Contrepoids

- Compenser le poids de l'objet en le combinant avec un autre, exerçant une force de levage.
- Compenser le poids de l'objet par l'interaction avec son environnement (ex : forces aérodynamiques, hydrauliques...).

9. Contre action préalable

- Si une action a des effets voulus ET indésirables, les contrer par des actions préalables.
- Soumettre l'objet, par avance, à des tensions opposées à celles indésirables lors de son fonctionnement.

10. Action préalable

- Réaliser à l'avance (entièrement ou partiellement) un changement requis plus tard.
- Pré positionner idéalement les objets de façon à ce qu'ils entrent en action efficacement et sans perte de temps.

11. Protection préalable

- Compenser une fiabilité relativement faible par des mesures préventives.

12. Equipotentialité

- Changer les conditions de travail de sorte que l'objet n'ait besoin d'être ni levé ni baissé.

13. Inversion

- Inverser l'action utilisée pour résoudre le problème (par exemple, refroidir un objet au lieu de le réchauffer).
- Rendre fixes les objets (ou parties de l'environnement) mobiles et inversement.
- Retourner l'objet (ou inverser le procédé).

14. Sphéricité

- Remplacer des parties linéaires par les courbes, les surfaces planes par des surfaces sphériques, les formes parallélépipédiques par des formes sphériques.

- Remplacer les translations par des rotations ; utiliser la force centrifuge.

15. Mobilité

- Permettre ou concevoir une optimisation des caractéristiques de l'objet, de l'environnement extérieur ou du procédé ou trouver des conditions de fonctionnement optimales.
- Diviser l'objet en éléments capables de se déplacer les uns par rapport les autres.
- Si un objet (ou un procédé) est fixe, le rendre mobile ou adaptable.

16. Action partielle ou excessive

- S'il est difficile d'obtenir 100% de l'effet nécessaire, il faut chercher à en obtenir un peu moins ou un peu plus : le problème deviendra considérablement plus simple.

17. Changement de dimension

- Déplacer un objet dans un espace bidimensionnel ou tridimensionnel.
- Utiliser un assemblage multi-couches d'objets plutôt qu'un assemblage monocouche.
- Incliner ou réorienter l'objet, le poser de côté.
- Utiliser l'autre côté d'une surface donnée.

18. Vibrations mécaniques

- Faire osciller ou vibrer un objet.
- Si l'oscillation existe, accroître sa fréquence (jusqu'à l'ultrason).
- Utiliser la fréquence de résonance de l'objet.
- Utiliser des vibreurs piézo-électriques (au lieu de mécaniques).
- Utiliser les vibrations ultrasoniques combinées à des champs électromagnétiques.

19. Action périodique

- Remplacer une action continue par une action périodique ou pulsative.
- Si l'action est déjà périodique, modifier sa fréquence ou son amplitude.
- Utiliser les pauses entre les impulsions pour accomplir une autre action.

20. Continuité d'une action utile

- Privilégier une action continue (sans pause), où toutes les parties d'un objet agissent à plein régime.
- Éliminer les temps morts.

21. Action flash

- Effectuer un procédé ou certaines phases dangereuses (ou néfastes) à grande vitesse.

22. Transformation d'un problème en opportunité

- Utiliser des facteurs néfastes (en particulier de l'environnement) pour obtenir un effet positif.
- Eliminer l'effet nuisible par sa combinaison avec d'autres facteurs néfastes.
- Amplifier un facteur néfaste jusqu'à ce qu'il ne le soit plus.

23. Asservissement

- Introduire un asservissement (boucle de retour, réaction) afin d'améliorer un procédé ou une action.
- Si l'asservissement existe déjà, modifier son amplitude ou son influence.

24. 'Intermédiaire'

- Utiliser un objet ou processus intermédiaire.
- Combiner provisoirement un objet à un autre (opération facilement réversible).

25. Self-service

- Faire de sorte que l'objet se suffise à lui-même en effectuant des fonctions auxiliaires utiles
- Réutiliser les résidus énergétiques et matériels.

26. Copie

- Utiliser des copies simplifiées et bon marché plutôt qu'un objet complexe, cher, fragile ou indisponible.
- Remplacer un objet ou un procédé par sa copie optique.
- Si on utilise des copies optiques, passer aux copies infrarouges ou ultraviolettes.

27. Objet éphémère et bon marché

- Remplacer un objet cher par un ensemble d'objets bon marché, en renonçant à certaines qualités (comme la durée de l'action par exemple).

28. Remplacement du système mécanique

- Remplacer un système mécanique par un système sensoriel (optique, acoustique, olfactif).
- Utiliser des champs électriques, magnétiques, électromagnétiques pour interagir avec l'objet.
- Remplacer les champs statiques par des champs mobiles, les champs aléatoires par des champs structurés.
- Utiliser les champs en combinaison avec des particules ferromagnétiques.

29. Pneumatique et hydraulique

- Utiliser des parties gazeuses ou liquides au lieu de parties solides (ex : gonflage, remplissage par un liquide, coussin d'air, hydrostatique, hydroréactive).

30. Membranes flexibles et parois minces

- Remplacer les structures tridimensionnelles par des membranes flexibles et des films minces.
- Isoler l'objet de son environnement en utilisant des membranes flexibles et des films minces.

31. Matériau poreux

- Rendre un objet poreux ou lui adjoindre des éléments poreux (inserts, revêtements...).
- Si l'objet est déjà poreux, remplir les pores (les trous) d'une substance ou d'une fonction utile.

32. Changement de couleur

- Modifier la couleur d'un objet ou de son environnement extérieur.
- Modifier la transparence d'un objet ou de son environnement extérieur.

33. Homogénéité

- Faire interagir les objets avec un objet annexe de même matière (ou d'une matière ayant des propriétés identiques).

34. Eliminer et récupérer

- Eliminer un élément de l'objet (par dissolution, démontage etc.) lorsque celui-ci a assuré sa fonction ou le modifier au cours de fonctionnement.

- A l'inverse, récupérer les éléments consommables de l'objet au cours du fonctionnement.

35. Modification de paramètre

- Modifier l'état physique d'un objet (ex : sous forme de gaz, de liquide ou de solide)
- Changer la concentration ou la consistance.
- Modifier le degré de flexibilité.
- Modifier la température.

36. Changement de phase

- Utiliser les phénomènes associés aux changements de phase (changement de volume, perte ou absorption de chaleur...).

37. Dilatation thermique

- Utiliser la dilatation ou la contraction thermique des matériaux.
- Utiliser plusieurs matériaux avec des coefficients d'expansion thermique différents.

38. Oxydants puissants

- Remplacer de l'air normal par de l'air enrichi.
- Remplacer de l'air enrichi par de l'oxygène.
- Agir sur l'air ou sur l'oxygène par des radiations ionisantes.
- Utiliser de l'oxygène ionisé.
- Remplacer l'oxygène ozonisé (ou ionisé) par de l'ozone.

39. Environnement inerte

- Remplacer l'environnement normal par un environnement inerte.
- Ajouter des pièces neutres ou des additifs inertes à un objet.

40. Matériaux composites

- Remplacer un matériau homogène par un matériau composite.

Annexe C : 39 paramètres de la matrice de résolution des contradictions techniques

Source : [DOM 2008]

1. Poids de l'objet mobile	21. Puissance
2. Poids de l'objet statique	22. Perte d'énergie
3. Longueur de l'objet mobile	23. Perte de substance
4. Longueur de l'objet statique	24. Perte d'information
5. Surface de l'objet mobile	25. Perte de temps
6. Surface de l'objet statique	26. Quantité de substance
7. Volume de l'objet mobile	27. Fiabilité
8. Volume de l'objet statique	28. Précision de la mesure
9. Vitesse	29. Précision de fabrication
10. Force	30. Facteur néfaste à l'objet
11. Tension, pression	31. Facteurs néfastes induits
12. Forme	32. Facilité de réalisation
13. Stabilité de l'objet	33. Facilité d'usage
14. Résistance	34. Entretien
15. Durée d'action de l'objet mobile	35. Adaptabilité
16. Durée d'action de l'objet statique	36. Complexité du produit
17. Température	37. Complexité du pilotage
18. Intensité lumineuse	38. Degré d'automatisation
19. Energie utilisée par l'objet mobile	39. Productivité
20. Energie utilisée par l'objet statique	

Annexe D : Référentiels d'audit logistique

1. Référentiel ASLOG [ASL 2006]

L'ASLOG a bâti un référentiel logistique en se basant sur celui mis au point par VOLVO dans les années 1990. Ce dernier a été "amélioré" et constitue à ce jour une base de référence intéressante pour juger de la pertinence d'un système logistique.

Le Référentiel logistique de l'ASLOG a pour vocation d'aider les entreprises à améliorer leurs performances logistiques dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, avec pour objectif prioritaire, celui d'atteindre le niveau d'excellence et de mettre en place les bonnes pratiques de la logistique. C'est un catalogue de mesures et d'actions de progrès de l'entreprise.

La toute première version de ce Référentiel date de 1997. Il comptait alors 53 questions fortement orientées vers le cycle de vie des produits. Mais il ne prenait en compte qu'insuffisamment la problématique du flux aval. Des questions supplémentaires ont été ajoutées dès la seconde version (en l'an 2000). Le concept de la Supply Chain a été introduit en 2002, avec la 3e version, celle-ci étant encore enrichie dans sa version 2005. « Aujourd'hui, la structure du Référentiel n'est plus centrée sur le cycle de vie du produit, mais sur la réalité de la Supply Chain ». Insiste Patrick Gaillard (GPG Conseils), président de la Commission Compétences, Formations et Référentiel de l'ASLOG.

Le Référentiel de la performance logistique de l'ASLOG permet :

- De mettre en place une structure d'approche des problèmes ;
- De concevoir une façon de régir les processus clés ;
- D'établir de façon formalisée des plans d'actions destinés à assurer un progrès continu et une qualité optimale.

Ce référentiel est composé de 200 questions qui permettent de mesurer la performance logistique de manière précise et uniforme quel que soit l'environnement observé suivant ce plan :

- Management, Stratégie et Planification ;
- Conception et Projets ;

- Approvisionner ;
- Produire ;
- Déplacer ;
- Stocker ;
- Vendre ;
- Retours et Après-vente ;
- Indicateurs de pilotage ;
- Progrès Permanent.

2. Référentiel EVALOG

L'objectif de ce référentiel est d'aider les entreprises à concevoir et mettre en oeuvre un système logistique de classe mondiale. Il est le fruit d'une collaboration entre Odette International Limited et l'Automotive Industry Action Group. S'appuyant sur le référentiel Odette Logistics Evaluation (OLE) et le Materials Management Operations Guidelines (MMOG), utilisés respectivement en Europe et aux Etats- Unis, l'objectif des deux associations était au départ du projet de concevoir un référentiel mondial unique. Largement utilisé en Europe, le guide Odette EVALOG a été publié en 1999 pour fournir aux acteurs de l'industrie un outil commun d'évaluation de leurs systèmes logistiques. Bien que développé pour l'industrie automobile, il a également été utilisé dans d'autres secteurs. [AUD 2013]

EVALOG axe son analyse sur six thématiques majeures dont quatre sont de type processus :

- Interface client ;
- Interface fournisseur ;
- Capacité et planning de production ;
- Développement produit.

Les autres axes d'étude concernent la stratégie de l'entreprise ainsi que l'organisation du travail. De nombreuses questions, dont l'importance est pondérée par un système de points, sont rattachées à chacun des axes et constituent un ensemble de bonnes pratiques du secteur automobile. [EVA 2006]

Le Tableau V.1 regroupe le nombre questions et de critères pour chacun de ces axes.

	Stratégie et amélioration	Organisation du travail	Capacité et planning de production	Interface clients	Développement produit/process	Interface fournisseur	Total
Nombre de questions	9	10	9	11	12	10	61
Nombre de critères	34	30	23	42	43	34	206
Points maximum	63	41	39	79	69	60	351

Tableau V. 1 : Contenu du référentiel EVALOG [EVA 2006]

3. Référentiel Cooper [COO 2000]

Ce référentiel guide le pilotage et la re-conception des chaînes logistiques étendues. Il est basé sur 3 éléments :

- **Les processus** décrivant les activités créant de la valeur pour le client ;
- **Les composants de pilotage** de ces processus ;
- **La structure du réseau physique** des différentes entreprises constituant la chaîne.

3.1. Processus identifiés

Ce sont des processus inter organisationnels et ils sont au nombre de huit:

- **Management de la relation client (Customer Relationship Management) :** Identifier les partenaires préférentiels, définir les niveaux de service à atteindre et éliminer des biais pour l'élaboration de la demande client ;
- **Management du service client (Customer Service Management) :** Mettre à disposition du client des informations concernant les produits, leurs disponibilités ainsi que l'avancement des commandes ;
- **Gestion de la demande (Demand Management) :** Définir les besoins clients et mettre les capacités de l'entreprise en adéquation avec ces derniers ;
- **Traitement de la commande (Order Fulfillment) :** Planifier de sorte à répondre aux besoins des clients au moindre coût tout au long de la chaîne;
- **Pilotage des flux de production (Manufacturing Flow Management) :** Piloter la production à partir des besoins clients et mettre en place des politiques de pilotage différenciées par segment ;

- **Approvisionnement (Procurement)** : Développer les processus de communication avec les fournisseurs pour transmettre les besoins au plus vite et réduire les coûts ainsi que le temps d'approvisionnement ;
- **Développement et commercialisation produit (Product development and commercialization)** : Intégrer l'ensemble des acteurs de la chaîne logistique dans le cadre du lancement d'un nouveau produit pour réduire le délai de mise sur le marché ;
- **Pilotage des retours (Returns)** : intégrer le retour produit dans la chaîne afin d'identifier et de diminuer les pertes.

3.2. Composants de pilotage des processus définis

3.2.1. Composants techniques et physiques

- Planification et pilotage : qualité des indicateurs de suivi de la performance ;
- Structure de travail : performance des tâches et des activités ;
- Structure organisationnelle : transversalité de la structure et intégration dans la chaîne logistique ;
- Structure de gestion des flux produits : répartition des stocks et du niveau de l'information propagée dans la chaîne.

3.2.2. Composants de comportement et de management

- Méthodes de management : philosophie d'entreprise et techniques de management ;
- Structure de pouvoir et de leadership : identification d'un canal fort qui impacte les décisions de l'ensemble de la chaîne ;
- Gestion des risques ;
- Culture et attitude.

3.3. Structure du réseau physique

Cooper [COO 2002] propose l'identification des acteurs de la chaîne logistique ainsi que la caractérisation des dimensions du réseau en travaillant sur le nombre d'entreprises traversées par la chaîne, les relations clients/fournisseurs ainsi que sur le positionnement de chacun le long de la chaîne.

4. Référentiel SCOR

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

Le SCC compte aujourd'hui plus de 1000 partenaires industriels, dont les entreprises les plus performantes.

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

Le modèle SCOR est un outil de modélisation. Il définit une démarche, des processus, des indicateurs et les meilleures pratiques des entreprises les plus performantes du moment pour représenter, évaluer et auditer la Supply-Chain. Cette méthodologie basée sur le client est générique, rigoureuse, complète et structurante. Entièrement indépendant des fournisseurs et de la technologie, il s'agit du seul modèle de référence approfondi conçu pour l'ensemble de la chaîne logistique de toutes les entreprises.

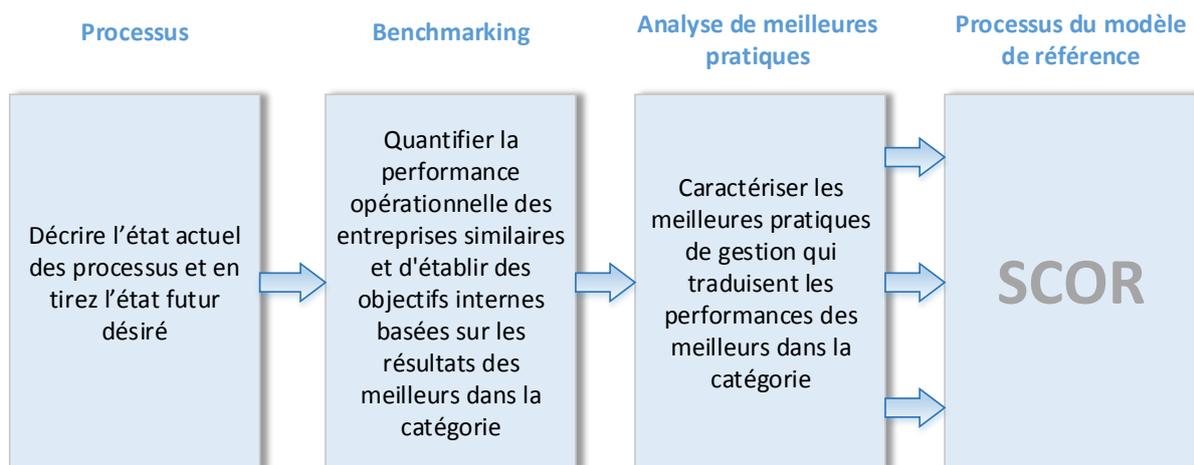


Figure V. 1 : Démarche de SCOR [SCO 2005]

Le modèle est organisé autour de 5 processus de management principaux :

- PLAN, processus de planification ;
- SOURCE, processus d'approvisionnement ;
- MAKE, processus de fabrication ;
- DELIVER, processus de distribution ;
- RETURN, processus de retour.

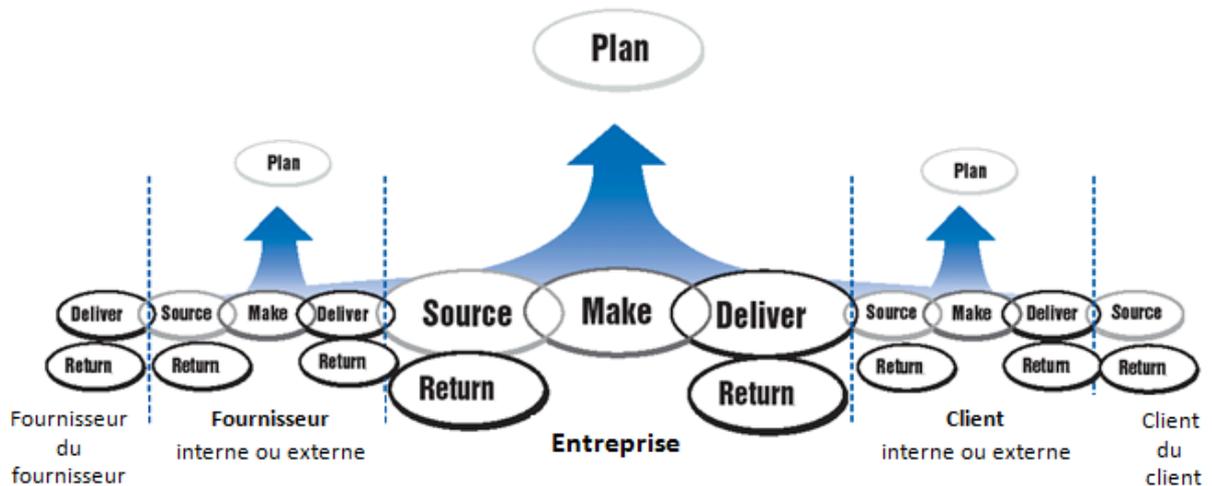


Figure V. 2 : Représentation de la chaîne logistique selon le modèle SCOR [SCO 2005]

Ces blocs de construction peuvent être utilisés pour décrire toutes les Supply-Chain des plus simples aux plus complexes (Figure V.2).

SCOR-model permet d'avoir une vision de l'ensemble de la Supply Chain en facilitant la représentation des flux physiques, informationnels et financiers allant du fournisseur du fournisseur au client du client.

Annexe E : Complément audit SCOR

5. Processus de distribution

La distribution chez Schlumberger est assurée par le service Transport domestique du département « Logistics ». Le processus de distribution est constitué du sous processus de niveau 2: Distribution des produits/équipements sur chantier qui concerne le transport des consommables sur chantier stockés au niveau de la « Base 2 » ainsi que les équipements se localisant dans les segments des bases MD1 et MD2 vers les chantiers des opérations.

Le code des sous processus de niveau 2 et 3 mentionnés sont ceux de la version SCOR 7.0.

Niveau 1	Distribution
Niveau 2	D3 : Distribution des produits/équipements sur chantier
Niveau 3	D3.1 : Réception et réponse à un appel d'offre D3.2 : Négociation du contrat D3.3 : Réception et traitement de la commande client D3.4 : Montage et installation de l'équipement D3.5 : Consolidation des demandes de transport D3.6 : Détermination de l'itinéraire, allocation d'un véhicule et sélection du transporteur D3.7 : Chargement des produits D3.8 : Suivi, localisation du véhicule et réception sur chantier D3.9 : Déchargement sur chantier et installations des équipements

Tableau V. 2: Décomposition du processus de planification selon le modèle SCOR

Le processus de distribution est décrit dans la Figure V.3.

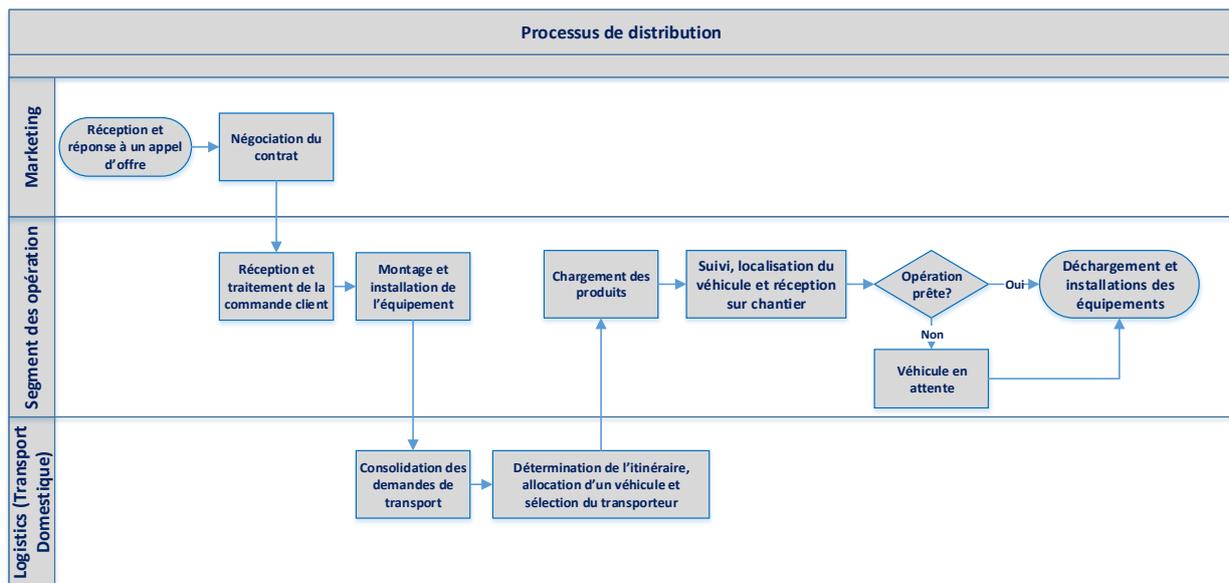


Figure V. 3: Processus de distribution

Chaque sous processus de niveau 3 sera d'abord décrit puis évalué selon la grille d'évaluation du modèle SCOR 7.0.

5.1. Audit du processus de distribution des produits/équipements sur chantier

5.1.1. Réception et réponse à un appel d'offres

Lorsqu'un appel d'offre pour un service pétrolier est lancé, Schlumberger évalue la demande (type d'opérations à effectuer, outils nécessaires) et l'assigne aux segments des opérations concernés.

Nom du processus : Réception et réponse à un appel d'offres		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de la réponse à l'appel d'offre	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Partenariat avec les entreprises de conception qui permettent de fournir les compétences et les équipements nécessaires		Oui

Tableau V. 3 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception et réponse à un appel d'offres

5.1.2. Négociation du contrat

La compagnie négocie alors les termes du contrat pour la réalisation du service : le prix, le calendrier et les types d'opérations à réaliser.

Il est à noter qu'en Algérie, Schlumberger, a comme client principal « Sonatrach ». Les contrats négociés avec celle-ci s'étalent, en général, sur plusieurs années et comprennent l'exécution de plusieurs opérations.

Nom du processus : Négociation du contrat		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de la négociation / type de contrat	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 4 : Grille d'évaluation du sous processus : Négociation du contrat

5.1.3. Réception et traitement de la commande client

Lorsque le client a besoin d'un service, il contacte le segment de l'opération concernée, avec lequel un contrat a déjà été signé, pour l'informer des détails de l'opération à réaliser, la localisation exacte ainsi que la date de début du service.

Un contrat comprend plusieurs types d'opérations, le client communique souvent les détails d'une opération une semaine, parfois moins, avant la date à laquelle elle doit être réalisée.

Nom du processus : Réception et traitement de la commande client		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût / type de commande	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 5 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception et traitement de la commande client

5.1.4. Montage et installation des équipements

Selon le type de l'opération, le segment assigne les produits et équipements qui doivent être transportés sur chantier pour réaliser l'opération.

Les équipements sont montés puis testés sur base avant d'être acheminés vers la zone de chargement.

Le segment remplit ensuite une demande de transport sur le système d'information MoveIT qui permet à son utilisateur de préciser les détails de la livraison.

Le segment doit spécifier :

- Lieu de départ/d'arrivée
- Date d'arrivée
- Caractéristiques des produits/équipements à transporter : type, poids et dimensions.

Une fois la demande remplie, elle est transmise au service Transport domestique.

Nom du processus : Montage et installation des équipements		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût / type de commande	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 6 : Grille d'évaluation du sous processus : Montage et installation des équipements

5.1.5. Consolidation des demandes de transport

Le service de transport domestique regroupe toutes les demandes de transport dans un fichier Excel. Selon la destination, Il tente de consolider les demandes de manière à minimiser le nombre déplacement.

Nom du processus : Consolidation des demandes de transport		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de transport	Oui
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Consolidation des demandes entrantes et sortantes		Oui

Tableau V. 7 : Grille d'évaluation du sous processus : Consolidation des demandes de transport

5.1.6. Détermination de l'itinéraire, allocation d'un véhicule et sélection du transporteur

Après avoir consolidé les demandes de transport, le service de transport domestique détermine les itinéraires par lesquels les véhicules doivent passer.

En se basant sur les spécifications des demandes, le service Transport domestique alloue un véhicule qui répond au mieux à la demande (type de véhicule, dimensions et capacité). L'allocation de véhicule se fait en priorité parmi les « Rental truck ». Si aucun « Rental truck » n'est disponible, le service Transport domestique fait appel au « Call out truck ». Une fois le véhicule alloué, le fournisseur reçoit les détails de la livraison. Le véhicule se rend alors vers le lieu de chargement.

Nom du processus : Détermination de l'itinéraire, allocation d'un véhicule et sélection du transporteur		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de transport	Oui
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Intégration avec le système Vendor Managed Inventory (VMI)		Non applicable
Consolidation des transporteurs		Oui
Optimisation du trajet/transporteur basé sur la consolidation continue des demandes de transport		Oui mais pas de méthode scientifique pour l'optimisation
Suivi de l'expédition (Communication satellite et GPS)		Oui
Sélection du transporteur le moins disant par expédition		Oui

Tableau V. 8 : Grille d'évaluation du sous processus : Détermination de l'itinéraire, allocation d'un véhicule et sélection du transporteur

5.1.7. Chargement des produits

Arrivé au lieu de chargement, le véhicule est d'abord inspecté par le service QHSE de Schlumberger car il doit répondre à certaines exigences. Le responsable QHSE vérifie la certification du véhicule et effectue une inspection physique de son état (pneus, pare-brise, freins, etc).

Après cette vérification, le responsable QHSE donne le feu vert pour commencer le chargement.

Les produits et/ou équipements sont chargés à l'aide de chariots-élévateurs. Le responsable QHSE vérifie alors leur emplacement dans le véhicule. Suite à cette vérification, le véhicule est prêt à partir.

Nom du processus : Chargement des produits		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Nombre de livraisons client à la date d'engagement	Oui
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de chargement / type de chargement	Non
Actifs	Stocks de produits finis	Non applicable
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Notifications des livraisons en attente de chargement		Oui
Génération électronique des documents d'expédition		Oui

Tableau V. 9 : Grille d'évaluation du sous processus : Chargement des produits

5.1.8. Suivi, localisation du véhicule et réception sur chantier

Durant tout le trajet, depuis le point de chargement jusqu'au lieu d'arrivée, le segment concerné par cette livraison est responsable du suivi et de la localisation du véhicule transportant ses produits et/ou équipements.

Muni d'une puce électronique, les véhicules peuvent être localisés en temps réel sur le système eJourney.

Nom du processus : Suivi, localisation du véhicule et réception sur chantier		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Temps de cycle du processus	Oui
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût / type de commande	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Notifications des livraisons en attente de chargement		Oui
Suivi de l'expédition (Communication satellite et GPS)		Oui

Tableau V. 10 : Grille d'évaluation du sous processus : Suivi, localisation du véhicule et réception sur chantier

5.1.9. Déchargement sur chantier et installation des équipements

Dès leur arrivée sur chantier, les produits et/ou équipements sont soit déchargés directement prêt à être utilisés ou bien restent en attente dans les véhicules au cas où l'opération n'a pas encore commencé.

Après le déchargement, le véhicule revient à Hassi Messaoud dans les parcs des fournisseurs.

Les équipements ainsi que les produits sont alors utilisés pour réaliser la prestation de service que le client a commandée.

Nom du processus : Déchargement sur chantier et installations des équipements		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	% Installations Irréprochable	Non
Réactivité	Temps de cycle du processus	Oui
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de l'opération / type d'opération	Oui
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 11 : Grille d'évaluation du sous processus : Déchargement sur chantier et installations des équipements

5.2. Caractérisation des dysfonctionnements du processus de distribution

5.2.1. Dysfonctionnements selon SCOR

1. Mauvais suivi de la performance de la Supply Chain

La plupart des indicateurs de performances selon les 2 axes : réactivité et coûts ne sont pas calculés. SCOR ne définit pas d'indicateurs mesurant la flexibilité du processus de distribution. Quant à l'axe Actif, le seul indicateur identifié dans SCOR (Stocks de produits finis) n'est pas applicable pour Schlumberger car la compagnie est un prestataire de services.

De manière générale, la performance en termes de réactivité et coûts du processus de distribution est mal suivie.

Performance	Sous processus ayant des indicateurs	Indicateurs contrôlés / Total des indicateurs
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none">• Chargement des produits	1/2
Réactivité	<ul style="list-style-type: none">• Suivi, localisation du véhicule et réception sur chantier• Déchargement sur chantier et installations des équipements	2/7
Flexibilité	-	Indicateurs non identifiés dans SCOR
Coûts	<ul style="list-style-type: none">• Consolidation des demandes de transport• Détermination de l'itinéraire, allocation d'un véhicule et sélection du transporteur• Déchargement sur chantier et installations des équipements	3/9
Actifs	-	1 indicateur identifié dans SCOR mais non applicable

Tableau V. 12 : Récapitulatif du calcul des indicateurs de performances pour le processus de distribution

5.2.2. Autres dysfonctionnements

1. Consolidation des demandes de transport et allocation des véhicules sans méthodes scientifiques

Le service de transport domestique n'utilise pas une méthode scientifique rigoureuse afin d'optimiser l'allocation de ses véhicules et ainsi minimiser davantage ses coûts.

2. Le segment évalue mal la date à laquelle les équipements/produits doivent arriver sur chantier

Les segments des opérations évaluent mal la date de début de leurs opérations. Les produits et équipements arrivent parfois avant le début de l'opération. Ils ne sont pas déchargés sur chantier et restent en attente sur les véhicules générant ainsi des coûts supplémentaires.

6. Processus de retour

Le processus de retour, chez Schlumberger, se décompose en deux sous processus d'exécution : Retour des articles non-conformes commandés (coté approvisionnement) et retour des équipements pour maintenance (coté distribution).

Le code des sous processus de niveau 2 et 3 mentionnés sont ceux de la version SCOR 7.0.

Niveau 1	Retour	
Niveau 2	SR1: Retour des articles non-conformes commandés	DR2: Retour des équipements pour maintenance
Niveau 3	SR1.5: Identification des articles non-conformes SR1.6: Détermination des dispositions nécessaires SR1.7: Autorisation de remplacement et retour des articles	DR2.1: Autorisation retour des équipements pour maintenance DR2.2: Programmation du retour des équipements pour maintenance DR2.3: Réception des équipements pour maintenance DR2.4: Transfert des équipements pour maintenance

Tableau V. 13 : Décomposition du processus de retour selon le modèle SCOR

Chaque sous processus de niveau 3 sera d'abord décrit ensuite évalué selon la grille d'évaluation du modèle SCOR 7.0.

6.1. Audit du processus de retour des articles non-conformes commandés

Le retour des articles non-conformes commandés est un processus initié par le gestionnaire des stocks lorsque le processus de vérification détecte une non-conformité d'un article reçu.

Ce processus se divise en trois sous processus de niveau 3 (Figure V.4).



Figure V. 4 : Retour des articles non-conformes (coté approvisionnement)

6.1.1. Identification des articles non-conformes

Lors du processus de vérification physique, le gestionnaire des stocks identifie les articles non-conformes en comparant les spécifications des articles reçus aux spécifications contenues dans le bon de commande (PO).

Lorsque cette identification est difficile, le gestionnaire des stocks demande au segment concerné si l'article reçu correspond aux spécifications de sa demande.

Nom du processus : Identification des articles non-conformes		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût du processus en % du coût de retour	Non
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Spécifications des articles		Oui
Procédures de contrôle qualité		Oui

Tableau V. 14 : Grille d'évaluation du sous processus : Identification des articles non-conformes

6.1.2. Détermination des dispositions nécessaires

Une fois l'article non-conforme identifié, le gestionnaire des stocks, selon le type de non-conformité, détermine les dispositions de retour nécessaires et envoie un rapport détaillé de la non-conformité au « Procurement & Sourcing » ou à l'auteur de la commande.

Lorsque la non-conformité est due à une erreur dans la destination d'expédition de la part de GOLD, l'article doit alors être exporté vers la bonne destination.

Par contre si cette non-conformité est due à une erreur de la part du fournisseur, ce dernier doit être identifié et l'article doit être réexpédié vers GOLD puis vers le fournisseur afin qu'il soit remplacé par un article conforme.

Nom du processus : Détermination des dispositions nécessaires		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût de garantie Coût de cession	Non
Actifs	Utilisation des capacités	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 15 : Grille d'évaluation du sous processus : Détermination des dispositions nécessaires

6.1.3. Autorisation de remplacement et retour des articles

Lorsque le fournisseur est identifié et après que ce dernier ait reconnu son erreur, le pilier « Logistics » se charge de retourner l'article non-conforme vers le fournisseur.

Selon les termes et conditions signés par le fournisseur, l'article est soit remboursé ou remplacé par un article conforme.

Nom du processus : Autorisation de remplacement et retour des articles		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Non identifié	-
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Non identifié	-
Actifs	Non identifié	-
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 16 : Grille d'évaluation du sous processus : Autorisation de remplacement et retour des articles

6.2. Audit du processus retour des équipements pour maintenance

Le retour des équipements pour maintenance est le processus exécuté lorsque le segment achève son opération au niveau du chantier. Il décrit le réacheminement des équipements utilisés lors de l'opération du chantier vers les ateliers de maintenance qui sont localisés dans les bases MD1 et MD2 (selon les segments respectifs).

Ce processus se divise en quatre sous processus de niveau 3 (Figure V.5).

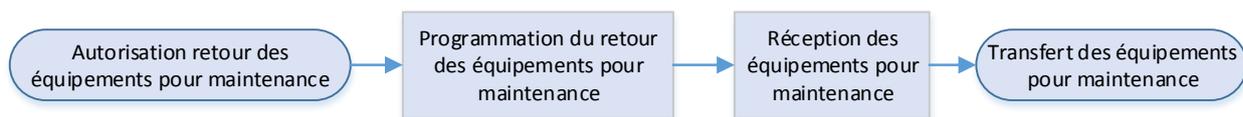


Figure V. 5 : Retour des articles non-conformes (coté distribution)

6.2.1. Autorisation retour des équipements pour maintenance

Dès la fin de l'opération au niveau du chantier, les équipements utilisés sont autorisés et doivent retourner aux bases MD1 ou MD2 pour y subir une vérification technique puis une maintenance.

Nom du processus : Autorisation retour des équipements pour maintenance		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	Non identifié	-
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût par autorisation Coût du processus en % du coût de retour pour maintenance	Non
Actifs	Valeur du stock à maintenir en attente d'autorisation de retour pour la maintenance/ total stock à maintenir	Non
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Pronostic / diagnostic		Oui

Tableau V. 17 : Grille d'évaluation du sous processus : Autorisation retour des équipements pour maintenance

6.2.2. Programmation du retour des équipements pour maintenance

Durant ce processus, le segment doit programmer le retour de ses équipements à la base. De la même manière que lors du processus de distribution, Il remplit ensuite une demande de transport sur le système d'information MoveIT qui permet à son utilisateur de préciser les détails du retour.

Le segment doit spécifier :

- Le lieu de départ/d'arrivée
- La date d'arrivée
- Les caractéristiques des produits/équipements à transporter : type, poids et dimensions.

Ceci dans le but de réacheminer les équipements du chantier vers les ateliers de maintenance.

Nom du processus : Programmation du retour des équipements pour maintenance		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	% Retour programmé dans les délais	Non
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût du processus en % du coût de retour pour maintenance	Non
Actifs	Valeur du stock à maintenir en attente de programmation pour la maintenance/ total stock à maintenir	Non
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 18 : Grille d'évaluation du sous processus : Programmation du retour des équipements pour maintenance

6.2.3. Réception des équipements pour maintenance

Dès l'arrivée des équipements à la base, ils sont réceptionnés au niveau du segment qui, selon le type d'équipements, effectue les vérifications techniques afin de déterminer leur état.

Le segment détermine le type de maintenance que doit subir chaque équipement selon son état et le nombre d'opérations qu'il a effectué. La liste des pièces de rechange nécessaires est établie et envoyée au Matériel Management qui, à partir du stock, doit les fournir au segment.

Nom du processus : Réception des équipements pour maintenance		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	% Commandes / lignes reçues sans dommage % Commandes / lignes reçues complet % Commandes / lignes reçues dans les délais prévus % Commandes / lignes reçues avec les documents d'expédition corrects	Non
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût du processus en % du coût de retour pour maintenance	Non
Actifs	Valeur du stock à maintenir en attente de réception pour la maintenance/ total stock à maintenir	Non
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 19 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception des équipements pour maintenance

6.2.4. Transfert des équipements pour maintenance

Selon le type de maintenance l'équipement est transféré, par les moyens de manutention disponibles au niveau des bases, vers l'atelier adéquat. Les techniciens effectuent alors la maintenance puis les rangent dans leurs emplacements de stockage prêts à être réutilisés lors des futures opérations.

Nom du processus : Transfert des équipements pour maintenance		
Performance	Mesure (Indicateur)	Calculé ?
Fiabilité	% Perdus ou endommagés pendant le transfert % Transfert sans erreurs de transaction	Non
Réactivité	Temps de cycle du processus	Non
Flexibilité	Non identifié	-
Coûts	Coût du processus en % du coût de retour pour maintenance	Non
Actifs	Valeur du stock à maintenir en attente de transfert/ total stock à maintenir	Non
Les meilleures pratiques		Pratiquées ?
Non identifié		-

Tableau V. 20 : Grille d'évaluation du sous processus : Réception des équipements pour maintenance

6.3. Caractérisation des dysfonctionnements du processus de retour

6.3.1. Dysfonctionnements selon SCOR

1. Mauvais suivi de la performance de la Supply Chain

Tous les indicateurs de performances identifiés selon les 5 axes : fiabilité, réactivité, flexibilité, coûts et actifs ne sont pas calculés. De ce fait, la performance est mal suivie.

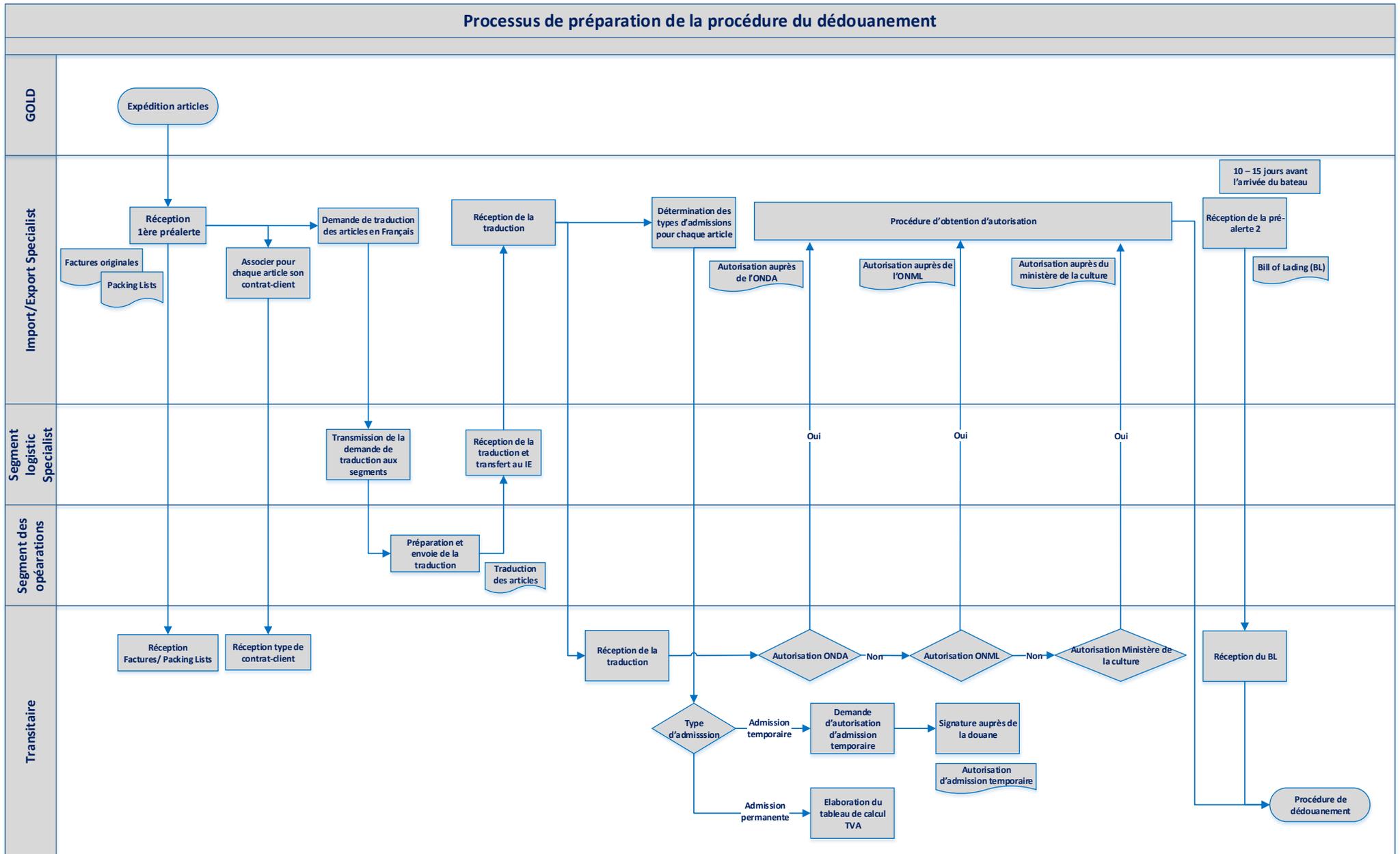
Performance	Sous processus ayant des indicateurs	Indicateurs contrôlés / Total des indicateurs
Fiabilité	-	0/3
Réactivité	-	0/4
Flexibilité	-	Indicateurs non identifiés dans SCOR
Coûts	-	0/6
Actifs	-	0/4

Tableau V. 21 : Récapitulatifs du calcul des indicateurs de performances pour le processus de retour

6.3.2. Autres dysfonctionnements

Pas d'autres dysfonctionnements décelés lors de l'audit SCOR.

Annexe F : Processus de préparation de la procédure de dédouanement



Annexe G : Processus de dédouanement

