



**RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITÉ HADJ LAKHDAR BATNA**



**INSTITUT D'HYGIÈNE ET SÉCURITÉ INDUSTRIELLE**

**LABORATOIRE DE RECHERCHE EN PRÉVENTION INDUSTRIELLE (LRPI)**

## **MÉMOIRE**

PRÉSENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

### **MAGISTER**

EN HYGIÈNE ET SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

OPTION : GESTION DES RISQUES

PAR

**KHEMRI LEILA**

INGÉNIEUR D'ÉTAT EN HYGIÈNE ET SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

# **Apport du Management Stratégique dans le Management des Risques Environnementaux**

Soutenu le 14/04/2015 devant le jury d'examen

- Pr. SRAIRI Kamel	Professeur à l'Université de Biskra	<b>Président</b>
- Pr. BAHMED Lylia	Professeur à l'Université de Batna	<b>Rapporteur</b>
- Dr. SMADI Hacène	Maître de Conférences A à l'Université de Batna	<b>Examineur</b>
- Dr. BENKIKI Naima	Maitre de conférences A à l'Université de Batna	<b>Examineur</b>

## **Dédicaces**

*A l'âme de mon père ;  
A l'âme de ma sœur Zohra ;  
A l'âme de mon ex encadreur Mr Belbahri Smain ;  
A l'âme de Benabid Sakina ;  
Que DIEU les accueille tous dans son vaste paradis.*

*A ma source éternelle d'inspiration, d'amour, de joie et de patience : ma très chère mère (le grand soleil qui illumine mon existence) pour tous ses sacrifices difficiles;*

*A ma seule et unique sœur Aicha (Wawa) pour son soutien et son amour inconditionnel, et qui ne cesse de m'apprendre à voir la moitié pleine du verre, à vivre avec l'espoir ;*

*A mes chers et adorables frères : Mohamed (Hammoudi), Messaoud (Saoudi), Abdellatif (Tati), pour tout l'amour fraternel dont ils m'entourent, et particulièrement Madjid (Midjou) pour tout ce qu'il a fait pour moi ;*

*A mon très cher oncle Mokhtar (Kamel) ainsi qu'à sa femme Houria, ses enfants: Nadia, Mohamed, Yazid, Djibril et particulièrement la belle Soumia (future docteur pédiatre), que DIEU les bénisse et les protège tous;*

*A toutes mes belles-sœurs « Choucha, Yamina, Naima et Siham » ;*

*A mes chers neveux : Yaçine, Zakaria (ainsi que sa femme Siham et sa fille Maria), Farid et Tarek, Ilyes et Younes ;*

*A mes charmantes nièces : Abir (et ses enfants: Aymen, la mignonne Ritadj et la petite Alaa Hala), Ismahan (et son bébé Djalal Eddine), Lamia (et ses deux enfants: Diaa Eddine et Razine), Dounia (Faiza), Nihad et la petite princesse Aridj ;*

*A ma chère tante Louisa et sa fille Fadia (la plus généreuse de toute la France) ;*

*A ma deuxième mère (par allaitement) Djamila, ainsi qu'à mes autres frères, particulièrement Salim Sahli et sa famille ;*

*A Melle Soundes Mesbahi, pour son sérieux et ses compétences, que le destin te rapporte la réussite, la prospérité et le bonheur du monde entier ;*

*A toutes mes amies sans aucune exception, pardonnez-moi mes chères car cet espace étroit ne suffira pas à vous citer toutes;  
A ma deuxième famille : le groupe de magister ;  
A tous mes collègues de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle, avec tout le respect éprouvé et échangé ;*

*A toute personne occupant une place dans mon cœur, dans mon âme, ou dans mon esprit ;*

*Je vous dédie tous ce mémoire qui a pris forme aujourd'hui grâce à vos soutiens respectifs d'hier.*

*L.Khemri*

## **Remerciements**

*Je tiens tout d'abord à m'incliner devant la majesté du **TOUT PUISSANT**, lui seul pourra nous donner la force d'accomplir tant de choses. **Louange à DIEU.***

*Je remercie vivement Pr. **Bahmed Lylia**, l'encadreur de ce mémoire de magister, qui m'a témoigné sa patience, sa générosité pour diriger ce travail, ainsi que la pleine confiance qu'elle m'a accordée dès le début. De plus, les conseils qu'elle m'a prodigué tout au long de la rédaction, ont toujours été clairs et succincts, me facilitant grandement la tâche et me permettant d'aboutir à la production de ce mémoire.*

*J'exprime mes profonds remerciements au professeur **Srairi Kamel** qui a accepté de présider ce mémoire, ainsi qu'aux autres membres du jury Dr. **Smadi Hacène**, Directeur de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle et Dr. **Benkiki Naima** qui ont pris la peine d'évaluer ce manuscrit.*

*Mes plus sincères remerciements vont également à monsieur **Guettala Fateh**, cadre à l'ENTP pour son aide précieuse, ses judicieux conseils, et particulièrement pour sa patience et son écoute.*

*Je remercie toutes mes amies et mes collègues de l'Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle pour leur soutien de tous les instants favorisant ainsi ma réussite et dissipant mes doutes.*

*Je ne peux oublier de remercier monsieur **Maarfi Khalil** qui est venu au bon moment pour m'encourager assez merveilleusement et me pousser droit vers la réussite et pourquoi pas l'excellence !*

*Je n'oublie pas non plus, l'ambiance familiale et amicale qui a toujours régné entre tous les membres du groupe formidable qui constitue ma promotion de magister : merci à vous tous très chers collègues et amis.*

*L. Khemri*

*« Le pouvoir appartient à celui  
qui a les compétences  
stratégiques ».*

# Sommaire

Dédicaces  
Remerciements  
Sommaire

Liste des abréviations

Glossaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale ..... 1

## ***Chapitre I :Revue de la littérature sur le management stratégique et le management environnemental***

Introduction..... 4

I.1- Le management stratégique .....4

I.1.1- Définition et concept du management ..... 4

I.1.2- Regard sur les organisations ..... 5

I.1.3- Définition de la notion de stratégie ..... 6

I.1.3.1- Origine historique du concept de stratégie ..... 6

I.1.3.2- Etymologie et définition du mot ..... 6

I.1.3.3- Formule et décision stratégiques..... 8

I.1.3.4- Stratégie et politique générale de l'entreprise..... 8

I.1.4- Définition du management stratégique..... 9

I.1.5- Composantes du management stratégique..... 10

I.1.5.1- Le diagnostic stratégique et outils d'analyse ..... 11

I.1.5.2- Les choix stratégiques..... 13

I.1.5.3- Le déploiement stratégique ..... 14

I.1.6- Les outils d'analyse stratégique.....	16
I.1.6.1- L'analyse PESTEL .....	17
I.1.6.2-Le modèle LCAG.....	17
I.1.6.3- L'analyse SWOT .....	18
I.1.6.4- La segmentation en domaines d'activités stratégiques .....	19
I.1.6.5- L'Analyse du Cycle de Vie.....	20
I.1.6.6- La méthode des scénarios .....	21
I.1.6.7- L'effet d'expérience.....	22
I.2- Le management environnemental .....	22
I.2.1-Définition du concept environnemental .....	22
I.2.2- Risques environnementaux.....	23
I.2.2.1-Types de risques environnementaux.....	23
I.2.2.2-Les conséquences pour l'entreprise.....	24
I.2.3- Définition du système de management environnemental (SME).....	24
I.2.4- Objectifs du management environnemental .....	25
I.2.5- Intérêt du SME pour l'entreprise .....	26
I.2.6- Les enjeux relatifs à l'environnement .....	26
I.2.7- - Outils et démarches applicables à l'environnement.....	27
I.2.8- Les enjeux du management environnemental .....	28
I.2.9- Comment entamer une démarche environnementale?.....	28
I.2.10- Facteurs de réussite de la mise en place d'une démarche environnementale .....	30
I.2.10.1- La norme ISO 14001.....	30
I.2.10.2- Principe de l'amélioration continue.....	31

I.2.10.3- Ressources internes nécessaires pour installer un SME .....	32
Conclusion .....	33

***Chapitre II : Outils du management stratégique susceptibles de favoriser le management environnemental et méthodologie de recherche***

Introduction.....	34
II.1-L’outil PESTEL .....	34
II.1.1- Aperçu sur le modèle PESTEL .....	34
II.1.2-Exemples de facteurs PESTEL .....	36
II.1.2.1- Facteurs politiques.....	36
II.1.2.2- Facteurs économiques .....	37
II.1.2.3- Facteurs socioculturels .....	37
II.1.2.4- Facteurs technologiques .....	38
II.1.2.5- Les facteurs écologiquesou environnementaux.....	38
II.1.2.6- Les facteurs légaux (ou législatifs).....	40
II.1.3- Démarche de l’analyse PESTEL .....	40
II.1.3.1- Comment surveiller l’environnement global?.....	40
II.1.3.2- Questions à se poser vis-à-vis des composantes du macro-environnement	41
II.1.3.3- Etapes de l’analyse PESTEL .....	42
II.1.4-Aperçu sur les enjeux internes .....	43
II.1.5-Points forts et points faibles de l’analyse PESTEL.....	44
II.1.5.1- Apports de l’analyse PESTEL.....	44
II.1.5.2-Les forces de l’analyse PESTEL .....	44
II.1.5.3-Les faiblesses de l’analyse PESTEL .....	45



II.1.6-Conclusion sur l'analyse PESTEL .....	45
II.1.6.1- Les tendances structurelles (prolongements de la méthode) .....	45
II.1.6.2- Autres conclusions.....	46
II.2-L'outil ACV (Analyse du Cycle de Vie) .....	46
II.2.1- Historique, définition et concept .....	46
II.2.2-Structure et cadre normatif .....	48
II.2.3- Principe général de l'analyse du cycle de vie .....	49
II.2.3.1-Définition des objectifs et du champ de l'étude (système).....	50
II.2.3.2- Analyse de l'inventaire du cycle de vie.....	52
II.2.3.3- Evaluation des impacts sur l'environnement.....	54
II.2.3.4- Interprétation et améliorations.....	55
II.2.4- Réalisation d'une ACV .....	56
II.2.4.1- Approche itérative .....	56
II.2.4.2- Calcul « à la main », utilisation de logiciels de calcul .....	56
II.2.5- Points forts et limites d'une ACV .....	57
II.2.5.1- Points forts de l'ACV .....	57
II.2.5.2- Principales limites de l'ACV .....	58
II.2.5.3- Autres inconvénients de l'ACV.....	58
II.2.6-Relation de l'ACV avec d'autres outils d'analyse environnementale.....	59
II.3- Méthodologie proposée en vue d'une meilleure maîtrise des risques environnementaux .....	59
Conclusion .....	62

## ***Chapitre III : Généralités sur les boues de forage***

Introduction.....	63
III.1- Le pétrole.....	63
III.1.1- Formation du pétrole.....	63
III.1.2- Prospection et production .....	63
III.2- Le forage.....	64
III.2.1- Définition du fluide (ou boue) de forage .....	65
III.2.2- Circuit des boues de forage.....	65
III.2.3- Rôle des boues de forage .....	66
III.2.4- Composition des différents types de boue .....	68
III.2.4.1- Les boues à base d'eau-WBM (Water BasedMuds) .....	69
III.2.4.2- Les fluides (ou boues) à base d'huile-OBM (OilBasedMuds).....	70
III.2.4.3- Les boues à base d'huiles synthétiques-SBM (SyntheticBasedMuds) .....	71
III.2.4.4- Les fluides de forage gazeux.....	71
III.2.4.5- Cas particulier : les fluides de forage HTHP .....	72
III.2.4.6- Composants indésirables.....	73
III.2.5- Propriétés des fluides de forage .....	74
III.2.5.1- Densité.....	74
III.2.5.2- Rhéologie .....	75
III.2.5.3- Propriétés de filtration des fluides de forage.....	76
III.3- Les bourbiers .....	77
III.3.1- Définition des bourbiers.....	77

III.3.2- Influence des bourbiers sur l'environnement.....	78
III.3.3- Les ressources des bourbiers.....	79
III.3.3.1- L'activité de forage .....	79
III.3.3.2- Opération de production sur puits .....	80
III.3.3.3- Traitement des hydrocarbures .....	80
III.3.4- La toxicité .....	81
III.3.4.1- Les métaux .....	81
III.3.4.2- Les hydrocarbures .....	81
III.4- Management environnemental des boues de forage.....	82
III.4.1- Introduction.....	82
III.4.2- Réglementation algérienne sur le rejet d'effluents industriels.....	82
III.4.3- Impacts environnementaux du rejet des boues de forage .....	83
III.4.3.1- Phénomènes de pollution .....	83
III.4.3.2- Types de pollutions .....	84
III.4.4- Planning du management environnemental des boues de forage .....	85
III.4.5- Projets de management environnemental développés par des compagnies pétrolières .....	87
III.4.6- Analyse du cycle de vie des boues de forage.....	88
Conclusion .....	88

## ***Chapitre IV : Etude de cas : ENTP***

Introduction.....	90
IV.1- Etape 1 : Présentation de la situation interne de l'entreprise ENTP .....	91
IV.1.1-Présentation de l'entreprise .....	91

IV.1.1.1- Historique de l'ENTP .....	91
IV.1.1.2- Activités principales et potentiel humain et matériel .....	92
IV.1.1.3- Stratégies et perspective .....	92
IV.1.1.4- Références normatives.....	92
IV.1.1.5- Organisation de l'ENTP .....	93
IV.1.2- Situation interne de l'entreprise vis-à-vis de l'environnement.....	94
IV.1.2.1-Politique environnement de l'ENTP .....	94
IV.1.2.2- Buts stratégiques de l'entreprise ENTP .....	95
IV.1.2.3- Rapport analyse environnementale de l'ENTP .....	96
IV.1.2.4-Procédure « P.EN.66 : Gestion des déchets » de l'entreprise ENTP	98
IV.1.2.5- Procédure « P.EN.41 : Analyse des risques et des aspects environnementaux ».....	99
IV.1.2.6- Responsabilités .....	99
IV.1.2.7- Infrastructures et planification de la réalisation du produit .....	100
IV.1.3- Forces et faiblesses de l'ENTP-Proposition de mise en place du référentiel COSO 2013 .....	100
IV.2- Etape 2 : Diagnostic externe : Application de l'outil d'analyse PESTEL .....	102
IV.2.1- Réglementations et normes.....	103
IV.2.2- Forages pétroliers abandonnés.....	103
IV.2.3- Autres enjeux de l'environnement global.....	104
IV.2.4- Récapitulatif sur les opportunités et les menaces .....	104
IV.3- Etape 3 : Application de l'outil d'analyse ACV .....	106

IV.3.1- Méthodologie .....	106
IV.3.2- Description du système .....	106
IV.3.3- Contexte de l'étude .....	107
IV.3.4- Objectifs de l'étude .....	107
IV.3.5- Champ de l'étude .....	108
IV.3.6- Description du système de production.....	108
IV.3.6.1- Fabrication de boue.....	108
IV.3.6.2- Distribution de boue.....	108
IV.3.7- Les limites du système et hypothèses .....	109
IV.3.8- Inventaire du cycle de vie .....	109
IV.3.9-Calcul des impacts environnementaux par utilisation du logiciel BILAN PRODUIT 2008 .....	111
IV.3.9.1- La méthodologie BILAN PRODUIT 2008 .....	112
IV.3.9.2-Résultats et interprétation .....	112
IV.4- Etape 4 : Choix stratégiques et modèle proposé .....	118
IV.4.1- Choix stratégiques.....	118
IV.4.2- Modèle simplifié .....	119
IV.4.3- Analogie du modèle avec la roue de Deming.....	121
IV.5-Etape 5 : Synthèse sur la méthodologie appliquée.....	123
Conclusion .....	124
Conclusion générale .....	126
Annexes	
Références bibliographiques	

## Abréviations

<b>ACV/LCA</b>	Analyse du Cycle de Vie/ <i>Life Cycle Analysis</i>
<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>CI C</b>	<i>Continental Intercalaire</i>
<b>CT</b>	<i>Complexe Terminal</i>
<b>DAS</b>	Domaines d'Activité Stratégique
<b>DBO</b>	Demande Biologique en Oxygène
<b>DCO</b>	Demande Chimique en Oxygène
<b>DD</b>	Développement Durable
<b>DS</b>	Déchets Spéciaux
<b>DSD</b>	Déchets Spéciaux Dangereux
<b>ECS</b>	Facteurs Clés de Succès
<b>ENTP</b>	Entreprise Nationale des Travaux aux Puits
<b>FMN</b>	Firme Multi-Nationale
<b>ICPE</b>	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
<b>ICV</b>	Inventaire du Cycle de Vie
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>MES</b>	Matière en Suspension
<b>OBM</b>	<i>OilBasedMud</i> (boues à base d'huile)
<b>PDCA</b>	<i>Plan, Do, Control, Act</i>
<b>PESTEL</b>	Politique Economique Socioculturel Technologique Ecologique Légal
<b>PME</b>	Petite et Moyenne Entreprise
<b>PP</b>	Parties Prenantes
<b>R&amp;D</b>	Recherche et Développement
<b>RSE</b>	Responsabilité Sociétale des Entreprises
<b>SBM</b>	<i>SuntheticBasedMuds</i>
<b>SETAC</b>	<i>Society of Environmental Toxicology and Chemistry</i>

**SME**      Système de Management Environnemental

**WBM**      *Water BasedMud* (Boues à base d'eau)

## Glossaire

**Activité** : Famille de tâches élémentaires et complémentaires nécessaires à l'accomplissement d'une ou de plusieurs fonctions. Ensemble des actions matérielles et des opérations mentales.

**Activité de soutien** : Approvisionnement, gestion des ressources humaines (GRH).

**Activités principales** : Production, Commercialisation.

**Alphabétisme stratégique des acteurs** : C'est leur capacité à participer à la formulation de la stratégie. Elle peut être appréhendée comme étant composée de deux dimensions : la capacité à lire et la capacité à écrire la stratégie.

**Benchmarking** : Consiste à analyser les performances de l'entreprise sur ses FCS (Facteurs Clés de Succès) et les comparer avec le meilleur niveau de performance obtenu dans d'autres entreprises, afin de dégager un moyen permettant d'améliorer les performances de l'entreprise.

**But** : Déclaration générale de l'intention.

**Champ de compétences** : Domaine d'actions délimité, à l'intérieur duquel s'exerce l'ensemble des capacités professionnelles ou autres.

**Certification** : Document qui authentifie les compétences et savoir-faire d'un individu par rapport à une norme prédéfinie : le référentiel.

**Compétences distinctives** : Ressources procédés et aptitudes qui permettent d'obtenir un avantage concurrentiel.

**Contrôle** : Evaluation de l'efficacité et des réalisations, modification de la stratégie et/ou des réalisations si nécessaire.

**Culture d'entreprise** : C'est-à-dire l'ensemble des comportements, des pratiques professionnelles, des représentations qui sont partagés par le personnel. En d'autre terme, c'est l'identité de l'entreprise.

**Déontologie** : L'ensemble des règles professionnelles définissant les devoirs à tenir pour les membres d'une profession (internes : les procédures ; externes : la réglementation) qui fondent le fonctionnement des sociétés.

**Dispatcher** : Organiser l'équilibre entre ressources et contraintes.

**Domaine d'activité stratégique (DAS)**: Sous-ensemble d'une organisation auquel il est possible d'allouer ou de retirer des ressources de manière autonome et qui correspond à une combinaison spécifique de facteurs clés de succès.

**Ecart** : Action de s'écarter de la définition, des objectifs, des résultats, d'une mission, activité, tâche. L'écart concerne aussi une perception, comme l'écart entre les perceptions du client et les biens et services réellement délivrés.



**Ecoefficience** : L'écoefficience d'une entreprise est atteinte par la distribution de biens à un prix compétitif qui satisfassent les besoins humains et apportent de la qualité de vie, tout en réduisant progressivement les impacts écologiques et l'usage des ressources tout au long du cycle de vie

**Efficacité** : Niveau de réalisation des activités planifiées et d'obtention des résultats escomptés.

**Efficience** : Capacité d'un outil, d'une organisation, d'une technique, d'une personne à fournir le meilleur rendement. Rapport entre l'efficacité des actions et les ressources mobilisées pour les réaliser (fonctionnement/productivité/rendement). C'est l'efficacité au meilleur coût.

**Enjeu** : Ce que peuvent gagner ou perdre les parties prenantes. Les enjeux stratégiques, d'un projet, de communication...

**Ethique**, C'est-à-dire, au regard des règles (déontologie), et des valeurs morales reconnues par les groupes sociaux (ex: morale religieuse) constituant un ensemble de normes «acceptées », et qui vont guider notre comportement en tant qu'individu ou groupe social (ex : entreprise) dans l'action et face aux contradictions qu'elle génère. Nous engageons notre responsabilité en tant qu'individu appartenant à un collectif (regard des autres, reconnaissance et jugement), à travers les choix que nous faisons à la lumière de nos représentations elles-mêmes nourries de nos connaissances, de nos croyances (culture, morale, rapport à la règle).

**Groupe stratégique** : Ensemble d'entreprises dont les choix stratégiques sont voisins, donc concurrence forte car même ressources et stratégies voisines.

**Indicateurs de performance** : Mettent en place des critères, des points de repères qui rendent compte de la progression vers un objectif prédéfini. Il doit donc y avoir un lien explicite entre l'indicateur et l'objectif à atteindre.

**Kaisen** : Signifie « petit pas » en japonais ; en quelques mots il s'agit du principe d'amélioration continue à appliquer au niveau des postes de travail. Le kaisen est une méthode de l'outillage « qualité » qui permet de développer un projet d'amélioration continue au niveau des ateliers et postes de travail en y associant tous les intéressés.

**Mission** : Propos fondamental de l'organisation, en rapport avec les valeurs et les attentes des parties prenantes. Il s'agit de la raison d'être de l'entreprise.

**Objectifs** : Buts +réponses aux QQOCCP-Quoi ? Qui ? Quand ? Où ? Combien ? Comment ? Pourquoi ? L'objectif est donc une quantification ou intention plus précise que le but.

**Organisation** (dans le sens structure de travail) : Structure organisationnelle : groupement de moyens humains, matériels et financiers pour remplir certaines fonctions et atteindre certains buts (entreprise, société, association, entreprise artisanale, administration, etc). Structure responsable hiérarchisée permettant de remplir des fonctions. La théorie des organisations est constituée d'un ensemble de concepts, de méthodes, d'outils de gestion que définissent des conceptions différentes de l'entreprise.

**Performance** : Produit de la compétence, de la motivation, des moyens alloués et des conditions de réalisation pour atteindre les objectifs. Elle met donc en relation les capacités, les compétences, le contexte, le management, les moyens disponibles, l'organisation (et les conditions) du travail, les méthodes, les relations et les motivations du groupe de travail, les aléas.

**Pouvoir en action** : Le pouvoir d'un acteur se mesure par son poids économique, la technologie qu'il détient, l'expertise qu'il peut mobiliser, la confiance qu'il inspire, et la légitimité qu'on lui reconnaît.

**Procédure** : Elle n'est pas un processus (mais elle peut s'inscrire dans un processus). C'est un ensemble de règles (comme le respect d'un ordre précis), de démarches, de formalités devant être rigoureusement observées. Comme un processus, la procédure est un modèle préétabli, uniformisé, pour réaliser une action précise. La procédure est figée. Elle permet à des personnes différentes de travailler de la même manière.

**Processus** : Modèle susceptible de rendre compte de l'enchaînement successif de tâches et d'activités corrélées ou interactives. Il intègre les aléas rencontrés. C'est un ensemble d'opérations successives répondant à un schéma préétabli et organisé en vue d'un résultat déterminé. Exemples : un processus d'innovation, d'agrément à une norme, de développement, de pilotage, de formation, de réalisation, de fabrication industrielle, de validation, de mise en service, de support...

**Retour d'expérience (REX)** : La démarche de retour d'expérience est pratiquée à l'occasion, soit d'un accident ou d'une crise, soit d'un écart constaté par rapport à la norme ou au fonctionnement normal de l'Organisation. L'étude des REX indique aussi les capacités à réinvestir dans de multiples situations de travail.

**Segment stratégique** : Un segment stratégique est constitué par un ensemble homogène de biens et/ou de services destinés à un marché spécifique, ayant des concurrents déterminés et pour lesquels il est possible de formuler une stratégie.

**Slogan**: « objectif zéro accident ».

**Stackholders** : « parties intéressées » ; On préférera « **parties prenantes** » car toutes les parties ne sont pas « intéressées » au développement de l'entreprise en supposant qu'elles aient un intérêt dans son développement (ex. : institutions de contrôles réglementaires).

**Stratégie contrainte** : Impact fort de l'environnement. Pas de projet suffisamment fort de l'acteur pour s'imposer à l'environnement.

**Stratégie interactive** : Prise en compte de toutes les parties prenantes. Réponse à une attente exprimée par l'environnement. Dans ce cas, l'environnement et les acteurs stratégiques sont tous les deux actifs.

**Stratégie volontariste** : Les acteurs veulent imposer leur projet à l'environnement.

**Tactique** : Art de disposer de ses forces (niveaux opérationnel et fonctionnel). Désigne toutes les actions à mettre en œuvre pour atteindre des objectifs opérationnels induits par la stratégie.

Contrairement à la stratégie qui définit des enjeux globaux, les tactiques d'entreprise sont des approches locales particulières avec des enjeux limités et à court terme.

**Valeurs :** Les règles de vie.

**Vision ou intention stratégique :** Etat futur souhaité, l'aspiration de l'organisation, projection de l'avenir.

## Liste des figures

<b>Code</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1.1</b>	<i>Les composantes du management stratégique.</i>	10
<b>Figure I.2</b>	<i>Méthodologie stratégique.</i>	16
<b>Figure I.3</b>	<i>Courbe de vie des produits (Site antoninaillet, 2015).</i>	20
<b>Figure I.4</b>	<i>Roue de Deming : symbole de l'amélioration continue (Site cndp, 2015).</i>	31
<b>Figure II.1</b>	<i>Les différents facteurs de l'environnement de l'entreprise (Site merkapt, 2014).</i>	36
<b>Figure II.2</b>	<i>Flux des matières de l'ACV (Hamzi, 2008).</i>	47
<b>Figure II.3</b>	<i>Cadre méthodologique de l'ACV selon ISO.</i>	49
<b>Figure II.4</b>	<i>Proposition d'un modèle de management stratégique en vue d'une amélioration des performances environnementales des entreprises.</i>	61
<b>Figure III.1</b>	<i>Cycle du fluide sur le site de forage (Hadj Abbas, 2011).</i>	65
<b>Figure III.2</b>	<i>Action des polluants sur le sol (Hadj Abbas, 2011).</i>	79
<b>Figure III.3</b>	<i>Hiérarchie d'actions pour le management environnemental des boues de forage (Dada, 2011).</i>	86
<b>Figure IV.1</b>	<i>Organigramme de l'ENTP (Manuel QHSE, 2014).</i>	93
<b>Figure IV.2</b>	<i>Impacts par phase de vie.</i>	113
<b>Figure IV.3</b>	<i>Impacts par phase de production.</i>	115
<b>Figure IV.4</b>	<i>Impacts par phase de déplacement.</i>	116
<b>Figure IV.5</b>	<i>Impacts par phase d'utilisation.</i>	117
<b>Figure IV.6</b>	<i>Modèle simplifié (Proposé par nos soins).</i>	120
<b>Figure IV.7</b>	<i>Analogie du modèle proposé avec la roue de Deming PDCA (Proposé par nos soins).</i>	122

## Liste des tableaux

<i>Code</i>	<i>Tableau</i>	<i>page</i>
<i>Tableau I.1</i>	<i>La matrice SWOT (Site piloter, 2014).</i>	<i>18</i>
<i>Tableau II.1</i>	<i>PESTEL-Grille d'analyse.</i>	<i>43</i>
<i>Tableau III.1</i>	<i>Principaux additifs utilisés dans la formulation des fluides de forage (Dada, 2011).</i>	<i>73</i>
<i>Tableau IV.1</i>	<i>Rapport analyse environnementale (ENTP, 2014).</i>	<i>97</i>
<i>TableauIV.2</i>	<i>Synthèse sur les différentes forces et faiblesses de l'ENTP.</i>	<i>101</i>
<i>TableauIV.3</i>	<i>Opportunités et menaces de l'environnement global.</i>	<i>105</i>
<i>TableauIV.4</i>	<i>Présentation des données et des processus.</i>	<i>110</i>
<i>TableauIV.5</i>	<i>Résultats pour l'ensemble du cycle de vie.</i>	<i>113</i>
<i>TableauIV.6</i>	<i>Résultats phase de production.</i>	<i>114</i>
<i>Tableau IV.7</i>	<i>Résultats phase de déplacement.</i>	<i>115</i>
<i>Tableau IV.8</i>	<i>Résultats phase utilisation.</i>	<i>116</i>

# *Introduction générale*

# **Introduction générale**

## **1- Problématique**

Aujourd'hui, la stratégie présente une discipline et un champ de recherche en pleine évolution. Il s'agit d'un secteur en pleine mutation. La recherche de satisfaction conjointe d'attentes, s'inscrit dans le projet du management stratégique qui est de « concevoir, piloter, activer les processus de finalisation, d'organisation et d'animation susceptibles d'assurer, dans la durée, une congruence suffisante entre les buts et projets, les exigences perçues de l'environnement et les capacités attribuées à l'entreprise » (Asquin & Wissler, 2000).

L'époque actuelle est caractérisée par des technologies nouvelles et des systèmes de production complexes. Ainsi, les entreprises se retrouvent confrontées à de nouveaux défis dans la création et le maintien d'un environnement de travail qui garantit leurs performances afin d'atteindre les objectifs pouvant concerner un ensemble d'activités, depuis le plan stratégique jusqu'aux activités opérationnelles, en passant par le processus de projet. Ces objectifs peuvent se matérialiser en termes de résultats, d'impacts stratégiques, environnementaux, sociaux, opérationnels, financiers et juridiques.

Les interfaces entre entreprises et environnement se sont profondément transformées au cours de ces dernières années, suivant les préoccupations et les demandes de la société. D'une simple contrainte technique ou réglementaire, l'environnement est devenu pour nombre d'entreprises une exigence forte conduisant à des interrogations stratégiques majeures. Anticiper les problèmes d'environnement, préparer l'entreprise à l'évolution des enjeux et des contestations du futur, mettre en place les réponses permettant de demeurer une entreprise industrielle performante et satisfaisant les attentes de ses clients et ses obligations de service public, sont une nécessité forte pour l'entreprise.

Par ailleurs, les objectifs ambitieux que se sont fixés les différents gouvernements en matière de changement climatique, de biodiversité, de préservation des ressources naturelles (consommation d'énergie, d'eau et de matières premières), pollution des sols ou de l'air, production de déchets, rejets d'eaux usées, depuis plusieurs années, auraient dû faire de l'environnement l'une des composantes majeures des stratégies d'entreprise. En effet, les questions environnementales représentent aujourd'hui un enjeu stratégique pour les

entreprises. Longtemps, subordonné aux besoins de l'activité économique et considéré comme un ensemble de ressources illimitées, l'environnement apparaît aujourd'hui comme une préoccupation collective qui doit être intégrée aux activités productives (Boiral, 2004). Cependant, la prise en compte des questions environnementales peut contribuer à l'amélioration de l'image de l'organisation, au perfectionnement de ses procédures internes d'industrialisation, à la diminution des rejets et des déchets polluants, et en fin de compte à un véritable avantage compétitif. En revanche, ces questions environnementales bouleversent, plus ou moins considérablement, les procédures et les processus classiques de l'organisation et obligent cette dernière à investir dans de nouveaux outils pouvant paraître inutiles et coûteux.

Beaucoup d'entreprises algériennes sont encore considérées comme des sources de certains risques environnementaux directement liés à leur activité ou bien entendu à l'impact à l'environnement dû à certains accidents majeurs. D'autres ont par contre développé des actions et des outils managériaux servant à décliner les stratégies environnementales adoptées. Ainsi, la maîtrise des problèmes relatifs aux risques environnementaux n'a pas atteint un niveau d'importance de manière à faire recours au management stratégique pour trouver des solutions efficaces, efficientes et économiques en agissant au sommet de la pyramide hiérarchique managériale. D'où une contribution à l'étude de l'apport du management stratégique dans le management environnemental, s'avère indispensable pour favoriser et améliorer ce dernier. Plusieurs outils d'analyse peuvent servir dans la mise en exergue de cet apport. Nous citons particulièrement l'outil PESTEL et l'ACV (Analyse du Cycle de Vie).

## **2- Objectifs et hypothèses de recherche**

Le travail présenté dans ce mémoire a pour objectif de répondre à la question suivante qui se pose : « Comment anticiper les problèmes liés à l'impact environnemental à travers le management stratégique ? ».

Il s'agit, donc, de tenter de répondre à cette question par le biais d'une proposition d'un modèle inspiré de la démarche du management stratégique qui se base sur l'application de deux outils d'analyse stratégique (l'outil PESTEL et l'ACV), et qui est utilisable dans le domaine de la maîtrise des risques environnementaux, afin de répondre aux hypothèses de recherche suivantes :

- Est-il possible de gérer le management environnemental à un niveau stratégique ?
- Quels sont les outils du management stratégique utilisables en management



environnemental afin de le favoriser?

- Quel modèle peut-on proposer pour mieux exploiter la démarche du management stratégique dans le but de maîtriser les risques environnementaux ?
- Le modèle proposé s'applique-t-il à tout type d'entreprise (grandes firmes et PME) ?

### **3- Organisation du mémoire**

Le manuscrit comprend, en plus d'une introduction et une conclusion générale, les quatre chapitres suivants :

- **Le premier chapitre** est dédié à une revue de la littérature sur le management stratégique et le management environnemental, afin de décrire ces deux notions de la façon la plus adéquate avec l'objectif de ce travail.
- Dans **le second chapitre**, nous nous intéressons à la présentation de deux outils d'analyse relatifs au management stratégique (PESTEL et ACV) et susceptibles d'être investis au management environnemental, afin de mieux le positionner et le favoriser bien évidemment. Un modèle de notre méthodologie de recherche est développé dans cette partie afin de le valider dans une étude de cas.
- Quant au **troisième chapitre**, il est consacré à une étude sur les boues (fluides) de forage vu que l'étude de cas portera sur ces dernières, dans le contexte du management environnemental.
- Enfin, le **quatrième et dernier chapitre**, concerne l'application du modèle développé dans le deuxième chapitre à travers la démarche du management stratégique ainsi que l'utilisation des deux outils d'analyse stratégique présentés dans le même chapitre (l'outil PESTEL et l'ACV).

*Chapitre I :*  
*Revue de la littérature sur*  
*le management stratégique*  
*et le management*  
*environnemental*

## Introduction

Il y a environ dix ans, on a assisté à l'émergence de nouvelles dispositions afin de protéger l'environnement. En 1992 avec la Conférence des Nations Unies sur l'environnement à Rio, une décision a été prise permettant d'officialiser le concept de développement durable. En 1993, le sommet de la terre marque le début de la lutte pour la réduction des gaz à effet de serre et pour la protection de la couche d'ozone. Les conférences de Berlin en 1995 et celle de Kyoto en 1997 vont imposer un calendrier de réduction d'émission de gaz à effet de serre. Mais les Etats-Unis, principal pollueur mondial, ne ratifie pas ce protocole (Di Giulio, 2011).

Aujourd'hui, pour une part non négligeable des chefs d'entreprises ou décideurs, l'environnement est devenu un facteur prépondérant de leur gestion, justifiant notamment leurs engagements dans des démarches volontaires, de type ISO 14001. Ainsi, le management environnemental est devenu un outil essentiel dans toute stratégie industrielle.

D'autre part, la maîtrise des problèmes relatifs aux risques environnementaux n'a pas atteint un niveau d'importance de manière à faire recours au management stratégique pour trouver des solutions efficaces, efficientes et économiques en agissant au sommet de la pyramide hiérarchique managériale.

L'objectif de ce premier chapitre est d'établir une recherche bibliographique susceptible d'éclaircir les notions du management stratégique et du management environnemental.

## I.1- Le management stratégique

### I.1.1- Définition et concept du management

Il s'agit d'une notion qui s'est peu à peu développée dans les entreprises industrielles et bureaucratiques, puis dans les entreprises de service, au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Le concept apparaît nettement à la fin des années 50 en Amérique, et se généralise aujourd'hui à tous les univers de production.

Longtemps liée au secteur économique et au marché, cette dynamique correspond aussi bien à « l'art de faire », aux processus qui permettent l'optimisation de l'entreprise sur le marché, qu'à la valorisation des ressources humaines. Le terme « management », dans son étymologie, renvoie à l'idée de « *manège ou de ménage* », et pourrait signifier « *régler les affaires de la maison* », ou aménager et bien évidemment organiser.

Le management est donc un art qui permet de conduire une organisation, de la diriger, de planifier son développement, de la contrôler ; il s'applique à tous les domaines d'activité

de l'entreprise et recouvre toutes les fonctions qui lui sont attachées : l'organisation de la production, la gestion des ressources humaines, le développement, la recherche ou l'innovation, etc. Le management c'est donc la conduite de l'action pour l'atteinte des objectifs. Par conséquent, implicitement « manager » signifiera également réduire les risques.

Le management est défini d'après la norme ISO 9001 comme étant les « *activités coordonnées pour orienter et contrôler un organisme* ». Dans le lexique des sciences sociales (Ed. Dalloz), c'est « *l'ensemble d'activités coordonnées en fonction de principes et de méthodes rationnelles sinon scientifiques, ayant pour but de conduire l'entreprise, une administration, un service de la façon la plus appropriée à ses objectifs* » (Académie Française, 1969).

### **I.1.2- Regard sur les organisations**

L'organisation est aujourd'hui définie comme un ensemble humain et technique structuré autour de stratégies et méthodes lui permettant d'assurer à la fois sa pérennité, sa compétence sur le marché et la capacité à atteindre ses objectifs. L'organisation peut être regardée comme un rassemblement de ressources humaines, matérielles, de travail et de capital, influencées par une diversité de contraintes et d'opportunités, internes et externes (Lefèvre, 2002).

D'une part, certaines notions se sont développées telles que « la veille stratégique, technologique et concurrentielle ». D'autre part, les exigences sont devenues plus fortes et marquées par les contraintes essentielles :

- Le développement de la concurrence,
- L'innovation technologique,
- Le risque et la prévention des risques,
- La motivation des individus.

Les managers doivent aujourd'hui acquérir des aptitudes à analyser et à comprendre des situations et des événements dans un monde marqué par la turbulence et la fragilité des organisations.

### **I.1.3- Définition de la notion de stratégie**

#### **I.1.3.1- Origine historique du concept de stratégie**

La notion de stratégie a vu le jour dans le domaine militaire, elle consiste à mobiliser des moyens pour gagner une guerre. Il s'agit de l'art de coordonner l'action de forces militaires, politiques, économiques et morales impliquées dans la conduite d'une guerre ou la préparation de la défense d'une nation ou d'une coalition. C'est l'emprunte militaire que l'on retrouve à la fois dans le langage et la démarche guerrière de la stratégie. C'est ainsi qu'un stratège d'entreprise (ou d'organisation) définit sa cible, prépare des plans d'attaque ou de défense, va conquérir des places fortes, dresse des barrières pour les protéger, etc.

C'est l'école de Harvard qui, en 1965, publie le premier modèle de formulation de la stratégie. La notion de stratégie sera par la suite popularisée par Igor Ansoff dans son ouvrage « *Corporate Strategy* » également publié en 1965 (Marchesnay, 2004).

Cette notion a été extrapolée à l'entreprise. En effet, elle définit les actions à mener pour réaliser les objectifs. C'est la direction générale de l'entreprise qui doit procéder au choix des voies et des moyens à mettre en œuvre afin d'atteindre les objectifs fixés. Ces actions devraient lui permettre de faire face aux entreprises concurrentes.

#### **I.1.3.2- Etymologie et définition du mot**

Le mot stratégie vient du mot grec : **Strategos** qui veut dire « *le général* » et qui se décompose comme suit :

- **Stratos** : *armée, multitude, expédition.*
- **Agos** : *celui qui conduit.*

Le terme « stratégie » comporte de multiples définitions. On pourrait dire qu'il y a autant de définitions que d'auteurs. Pour les fins de ce travail, elles ne sont retenues que certains exemples de définitions qui semblent être en convenance avec son contenu.

La stratégie se définit, selon l'historien des affaires Alfred Chandler, comme « *la détermination des buts et des objectifs à long terme d'une firme, l'adoption de politiques déterminées et l'allocation de ressources pour atteindre le mieux possible ces buts* » (Site cndp, 2014).

Harlé, Chevalier et d'Hoeraene (1988) définissent la stratégie comme étant d'abord et avant tout « *l'expression d'une volonté d'agir et de se développer dans telle ou telle direction* ».

La stratégie, selon Tarrab (1983) consiste à « *définir les buts et les objectifs à long terme ainsi que les moyens adéquats à mettre en œuvre pour les réaliser* » (Marchesnay, 2004).

A la lecture des différents points de vue des auteurs, on peut donc dire que la stratégie est un processus de réflexion qui vise à déterminer le profil de l'entreprise à long terme ainsi qu'à la positionner sur le marché face à ses concurrents. Pour ce faire, toute stratégie sous-entend une façon d'investir les ressources humaines et financières à la suite de décisions et d'actions dans le but de modifier à son avantage ou stabiliser sa situation concurrentielle en tenant compte des changements présents et futurs de son environnement.

La stratégie est un processus dynamique qui fait ressortir les cinq aspects suivants :

- l'environnement (où ?) ;
- les objectifs (quoi ?) ;
- les buts (pourquoi ?) ;
- le temps-plans (quand ?) ;
- les ressources (comment ?).

En synthèse de ce qui précède, la stratégie c'est « *l'ensemble constitué par les réflexions, les décisions, les actions ayant pour objet de déterminer les buts généraux, puis les objectifs, de fixer le choix des moyens pour réaliser ces buts, de mettre en œuvre les actions et les activités en conséquence, de contrôler les performances attachées à cette exécution et à la réalisation des buts* » (Marchesnay, 2004).

En résumé, la stratégie est un compromis entre ce que l'entreprise veut faire, ce qu'elle peut faire et ce qu'elle est autorisée à faire. Elle englobe la conception et le pilotage d'actions dans le but de saisir des opportunités tant internes qu'externes.

Cependant, la stratégie est un puissant instrument d'action pour les praticiens puisqu'elle les aide à mettre de l'ordre dans un univers chaotique et à agir de façon convenable. Elle peut être considérée sous des formes diverses telles que : la stratégie comme gestion de la relation organisation-environnement ; la stratégie comme prolongement des dirigeants (leurs perspectives et valeurs); la stratégie comme expression d'une communauté de personnes ; la stratégie comme filon conducteur ; et la stratégie comme construction d'un avantage concurrentiel (Seguin, Hafsi & Demers, 2008).

### **I.1.3.3- Formule et décision stratégiques**

Les managers, dans l'activité économique, caractérisent souvent une décision comme étant « stratégique » si :

- 1) une « nouvelle conception de la politique d'entreprise est instaurée et très profondément réfléchie »,
- 2) on se consacre aux « buts à long terme de l'entreprise ou à la mise en œuvre de ressources à long terme »,
- 3) « une réflexion rationnelle sur toutes les alternatives possibles » est conduite,
- 4) « une politique d'entreprise est poursuivie avec détermination »,
- 5) « un avantage concurrentiel se dégage à long terme »,
- 6) on vise à « étouffer ou déraciner les concurrents » ou si
- 7) vous vous sentez touchés « par les implications du modèle de réaction des concurrents ».

En règle générale, la notion de « stratégie » est liée à des notions qui touchent à « la conception de planning », « le long terme », « la détermination », « les avantages concurrentiels » ou « les interdépendances des comportements (coopératifs ou non-coopératifs) » (Pfahler & Wiese, 2000).

En effet, la formule de la stratégie se présente comme suit :  $S = E \times M \times H \times T \dots + \text{Epsilon}$  (dans laquelle : S représente la stratégie, E : l'environnement, M : les moyens, H : les hommes, T : le temps). Rajouter epsilon : c'est laisser une petite part à la chance.

Cette formule veut signifier que : « *La stratégie est le résultat de l'application des moyens, des hommes et du temps sur l'environnement* » (Garibaldi, 2008).

### **I.1.3.4- Stratégie et politique générale de l'entreprise**

Les stratégies vont déterminer les mécanismes que les acteurs de l'organisation mettent en œuvre afin d'atteindre les objectifs et la concrétisation de leur mission. Pour chaque objectif, on retrouve des stratégies spécifiques qui lui sont liées (Simon, 2011).

Toute entreprise est plus ou moins orientée par une politique générale explicitée ou non par le groupe dirigeant. Elle est le fruit des motivations, de la formation et de la culture des dirigeants. La politique générale se définit comme « *l'ensemble des principes directeurs et des grandes règles et normes qui orientent en permanence l'action* ». Elle traduit le libre arbitre des dirigeants d'entreprise. Ainsi, l'entreprise est libre dans le choix des objectifs généraux qu'elle entend poursuivre et des stratégies qu'elle développe afin d'atteindre ces objectifs. La politique générale s'impose à la stratégie en lui fixant des buts à atteindre, des

contraintes et des critères à respecter et est souvent formalisée dans les chartes d'entreprises (site perso, 2014).

Fondamentalement, l'activité stratégique élabore des énoncés qui expriment, dessinent des mondes possibles qui vont orienter et encadrer, pour un temps, les décisions, les actions et les opérations concrètes (Martinet, 2008).

#### **I.1.4- Définition du management stratégique**

La stratégie peut être envisagée selon deux niveaux : la formulation stratégique et le management stratégique. La formulation stratégique a pour objet de « *structurer la démarche de réflexion des dirigeants pour arriver à des choix stratégiques* ». Le management stratégique concerne « *les conditions de mise en œuvre de ces choix et l'organisation des actions collectives qui permettront d'obtenir la performance attendue* ». C'est un concept lancé au milieu des années soixante-dix, par Igor Ansoff pour mettre en avant les conditions qui permettent aux structures et aux organisations de s'adapter. Le management comme « *art de gérer une maison* », la stratégie comme « *art militaire* ».

C'est également « *l'ensemble des tâches relevant de la direction générale, qui ont pour but de fixer à l'entreprise les voies de son développement futur tout en lui donnant les moyens organisationnels d'y parvenir* ». Le management stratégique est « *un processus de réflexion qui conduit les dirigeants à instaurer un mode de gestion superposé au système de gestion de l'entreprise à la suite de formulations de stratégies et de plans à long terme, qui permet de traduire en actes une volonté stratégique en tenant compte des ressources et en s'ajustant rapidement aux évolutions des environnements* ».

De façon plus simple, le management stratégique est « *un mode de gestion qui vise à assurer un couplage étroit entre stratégies et opérations* ». Toute décision opérationnelle qui n'est pas une décision de gestion courante est systématiquement examinée dans une perspective stratégique (Bouyouf, 2010). De plus, les stratégies peuvent être modifiées en tout temps si un évènement important peut mettre en péril la survie de l'entreprise.

En fait, le management stratégique d'une organisation a pour fonction d'en assurer la compétitivité, la sécurité et la légitimité. Il n'est donc pas l'apanage des seules entreprises. Dans toute organisation, si petite soit-elle, quel que soit le secteur et le type d'activité, peuvent se poser des problèmes stratégiques. Les collectivités territoriales et les associations, les exploitants agricoles comme les établissements publics, les professions libérales et les administrations, en viennent à développer des réflexions similaires à celles que mènent les



firmes. Bien entendu, les contraintes qui pèsent sur les uns et sur les autres diffèrent par certains côtés (Koenig, 1996).

De manière plus brève, le management stratégique se définit comme étant un processus de gestion permettant de définir la mission, les valeurs, les buts et les objectifs d'une organisation. Ce processus conduit généralement à une adoption d'un plan d'action stratégique. Le processus est stratégique parce qu'il implique de définir et d'appliquer la meilleure alternative compte tenu des circonstances d'un environnement changeant. Etre stratégique signifie également être clair en ce qui concerne les objectifs que poursuit l'organisation, être conscient des ressources de l'organisation (humaines, matérielles et financières) et incorporer ces deux dimensions dans un environnement dynamique (De Launière, 2008).

La qualité du stratège réside dans sa capacité à anticiper les situations et à détecter les possibles effets avant qu'ils n'aient eu le temps de se manifester. L'anticipation est un mouvement de pensée, qui permet d'imaginer par avance un événement.

### I.1.5- Composantes du management stratégique

Quels que soient la taille et le secteur d'activités de l'entreprise, les étapes de la démarche stratégique restent sensiblement les mêmes. Le management stratégique souligne l'importance des managers dans la stratégie et inclut le diagnostic stratégique, les choix stratégiques et le déploiement stratégique. Le schéma ci-après illustre les différents aspects de chacune des trois étapes (ou composantes) du management stratégique :

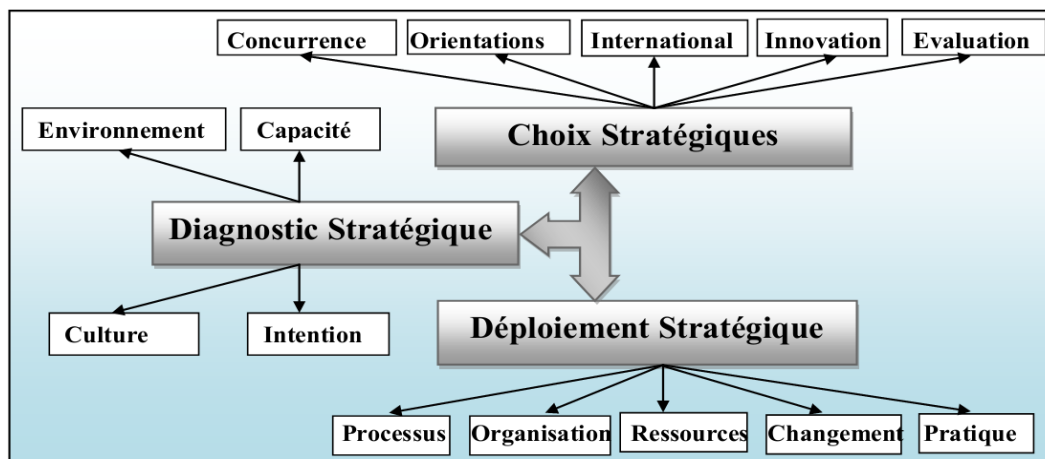


Figure I.1: Les composantes du processus du management stratégique

L'analyse de l'environnement et des ressources constitue principalement la phase de réflexion stratégique. Une fois cette phase achevée et diverses solutions ou opportunités envisagées, la phase de décision est caractérisée par un moment et un endroit précis (réunion du comité de direction, du conseil d'administration, etc.). Une fois la décision prise, elle est supposée être mise en œuvre, théoriquement, exactement comme il a été prévu (Torset, 2005).

### **I.1.5.1- Le diagnostic stratégique et outils d'analyse**

Le diagnostic stratégique est la première étape de la démarche stratégique et consiste à établir une analyse externe et interne de l'entreprise pour comprendre sa situation actuelle. Il s'agit de positionner l'entreprise et ses concurrents sur un marché donné afin de confirmer ou de modifier les choix stratégiques antérieurs et de projeter ainsi l'entreprise dans un futur maîtrisé. C'est à partir de ce diagnostic que les orientations stratégiques pourront être formulées.

Pour réaliser un diagnostic stratégique d'une entreprise, plusieurs outils d'analyse peuvent être utilisés afin de déceler les opportunités et les menaces, les forces et les faiblesses de l'entreprise. Les outils les plus fréquemment utilisés sont : PESTEL, ACV, SWOT, Modèle des 5(+1) forces de Porter, la Méthode des Scénarios, etc... Ces outils servent à décrypter une situation complexe, à repositionner les problèmes, à cadrer les solutions possibles. Cependant, ils sont des **instruments d'aide à la décision** et permettent, bien souvent, de mettre en lumière les lacunes, en particulier en matière d'informations (bilans, comptes financiers, etc...) (Marchesnay, 2004).

#### **A. La notion d'environnement**

La question des relations entre les organisations et leur environnement occupe une place centrale dans les théories des organisations et en stratégie d'entreprise depuis les années 1960. L'environnement est propre à chaque entreprise mais les caractéristiques actuelles de l'environnement sont les mêmes : environnement complexe, incertain évolutif et instable (on parle de turbulence qui peut s'analyser en termes de récurrence des événements, de vitesse de changement et de prévisibilité). Les entreprises qui sont ouvertes sur leur environnement sont donc obligées de s'adapter et d'évoluer en permanence sous peine d'être surpassées par la concurrence.

L'environnement est constitué de tous les facteurs extérieurs à l'entreprise. On le divise généralement en deux sous-environnements.

#### **B. Le macro-environnement (ou environnement global de l'entreprise)**

Représente tous les facteurs extérieurs à l'entreprise, qui s'imposent à elle et constituent son cadre d'action. Il s'agit des facteurs Politique, Economique, Social, Technologique, Ecologique et Légal (PESTEL). L'entreprise n'a globalement pas d'influence sur cet

environnement et peut difficilement agir pour le modifier. Selon les entreprises, cet environnement est géographiquement plus ou moins distant :

- Pour un grand nombre d'entreprises, notamment les plus petites, l'environnement n'est que local.
- Pour d'autres, l'environnement sera essentiellement local.
- Enfin, les plus grandes entreprises (FMN) agissent dans un environnement international.

### **C. Le micro-environnement (ou environnement immédiat)**

Concernera les relations de l'organisation avec ses partenaires, ses clients, ses fournisseurs, et surtout avec ses concurrents. Contrairement à l'environnement général, l'entreprise peut influencer certaines composantes au sein de cet environnement. Une telle analyse permet de dégager les forces et les faiblesses de l'entreprise (potentialités intrinsèques).

Les forces de l'entreprise peuvent être sa renommée, ses compétences techniques ou technologiques, son ou ses produits, le style de management, etc. Tandis que ses faiblesses seront par exemple une main d'œuvre vieillissante ou mal formée, des problèmes de la qualité de la production, etc...

Ce diagnostic permet à l'entreprise d'élaborer des stratégies adéquates afin de :

- Faire face à la concurrence intra-sectorielle provenant des concurrents installés.
- D'évaluer le niveau de protection du secteur.
- D'analyser le poids des fournisseurs et des clients dans le secteur.

L'analyse interne permet de déterminer la capacité stratégique de l'entreprise (les ressources et compétences, les connaissances organisationnelles, etc...). Il s'agit d'un audit de la stratégie aux niveaux fonctionnels et opérationnels de l'entreprise (forces et faiblesses).

### **D. Les caractéristiques du diagnostic stratégique**

Le diagnostic stratégique est une remise en cause de l'existant et sa nécessité apparaît dans les périodes de crises lors de la dégradation importante d'une situation, du changement de l'équipe dirigeante et la remise en cause des modes de management et de la culture de l'entreprise, ou encore, lors de la modification des conditions de l'exploitation ou le changement de l'implantation géographique. Le diagnostic d'entreprise présente des

caractéristiques particulières du fait qu'il est utilisé pour des objectifs différents et des aspects différents de la gestion des entreprises, à savoir :

- *Le diagnostic d'entreprise est préventif* dans la mesure où il détecte voire prévoit les problèmes, les dysfonctionnements et les difficultés au sein des entreprises ; et n'attend pas leur déclenchement pour les signaler.
- *Le diagnostic d'entreprise s'apparente à un bilan de santé* dans la mesure où il permet non seulement de détecter les points faibles pour les corriger, mais aussi les points forts pour en tirer profit et les renforcer.
- *Le diagnostic d'entreprise est thérapeutique* ce qui signifie qu'il est curatif. Cela est dû au fait qu'il prescrit des remèdes et apporte des solutions, sans imposer les choix relevant toujours de la direction.
- *Le diagnostic d'entreprise est dynamique* car il pronostique les chances de succès ou d'échec des solutions proposées et éventuellement, il peut aider à la mise en œuvre des solutions adoptées notamment en facilitant le changement (Harouz, 2012).

#### **I.1.5.2- Les choix stratégiques**

La deuxième étape du processus du management stratégique est celle des choix stratégiques au cours de laquelle il faudra analyser la synthèse du diagnostic stratégique afin de dégager les enjeux stratégiques de l'entreprise avant d'aborder la vision et le concept stratégique futur.

Après avoir présenté à la direction une synthèse de données, elle valide le travail effectué et officialise les données à prendre en compte pour bâtir la stratégie de l'entreprise. Il s'agit des choix stratégiques qui peuvent être de nature opérationnelle (remettre l'entreprise dans une situation désirée) ou de nature stratégique (réorientations, choix de développement, mouvement stratégique) (Marmuse, 1999).

Toute stratégie devra être évaluée par rapport aux critères ci-après :

- ✓ **La pertinence** (la cohérence avec le diagnostic): Désigne le degré d'adéquation entre un choix stratégique et les conclusions du diagnostic stratégique
- ✓ **La faisabilité** : Désigne la performance attendue d'un choix stratégique. Autrement dit, c'est l'évaluation de la capacité de l'organisation à maîtriser les ressources et les compétences nécessaires au déploiement de la stratégie.

- ✓ **L'acceptabilité** : Désigne les gains attendus, le niveau de risque et la réaction prévisible des parties prenantes.

### **I.1.5.3- Le déploiement stratégique**

Il s'agit de la troisième et dernière étape du processus du management stratégique : une fois qu'on a défini le concept stratégique, il faut mettre en œuvre le changement voulu, définir le déploiement tactique et adapter le système de management. Cette étape consiste à mettre la stratégie en pratique. Une stratégie n'existe qu'à partir du moment où elle est effectivement mise en œuvre et traduite en actions opérationnelles.

Le déploiement stratégique est constitué de deux parties fondamentales : la formulation de la stratégie et les décisions stratégiques.

#### **A. Formulation de la stratégie**

Par formulation stratégique l'on entend l'énoncé de la mission stratégique de l'entreprise, de ses objectifs stratégiques, de sa stratégie et de sa politique de mise en œuvre stratégique (elle-même décomposée en programmes, puis, avec l'adjonction des ressources, en plans).

Les étapes de la formulation stratégique sont les suivantes :

- ✓ Qualifier la stratégie de l'entreprise : suiveuse (passéiste), meneuse (volontariste).
- ✓ Récapituler les forces et les faiblesses ainsi que les opportunités et les menaces.
- ✓ Proposer des stratégies alternatives selon les scénarios probables concernant l'environnement.
- ✓ Valider les solutions proposées en analysant leur cohérence, en particulier avec les finalités et les moyens de l'entreprise.

La formulation stratégique consiste à hiérarchiser les priorités, définir les chemins à suivre et planifier dans le temps.

#### **B. Les décisions stratégiques**

Décider, c'est avant tout exercer des choix entre différentes options possibles, en fonction des ressources dont les décideurs disposent dans l'organisation. Les décisions sont prises dans le cadre d'objectifs, de stratégies et de contraintes (Chiron & Geronimi, 2006).

Dans les grandes organisations, la prise de décision s'appuie largement sur des procédures, et sur des rapports interindividuels et collectifs. En revanche, dans les petites organisations, les décisions sont prises par le sommet stratégique, mais le processus englobe d'autres acteurs, jusqu'à l'opérationnel. Or, plus qu'un enchaînement logique, la décision est davantage le fruit de rencontres fortuites entre problèmes, solutions, participants et occasions de choix. Les décisions stratégiques concernent :

- L'orientation à long terme.
- Le périmètre d'activité de l'organisation : s'adresse à de nouveaux besoins ou à un nouveau marché.
- Création d'un avantage concurrentiel.
- Réponse aux évolutions de l'environnement : positionnement de l'organisation obtenu grâce à l'exploitation des ressources et compétences.
- Création de valeur : acquérir de nouvelles compétences ou ressources ou développement de celles en interne.
- Prise en compte des attentes de l'ensemble des parties prenantes avec des intérêts et des pouvoirs différents.

On constate donc que les décisions stratégiques sont complexes, ayant une situation d'incertitude (pari sur l'avenir). Ce sont des décisions opérationnelles, qui constituent une approche globale et qui impliquent un certain taux de changement.

On distingue trois niveaux de stratégie : la stratégie d'entreprise (projet d'établissement), la stratégie par domaine d'activité (projet de pôle) et enfin la stratégie opérationnelle (projet de service). On distingue également trois niveaux de décisions stratégiques : stratégique, pilotage et opérationnel.

Le schéma ci-après illustre la méthodologie stratégique avec ses différentes étapes :

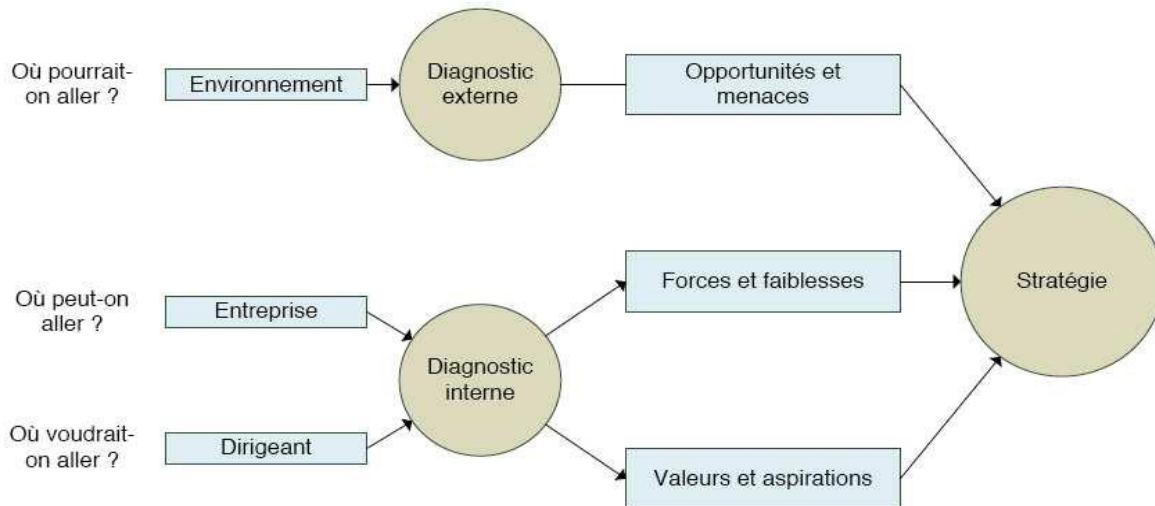


Figure I.2 : Méthodologie stratégique

### I.1.6- Les outils d'analyse stratégique

L'analyse stratégique se compose d'un ensemble d'outils et de méthodes qui, combinés entre eux, forment des démarches dont le but final consiste à aider le manager dans le choix et l'orientation des activités de l'entreprise qu'il dirige (Godet & Monti, 2004).

Sans chercher à être exhaustif, on présente ici les principaux outils et méthodes d'analyse stratégique développés au cours des dernières décennies. Nous citons parmi ces outils d'analyse :

- Le modèle PESTEL ;
- Le modèle LCAG ;
- L'analyse SWOT ;
- La segmentation en domaines d'activités stratégiques ;
- L'analyse du cycle de vie (ACV);
- La méthode de scénarios ;
- L'effet d'expérience.

Notons l'existence de beaucoup d'autres méthodes d'analyse stratégiques, telles que les modèles de portefeuille d'activités, l'analyse des ressources fondamentales (des chaînes de la valeur aux arbres de compétences), la méthode du Boston Consulting Group (BCG), la méthode ADL, la méthode des 5 (+1) forces de Porter, etc.

### **I.1.6.1- L'analyse PESTEL**

L'entreprise évolue dans un environnement, avec lequel elle interagit. Il s'agit grâce à cette méthode, de repérer les facteurs environnementaux qui ont un impact significatif sur l'entreprise et de les regrouper par nature. On obtient alors six catégories de facteurs qui peuvent être sources de menaces ou d'opportunités. Les facteurs concernés sont les suivants : Politique, Economique, Socioculturel, Technologique, Ecologique, Légal.

La méthode PESTEL est un outil d'aide à la décision stratégique qu'il faut plutôt utiliser comme une liste de contrôle afin de n'oublier aucun facteur lors de l'analyse. Ce modèle est essentiel pour préparer l'offre produit et doit être utilisé pour chaque marché (public ou privé, pays A, B, ou C). Cependant, le PESTEL reste insuffisant et limité en terme d'analyse.

### **I.1.6.2- Le modèle LCAG**

Ce modèle, connu sous le sigle LCAG du nom de ses auteurs, représente toujours un point de référence important car il constituait le premier modèle d'aide à la formulation stratégique. Il est basé sur deux concepts clés qui sont l'idée de « compétence distinctive », développée par Selznick en 1957, et le concept de « stratégie de secteur d'activité », développé par Chandler en 1972 dans un ouvrage de référence, stratégies et structures de l'entreprise.

Le modèle LCAG offre un raisonnement logique en cinq phases :

- 1. Evaluation externe** qui consiste à identifier les menaces et les opportunités dans l'environnement, ainsi que les facteurs clés de succès.
- 2. Evaluation interne** qui permet d'identifier les forces et les faiblesses de l'entreprise (par rapport à la concurrence et par rapport au temps) d'une part, et d'autre part d'identifier les compétences distinctives par rapport à la concurrence.
- 3. Création** et évaluation de toutes les possibilités d'action (stratégies).
- 4. Eclaircissement** des valeurs de l'environnement (responsabilité sociale de l'entreprise) et des valeurs managériales (dirigeants).
- 5. Choix** des manœuvres stratégiques en fonction des ressources et mise en œuvre des stratégies.

Les éléments de ce modèle constituent les racines de la démarche stratégique. Il faut bien les comprendre pour pouvoir élaborer des hypothèses d'action réalistes et pertinentes.



### I.1.6.3- L'analyse SWOT

L'analyse (ou matrice) SWOT (Strengths -Weaknesses-Opportunities-Threats) ou AFOM (Atouts-Faiblesses-Opportunités-Menaces) est un outil d'analyse stratégique. Il combine l'étude des forces et des faiblesses d'une organisation, d'un territoire, d'un secteur, etc. avec celle des opportunités et des faiblesses de son environnement, afin d'aider à la définition d'une stratégie de développement. Cette matrice est directement issue du modèle LCAG

Le but de l'analyse SWOT est de prendre en compte dans la stratégie, à la fois les facteurs internes et externes, en maximisant les potentiels des forces et des opportunités et en minimisant les effets des faiblesses et des menaces. Autrement dit, l'objectif de cette méthode est de conduire à un repérage des facteurs ayant une influence stratégique.

Le SWOT est un outil de stratégie d'entreprise permettant de déterminer les options stratégiques envisageables au niveau d'un domaine d'activité stratégique (DAS).

Il s'agit dans un premier temps d'identifier les forces et faiblesses d'une organisation, ainsi que les opportunités ou menaces présentes dans l'environnement. Puis dans un second temps, d'utiliser la matrice des recommandations.

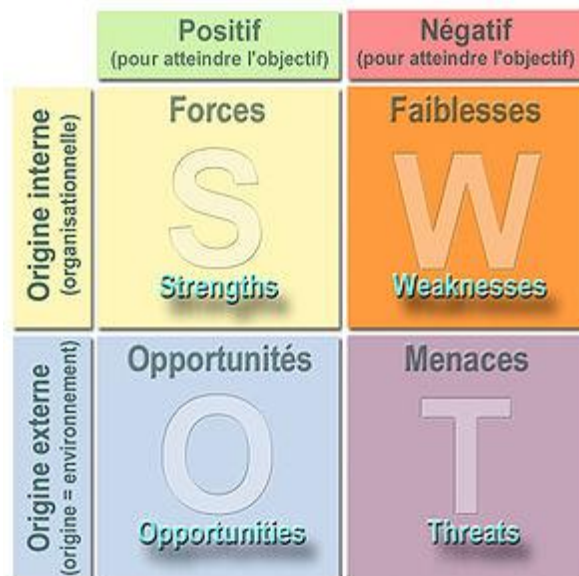


Tableau I.1 : La matrice SWOT (Site piloter, 2014)

La méthode est simple et conduit à accorder une attention aux membres de l'organisation. Mais les faits ne sont pas si aisément classables dans les catégories SWOT. Les critères ne

sont pas identiques suivant les managers (forces et faiblesses en fonction des réalisations passées ou des objectifs à réaliser ?).

Notons qu'il est difficile de trancher sur la nature « bonne » ou « mauvaise » d'un phénomène car des implications favorables ou défavorables s'enchevêtrent parfois. Il est par ailleurs nécessaire de distinguer l'important du négligeable et il faut être vigilant à ne pas procéder à de « terribles simplifications ».

Le modèle SWOT pose les bases de la formulation de la décision stratégique.

#### **I.1.6.4- La segmentation en domaines d'activités stratégiques**

##### **A. Description**

Ces dernières années, l'appellation segment stratégique a été souvent remplacée, dans la littérature, par celle de domaine d'activité stratégique (DAS).

Deux activités feront partie du même segment stratégique si elles impliquent les mêmes concurrents, les mêmes consommateurs, ou si elles sont étroitement liées entre elles au niveau de la production ou de la distribution, de sorte que toute action sur l'une des activités (changement de pris, de qualité, de service), aura des répercussions sur l'autre.

On retiendra qu'un segment stratégique est un couple produit-marché à l'intérieur duquel existent de fortes synergies de production, de distribution, etc. Chaque segment stratégique représente pour l'entreprise un front sur lequel elle peut se battre isolément.

Le découpage des métiers donne « la carte des champs de bataille » de l'entreprise.

##### **B. Utilités et limites**

La segmentation des activités permet de découper les entreprises en domaines d'activités homogènes facilitant ainsi la différenciation entre les différents types de ces activités. Cependant, le découpage en segments stratégiques, est toujours une tâche très délicate.

Par ailleurs, le recueil des informations présente souvent de nombreuses difficultés puisque le découpage en DAS ne correspond généralement pas à celui des données statistiques existantes d'où des approximations et des estimations d'autant moins vérifiables qu'elles sont fournies confidentiellement par les consultants (Godet & Monti, 2004).

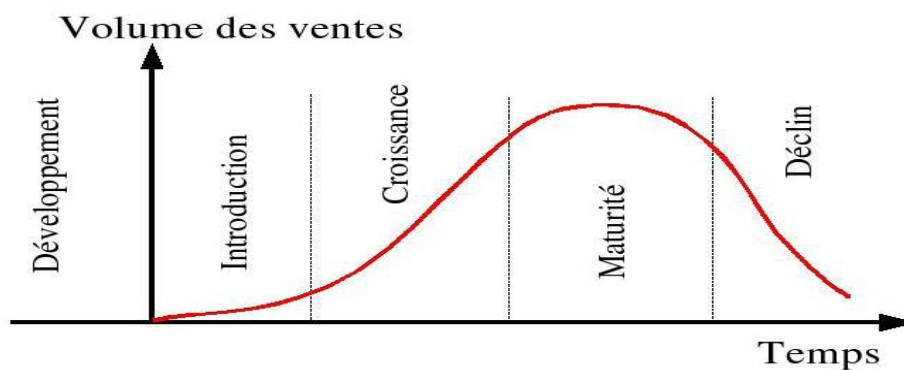
### I.1.6.5- L'Analyse du Cycle de Vie

#### A. Description

L'évolution des ventes et de la taille du marché d'un produit en fonction du temps présente l'allure suivante :

- Phase I- produit naissant : marché monopolistique ou oligopolistique, le produit est créé et nouvellement mis sur le marché, la concurrence est faible et le taux de croissance des ventes est moyen. L'entreprise investit beaucoup pour faire connaître son produit.
- Phase II- produit en plein développement (adolescent) : les ventes se développent fortement, apparition de nombreux concurrents nouveaux, besoins d'investissements massifs, pour acquérir ou conserver une part de marché,
- Phase III- produit ayant atteint l'âge mûr : peu de concurrents nouveaux, produit très rentable, demandant peu d'investissement,
- Phase IV- produit vieillissant : marché en régression (les ventes diminuent et les concurrents les plus faibles disparaissent).

Les différentes phases de vie des produits sont représentées par la figure suivante :



**Figure I.3 :** Courbe de vie des produits (Site antoninaillet, 2015)

Les analyses en termes de cycle de vie ont d'abord été utilisées dans le cadre des services marketing. En effet, le concept du cycle de vie des produits est très précieux pour la gestion financière d'une entreprise : il faut accepter des pertes lors du lancement en raison des investissements nécessaires, le retour sur investissements devenant possible qu'avec la maturité des marchés.

Lors du lancement, seuls quelques producteurs sont présents sur le marché ; on peut donc avoir une politique de prix plus élevés qu'en phase de développement où de nombreux concurrents sont présents.

Par ailleurs, le concept de cycle de vie est également utilisé en analyse (diagnostic) stratégique qui représente la première étape du management stratégique d'une entreprise.

## **B. Utilité et limites**

Le principal avantage du concept du cycle de vie des produits est certainement de permettre de diffuser largement et de façon relativement simple la notion de gestion dynamique des produits : emprunter lors du lancement pour rembourser en phase de maturité.

De nombreuses difficultés demeurent quant à l'utilisation de ce concept :

1) tous les produits n'ont pas le même type de courbe de vie : certains semblent éternels, d'autres éphémères. La capacité prédictive de cet outil dépend donc de l'habileté de l'analyste à identifier à la bonne courbe,

2) L'identification des différentes phases n'est pas toujours facile et leur durée est très variable. Par ailleurs, le suivi d'indicateurs considérés comme objectifs tels que le taux de croissance de la demande peut être perturbé par des évolutions importantes des techniques ou des comportements et des cycles économiques,

3) Ainsi, l'analogie biologique a ses limites puisque certains produits peuvent connaître une nouvelle jeunesse ou une adolescence accélérée en raison des changements techniques, économiques ou sociaux.

### **I.1.6.6- La méthode des scénarios**

Un scénario est une représentation plausible et détaillée de différents futurs envisageables, obtenue à partir de la combinaison de tendances structurelles très incertaines.

Cette méthode consiste à imaginer des futurs pour l'entreprise. Elle peut être utilisée aussi bien dans le cadre d'une démarche générale consistant à extrapoler des stratégies possibles, que pour envisager des possibilités d'évolution de l'environnement de l'entreprise, qui impliqueront bien entendu des réactions adaptées. Dans ce dernier cas, elle fera généralement suite à l'analyse PESTEL décrite plus haut.

La logique des scénarios va permettre d'étudier de manière prospective l'évolution de différents facteurs composant l'environnement afin de poser des hypothèses de développement possible pour l'entreprise. Elle est particulièrement utile lorsque l'on cherche à avoir une vision à long terme de la stratégie de l'entreprise. Par exemple, dans des secteurs où des investissements financiers sont très importants pour le développement d'une entreprise, il est nécessaire d'identifier les influences majeures sur l'environnement afin de prévoir le retour sur investissement.

La démarche se déroule en sept étapes qui doivent se succéder de manière rigoureuse. En général, le travail sur les différents scénarios se fait de manière séparée par équipe. Chaque équipe étudie un scénario et présente ses conclusions aux autres équipes, à l'issue de sa démarche d'analyse.

### **I.1.6.7- L'effet d'expérience**

La théorie de l'apprentissage, appliquée à la firme signifie qu'avec la répétition de tâches identiques, le personnel d'une entreprise devient de plus en plus expérimenté et permet à celle-ci de développer des gains de productivité. En effet, le nombre d'heures de travail nécessaires pour chaque nouvelle production, décroît régulièrement.

Dans les activités où le volume de production croît rapidement, la courbe d'expérience est un outil d'analyse stratégique pertinent : il s'agit de descendre le plus vite possible le long de la courbe d'expérience pour avoir les coûts unitaires de production les plus bas possibles.

Par ailleurs, le principal inconvénient de la recherche de l'effet d'expérience par augmentation des quantités produites d'un bien donné, est la rigidité dont la lourdeur des investissements n'est qu'un des aspects.

## **I.2- Le management environnemental**

### **I.2.1- Définition du concept environnemental**

L'environnement est une notion connue de tous, mais qui prend une signification différente pour chacun. Il ne s'agit donc pas d'en donner une définition absolue.

L'Encyclopedia Universalis (Edition 1999) ne définit pas directement le terme environnement mais renvoie à des domaines qui s'y rapportent, tels que l'éco-toxicologie,

l'écologie humaine, la protection de la nature, les cycles biogéochimiques, le droit et la politique.

Dans le Petit Robert (édition 2000) c'est un « *Ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) dans lesquelles les organismes vivants (en particulier l'homme) se développent* ». Protection, politique, qualité de l'environnement, il est intéressant de remarquer la pluralité des définitions et des champs auxquels se réfèrent ces définitions. Nous retiendrons que l'environnement prend en compte les éléments vivants (animal, végétal et humain) et les non-vivants (minéral, ressources culturelles), leurs conditions d'existence ainsi que l'ensemble des relations existant entre eux (physiques, biologiques, chimiques, sociologiques, etc...) (Khodja, 2008).

## **I.2.2- Risques environnementaux**

Selon la norme ISO 31000 : 2009, le risque se définit comme « *la possibilité qu'un événement survienne et dont les conséquences (ou effets de l'incertitude) seraient susceptibles d'affecter les personnes, les actifs de l'entreprise, son environnement, les objectifs de la société ou sa réputation* ».

Cette définition générale s'applique évidemment aux risques environnementaux. L'évènement associé à un « risque lié à l'environnement » peut donc être de nature diverse, mais il comporte nécessairement des sources ou des conséquences environnementales.

### **I.2.2.1- Types de risques environnementaux**

On entend par « risques liés à l'environnement » :

- A. les risques industriels** ou technologiques générés par l'entreprise (risques internes) impactant l'environnement : eau, air, sites et sols, bruit, etc.
- B. les risques d'agressions extérieures** : (risques externes) dont la dimension environnementale impacte l'entreprise, tels que :
  - Les risques naturels: inondation, mouvement de terrain, tempête, foudre, sécheresse...
  - Les accidents extérieurs à l'origine de dommages environnementaux : rupture de digue, accident provoqué par une activité dangereuse avoisinante...

### **I.2.2.2- Les conséquences pour l'entreprise**

Les conséquences des risques liés à l'environnement peuvent en effet être de plusieurs ordres :

- ✓ Atteinte à l'environnement : eau, air, sols, paysage, ressources naturelles, etc.
- ✓ Atteinte à l'intégrité humaine : santé et sécurité des salariés, du voisinage de l'entreprise, des utilisateurs des produits et services, etc.
- ✓ Pertes financières : manque à gagner, coûts des dommages, assurances, etc.
- ✓ Eventuelles sanctions juridiques : pénales, civiles et administratives,
- ✓ Dégradation de l'image de l'entreprise : risque de réputation, etc.

### **I.2.3- Définition du système de management environnemental (SME)**

Un système de management environnemental est un outil créé pour les entreprises ou pour les institutions, qui a pour objectif d'améliorer leur gestion et leurs performances environnementales. La norme ISO 14001 définit le SME comme « *la partie du système global de management d'un organisme qui comprend la structure organisationnelle, les activités de planification, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources pour développer, mettre en œuvre, réaliser, analyser et maintenir la politique environnementale* ».

Le SME permet donc d'organiser l'intégration des aspects environnementaux des activités d'une organisation dans sa gestion quotidienne. C'est en fait un outil de maîtrise des impacts liés aux activités, produits et services de l'organisme sur l'environnement, il est basé sur des exigences que l'on retrouve notamment spécifiées dans la norme ISO 14001.

Le système de management environnemental (SME) repose essentiellement sur le concept de développement durable qui vise à « *répondre aux besoins des générations actuelles, sans compromettre ceux des générations futures* ». C'est un prérequis permettant aux entreprises qui cherchent à atteindre un bon niveau de performance environnementale de maîtriser l'impact de leurs activités, produits ou services sur l'environnement en s'appuyant sur une politique environnementale et des objectifs définis. Il s'agit d'une démarche volontaire et c'est à l'entreprise de décider d'adopter ou non un SME. Cette décision sera prise au plus haut niveau, par exemple celui de la direction centrale d'un groupe. Le SME permet à l'entreprise d'obtenir une certification ISO 14001. Cependant, pour que ce système ait réellement des

résultats positifs sur l'amélioration de l'environnement, l'ensemble des acteurs de l'entreprise ou de l'institution doit être impliqué et assurer la pérennité du système.

Le SME complète la législation en matière d'environnement en intégrant des procédures nouvelles à la gestion des activités quotidiennes de l'entreprise ainsi qu'en instaurant une approche systématique et formalisée.

Le management environnemental offre une nouvelle façon de gérer l'entreprise tout en protégeant l'être humain, l'environnement et la rentabilité de l'entreprise. Elle s'applique à l'ensemble des pratiques et activités ayant un impact environnemental mineur ou majeur (Moundoukpe Lagnika, 2009).

Il est à noter que cet outil n'est pas seulement réservé au monde industriel et aux multinationales, mais il est également applicable aux petites et moyennes entreprises (PME), aux entreprises de service et au secteur public.

#### **I.2.4- Objectifs du management environnemental**

Le système de management environnemental peut être utilisé comme un véritable outil stratégique de développement organisationnel et d'amélioration significative de l'environnement et des conditions de travail. Le SME poursuit les objectifs suivants :

1. **maîtriser** les risques environnementaux relatifs aux produits et activités d'une entreprise. Autrement dit : il faut les identifier, les évaluer, les prévenir (réduction des émissions, des déchets, des risques d'accidents et de l'utilisation des produits toxiques ou dangereux) et repérer les lacunes dans les processus de production ou de management (Barriat, 2003).
2. **optimiser** les coûts de la gestion environnementale;
3. être en **conformité** réglementaire;
4. **intégrer** les préoccupations vis-à-vis de l'environnement au sein des esprits, et donc au sein des processus décisionnels.
5. **améliorer** la structure interne de l'entreprise au sein de laquelle les salariés seront mobilisés autour d'un projet fédérateur des meilleures conditions de travail ;
6. **obtenir** un avantage concurrentiel en termes d'image positive en compétitivité et donc se différencier par rapport à la concurrence.



### **I.2.5- Intérêt du SME pour l'entreprise**

La mise en place d'un SME dans une entreprise représente bien entendu certains coûts et demande du temps. Cependant, outre le bénéfice d'un meilleur respect de l'environnement, il admet les avantages ci-après :

- ❖ Améliorer le positionnement de l'entreprise sur le marché.
- ❖ Augmenter la cohérence du groupe.
- ❖ Economiser les matières premières (eau, énergie) en amont et par le recyclage, ce qui réduit d'autant la facture finale.
- ❖ Optimiser le processus de production.
- ❖ Réduire les coûts liés à la réparation des dommages environnementaux ou au paiement de taxes et de redevances.
- ❖ Se mettre dans les meilleures conditions pour anticiper la réglementation environnementale grâce à l'intégration de nouvelles législations dans la gestion de l'entreprise (Barriat, 2003).
- ❖ Améliorer les relations avec les parties prenantes (stakeholders) de l'entreprise telles que les clients, les fournisseurs, les assureurs, les banquiers, etc...
- ❖ Prise de responsabilité de l'entreprise vis-à-vis de la société.
- ❖ La communication externe est soutenue grâce à la certification.
- ❖ Le SME est un outil fédérateur en interne développant de nouvelles valeurs dans l'entreprise.
- ❖ Le SME est un outil de management permettant une rigueur et une constance amenant l'entreprise à atteindre les objectifs qu'elle s'est fixés.

### **I.2.6- Les enjeux relatifs à l'environnement**

L'homme, partie de son environnement, influence celui-ci et réciproquement. Il utilise, transforme, aménage la nature par l'industrialisation, l'urbanisation, ses relations sociales et culturelles. Ces activités engendrent des interactions avec l'environnement, positives ou négatives : interventions physiques, chimiques, biologiques et technologiques telles que par exemple l'extraction des ressources, ou l'émission de matières susceptibles de perturber l'état normal de l'environnement. Ainsi, les enjeux relatifs à l'environnement seront de deux ordres :

- **La disponibilité des ressources** à court, moyen, long terme et à quel coût ?  
L'évolution des coûts des matières premières et de l'énergie souligne cet enjeu comme étant en hausse dans les préoccupations aujourd'hui mondiales.
- **La qualité des ressources** liées à la dégradation du milieu par l'impact des activités humaines susceptibles d'engendrer les déséquilibres des écosystèmes dont nous dépendons intégralement.

### **I.2.7- Outils et démarches applicables à l'environnement**

Différents outils peuvent être appliqués au système de management environnemental dont nous citons :

- **La communication** permettant d'informer, de sensibiliser d'alerter et de motiver le personnel. Elle est nécessaire afin de faire comprendre à tous l'intérêt de la démarche tout en assurant son suivi. Sans communication, la démarche ne fonctionne pas sur le long terme. Plusieurs moyens de communication peuvent servir tels que la diffusion de l'information par voie d'affichage dans l'entreprise, par le biais d'internet et de l'intranet. La politique de communication au sein de l'entreprise doit faire preuve de transparence pour que chaque membre de l'organisation connaisse les objectifs, les résultats, les difficultés et les perspectives.
- **La formation** est un autre outil de la politique environnementale. Elle consiste à former le personnel à la prévention et au recyclage en se basant sur une identification des besoins en terme environnemental. Elle permet d'impliquer le personnel dans cette démarche afin qu'il comprenne son intérêt en la considérant comme un enjeu citoyen et non pas comme une contrainte.
- **Les tableaux de bord et les indicateurs** sont des outils du management environnemental. En effet, ils permettent de communiquer sur la politique environnementale de l'organisation, de voir les évolutions, les points forts et faibles à développer et de mesurer l'efficacité de la politique.
- **Les audits** peuvent être internes ou externes. Les audits internes permettent de vérifier si les dispositions en matière d'environnement sont appliquées correctement. Les audits externes permettent de contrôler que l'organisation par le biais de son SME respecte le cahier des charges de la norme comme ISO 14001.

- **La certification** est un moyen pour les organisations de se faire connaître sur le marché. En effet, en termes d'attractivité, la certification permet d'envoyer un signal auprès des clients qui s'inscrivent de plus en plus dans une démarche de responsabilité sociale des entreprises mais aussi pour les futurs clients et candidats qui souhaiteraient travailler au sein de l'organisation.

### **I.2.8- Les enjeux du management environnemental**

Depuis l'apparition de la norme ISO 14001, beaucoup d'organisations complètent leur management de la qualité avec un volet environnemental. En effet, cette norme permet aux organisations qui la mettent en place de bénéficier d'une meilleure notoriété et ainsi de séduire de nouveaux clients et d'en tirer un avantage.

- Un premier enjeu du management environnemental est tout d'abord **financier**. Les coûts de réparation des dommages causés sur l'environnement sont de plus en plus importants. En effet, les organisations dites polluées sont souvent poursuivies en justice afin de les obliger à réparer les dommages résultant de ses activités. Ce fut le cas de Total lors du naufrage d'Erika. D'autre part et lors d'investissements liés à la prévention, les organisations doivent calculer comment ces investissements peuvent leur revenir rentables et non inutiles.
- Un second enjeu du management environnemental est celui de la **notoriété** et de **l'image**. En effet, les médias sont de plus en plus attentifs aux problèmes environnementaux. L'image de l'organisation en prend un coup, et la révélation d'un accident environnemental peut avoir de très graves conséquences sur l'organisation. De plus, cela peut avoir une incidence sur les clients qui peuvent décider de changer de fournisseurs.
- Enfin, le dernier enjeu du management environnemental, est celui de **respecter les règlements**. La législation concernant la protection de l'environnement évolue rapidement et de façon permanente, et les textes font preuve d'une grande complexité dans leur compréhension. Cependant, les organisations doivent être à jour avec cette évolution législative en vue de garder leur image.

### **I.2.9- Comment entamer une démarche environnementale ?**

Mettre en place une démarche de management environnemental consiste à construire de manière volontaire une politique environnementale doublée d'une organisation et de

procédures, assurant la prise en compte coordonnée de l'environnement dans le fonctionnement de l'entreprise.

La mise en place d'un SME favorise la mise à niveau des installations du point de vue technique et réglementaire. Elle nécessite de mieux connaître les process et les activités et de mettre en exergue les écarts éventuels entre les conditions d'exploitation prescrites et celles mises en œuvre effectivement. Pour entamer une démarche environnementale, il est primordial de définir les objectifs à atteindre et pour cela il faut :

- Connaître la situation environnementale de l'entreprise. En effet, il faut établir une analyse environnementale initiale des aspects et impacts environnementaux de l'entreprise, suivie d'une détermination des problématiques environnementales importantes. C'est ainsi que la direction de l'entreprise rédige une politique environnementale qui lui donne un cadre de travail pour les grandes orientations et fixe ses engagements.

Par la suite, il faut déterminer les risques et impacts significatifs pour chaque secteur d'activités ou poste de travail ce qui permet de formuler des objectifs d'amélioration.

- Mettre en place un système de management environnemental (SME). Une bonne gestion des actions d'amélioration nécessite évidemment une organisation au sein de l'entreprise concernant la mise en œuvre et le fonctionnement tout en précisant le positionnement des responsabilités de chacun.

De même, les personnes seront sensibilisées et formées si nécessaire, tandis que les pratiques opérationnelles seront revues, dans le but de réaliser les tâches de manière à réduire les impacts environnementaux et à prévenir les situations à risque. L'entreprise doit mettre en place des indicateurs de performance qu'elle suivra tout au long de la démarche. Elle organisera également un audit interne pour s'assurer que son SME fonctionne correctement et établira un ensemble d'actions correctives et préventives. Tout cela nécessite la mise en place des moyens humains et financiers adaptés.

D'autre part, il faut établir un calendrier réaliste, comme par exemple : Trois à six mois pour réaliser un état des lieux, deux à trois mois entre l'état des lieux et le SME et douze mois pour mettre en place un SME.

- Enfin, une première revue de direction doit permettre de consigner ce qui a été durant la phase de mise en œuvre du SME. D'autres revues doivent permettre de s'assurer que le système conduit aux améliorations voulues, que les indicateurs sont suivis et, le cas échéant, elles permettent de fixer de nouveaux objectifs, de conduire les actions correctives et préventives qui ont été identifiées. C'est le principe de l'amélioration continue.

La dernière étape relative à la démarche environnementale se traduit par l'identification des partenaires et des prestataires pouvant conseiller les responsables de la démarche, ainsi que des aides financières et des outils disponibles.

### **I.2.10- Facteurs de réussite de la mise en place d'une démarche environnementale**

Afin que la mise en place d'une telle démarche soit réellement réussite, il est primordial que les facteurs suivants soient pris en considération :

- ✓ L'implication indispensable du chef d'entreprise.
- ✓ L'identification, au sein de l'entreprise, d'un correspondant environnement disponible et motivé.
- ✓ La mobilisation de l'ensemble du personnel.
- ✓ L'accompagnement par un intervenant extérieur pouvant apporter par ailleurs expertise, objectivité et dynamisme.

#### **I.2.10.1- La norme ISO 14001**

Cette norme a été initialement publiée en 1996. Ce modèle, créé par les entreprises au travers de l'« Institute of Standard Organisation » basé à Genève, a la particularité de ne pas prescrire d'exigences en matière de performance environnementale. Il se limite à un engagement à se conformer à la législation et à suivre le principe de l'amélioration continue. Ce modèle a été conçu pour être applicable partout dans le monde, quel que soit le type et la taille de l'organisation, et surtout quel que soit le niveau d'exigence de la législation en vigueur.

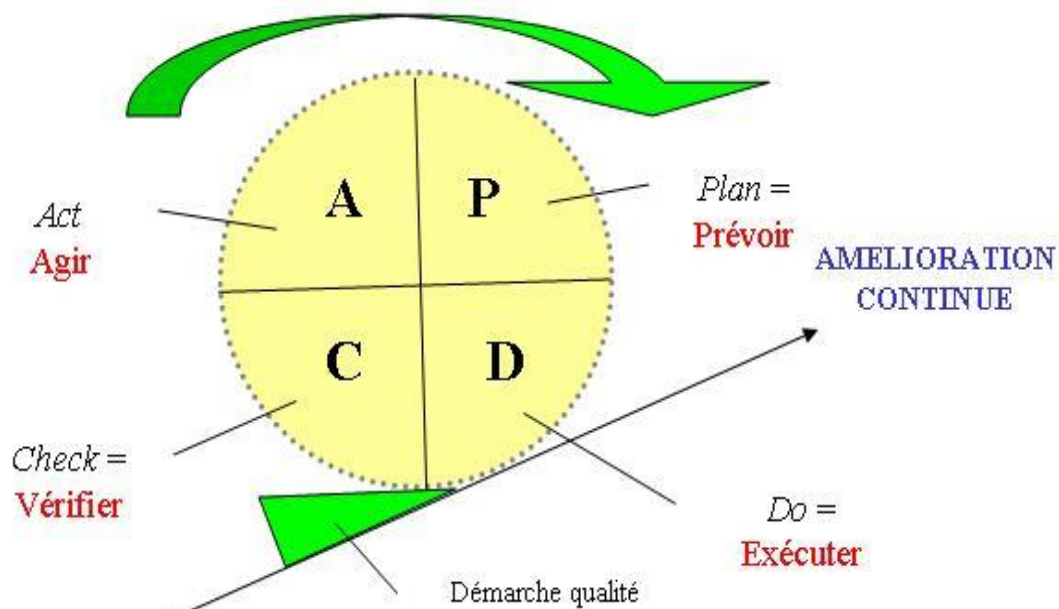
L'application de cette norme est en général volontaire. Cependant, il arrive fréquemment qu'un donneur d'ordre privé ou public impose une mise en place d'un système de gestion environnementale à ses fournisseurs ou sous-traitants. Cette exigence est d'ailleurs souvent le résultat de sa propre politique environnementale.

### I.2.10.2- Principe de l'amélioration continue

Une entreprise, face à la concurrence, doit établir une stratégie qui lui permettra de générer de meilleures prestations (produits et/ou services) plus rapidement et à moindre coût.

Les systèmes de management de la qualité, de la sécurité et de l'environnement actuels sont bâtis sur un principe dit de l'amélioration continue dont le processus est représenté par la roue de deming qui représente le cycle PDCA qui signifie to Plan, to Do, to Check et to Act, soit en français planifier, réaliser, contrôler et agir. Il s'agit d'un processus et donne l'idée du mouvement perpétuel, sans début et sans fin.

La norme ISO 14001 définit l'amélioration continue comme un « *processus récurrent d'enrichissement [...] afin d'obtenir des améliorations de la performance [...] globale en cohérence avec la politique [...] de l'organisme* » (Vinel, 2011).



**Figure I.4 :** Roue de deming : symbole de l'amélioration continue (Site cndp, 2015)

La plupart des représentations de cette roue montrent une calle qui empêche la roue de redescendre. Cette représentation est erronée, du fait qu'un système de management qui ne progresse pas, peut entrer dans une phase de régression. Cette cale représente souvent un système d'audits réguliers ou un système d'enregistrements documentaires.

Les étapes de la roue de deming sont les suivantes :

- To Plan consiste à planifier la réalisation, à savoir rédiger les cahiers des charges et établir le planning des actions à mettre en place dans le but de répondre aux principales exigences du référentiel choisi.
- To Do représente la construction à proprement parler du système de management.
- To Check est bien la phase de contrôle qui vise à améliorer le système si les objectifs de départ sont atteints, soit de corriger les éventuels écarts constatés. Ces actions une fois validées, seront ensuite planifiées dans une nouvelle étape to Plan qui entrainera une nouvelle boucle d'amélioration.
- To Act : ajuster les écarts et rechercher des points d'amélioration.

Le cycle PDCA permet d'atteindre parfaitement les objectifs de l'entreprise, car il est inutile de déployer une politique sans en mesurer l'efficacité.

Le respect de la réglementation environnementale est l'une des exigences de la démarche d'amélioration continue.

### **I.2.10.3- Ressources internes nécessaires pour installer un SME**

L'entreprise doit réfléchir sans cesse aux améliorations devant être apportées au système. Chaque entité, si petite soit-elle, nécessite des ressources lui permettant d'aller jusqu'au bout de la démarche avec rigueur. Ces ressources sont essentiellement humaines et financières.

#### **A. Ressources financières**

Elles sont indispensables tant pour la mise en place du système, que pour la certification, la tenue du système et les investissements éventuels à réaliser. Ce besoin varie de la situation initiale de l'entreprise, de sa taille, de son activité, de ses objectifs d'amélioration, de sa volonté de développer son système de manière plus ou moins autonome ou de passer par un conseiller extérieur. Le seul coût chiffrable est celui du certificat ISO 14001.

#### **B. Ressources humaines**

Une personne de l'entreprise devra nécessairement être responsable du SME. L'entreprise peut également se faire aider par un consultant externe pour initier le développement du système. Le maintien de celui-ci et son amélioration continue nécessitent quant à eux la participation de tous les membres de l'organisation. Ceci permet de réaliser des réunions et définir des objectifs clairs et partagés par l'ensemble des travailleurs.

Il est également intéressant de partager avec d'autres entreprises ou avec des responsables environnement, ce qui permet d'échanger, d'innover, de se mettre au courant des nouvelles technologies et méthodologies disponibles.

## **Conclusion**

L'entreprise et les hommes qui la composent n'ont d'autre choix que de fonctionner dans une réalité complexe. Elle voit s'accumuler une multiplicité de contraintes et d'opportunités d'origines différentes, internes et externes. Cependant, le management stratégique qui concerne la gestion du marché par la stratégie, consiste à organiser dans la durée, la nécessaire adéquation entre des exigences de l'environnement et capacités de l'entreprise (c'est aussi une vision externe de la gestion).

Les changements stratégiques sont souvent les résultats d'une mutation de l'environnement. Par conséquent, le diagnostic externe de l'environnement s'impose afin d'asseoir les décisions stratégiques.

Par ailleurs, on se rend compte que la volonté de protéger l'environnement est devenue une réelle problématique. Ainsi, le management de l'environnement est devenu un élément indispensable pour les organisations en termes de rentabilité, de notoriété, mais aussi en termes de mise en conformité avec les règlements. En effet, depuis l'apparition de la norme ISO 14001, beaucoup d'organisations complètent leur système de management de la qualité avec un volet environnemental (Di Julio, 2011).

Dans ce mémoire de magister, seulement deux outils d'analyse stratégique seront développés au sein du deuxième chapitre, en vue de leur application ultérieure pour un diagnostic stratégique de l'entreprise ENTP.



## ***Chapitre II :***

***Outils du management  
stratégique susceptibles de  
favoriser le management  
environnemental et  
méthodologie de recherche***

## **Introduction**

Face à un marché en constante évolution, les entreprises éprouvant de plus en plus des difficultés à réagir aux sollicitations auxquelles elles sont soumises. Afin d'assurer sa pérennité, l'entreprise doit s'adapter aux contraintes du marché. Elle est appelée par conséquent à définir une stratégie bien ciblée et appropriée, qui prend en compte aussi bien l'état de son existant que les évolutions futures de son environnement (Boumane, Talbi & Bouami, 2004).

L'environnement de l'entreprise est constitué de l'ensemble des organisations, des acteurs et des faits dont l'existence influence son comportement et ses performances. Le marché n'est pas que la simple multiplication de deux chiffres mais un système dont la complexité provient des nombreux facteurs externes qui l'influencent.

Chaque fois qu'un des facteurs clés de l'environnement de l'entreprise évolue, il risque d'avoir un impact sur l'équilibre de l'entreprise. Pour surveiller l'évolution de son environnement global et anticiper ses changements, l'entreprise doit effectuer un diagnostic stratégique en se servant de certains outils adéquats.

Après avoir fait un tour d'horizon sur les outils du management stratégique les plus connus dans le chapitre précédent, notre choix va porter sur deux outils qui nous semblent être les plus adéquats à l'objectif de ce mémoire. Il s'agit de l'outil PESTEL (car cet outil s'intéresse à l'aspect écologique de l'environnement de l'entreprise) et de l'analyse du cycle de vie (étant donné que l'ACV permet d'analyser les impacts environnementaux d'un produit). Notons que le PESTEL et l'ACV sont tous les deux « *des outils d'aide à la décision stratégique* ».

Ce chapitre a pour objet de présenter les points essentiels et détaillés à connaître au préalable, lors de l'application du modèle PESTEL et au lancement d'une ACV, tout en présentant en fin du chapitre, la méthodologie envisagée ainsi que le modèle proposé et qui est issu de la démarche du processus du management stratégique et permettant de favoriser le management environnemental, en vue d'une meilleure maîtrise des risques environnementaux.

## **II.1-L'outil PESTEL**

### **II.1.1- Aperçu sur le modèle PESTEL**

La méthode PESTEL est utilisée pour réaliser le diagnostic externe d'une entreprise lorsqu'elle veut adapter sa stratégie au marché sur lequel elle se situe. A l'origine, l'analyse se limitait aux facteurs PEST (**P**olitique **E**conomique, **S**ocioculturel et **T**echnologique), mais

certaines analystes ont ensuite ajouté les facteurs « **Ecologique** » et « **Législatif** » qui peuvent également influencer l'entreprise. Cela a donné la mnémotechnique « **PESTEL** » qui est une approche de l'environnement. L'analyse PESTEL permet donc d'appréhender l'environnement dans lequel évolue l'entreprise. Dans une perspective généraliste, elle dessine les contours du paysage de l'environnement macroéconomique par la prise en compte des principaux critères pouvant influencer sur le fonctionnement des entreprises (Besson & Deschamps, 2010).

Une autre variante de l'analyse permet d'ajouter d'autres facteurs qui sont susceptibles d'affecter le déploiement stratégique de l'entreprise. On peut ainsi considérer les facteurs « **Ethique** », « **Démographique** » et **Géographique** ».

Si une entreprise veut adapter sa stratégie au marché sur lequel elle se situe, alors elle doit obligatoirement réaliser un diagnostic stratégique. L'analyse du macro-environnement de l'entreprise s'appuie notamment sur la méthode PESTEL ou sur la méthode des scénarios. Cette dernière est préférable en cas où l'environnement est turbulent.

Dans ce mémoire, le choix est porté sur l'analyse PESTEL qui permet de réaliser le diagnostic externe de l'entreprise. Ainsi, les facteurs PESTEL jouent un rôle important dans les opportunités de création de valeur d'une stratégie. Cependant, ils sont habituellement en dehors du contrôle de l'entreprise et doivent normalement être considérés en tant que menaces ou opportunités.

Une opportunité correspond à un besoin des clients ou une demande que l'entreprise peut satisfaire rentablement, tandis qu'une menace est liée à une tendance défavorable ou un changement d'environnement qui, en l'absence d'une réponse stratégique appropriée, conduirait à une détérioration de la position de l'entreprise.

Ce type d'analyse offre la possibilité de visualiser objectivement les variables qui peuvent influencer sur le fonctionnement des entreprises. De plus, l'analyse PESTEL permet de contextualiser les éléments et de voir quels seront les impacts futurs auxquels elle sera confrontée (Besson & Deschamps, 2010).

D'après Kotler (1998), l'analyse PESTEL est un « *outil stratégique* » pour comprendre la croissance ou la décroissance des marchés, des positions de l'entreprise ou des décisions à prendre » (Besson & Deschamps, 2010).

## II.1.2- Exemples de facteurs PESTEL

Beaucoup de facteurs PESTEL sont capables d'influencer positivement ou négativement l'entreprise. L'infographie suivante permet de s'initier ou de parfaire son analyse car elle détaille quels éléments rechercher et inclure dans son analyse :

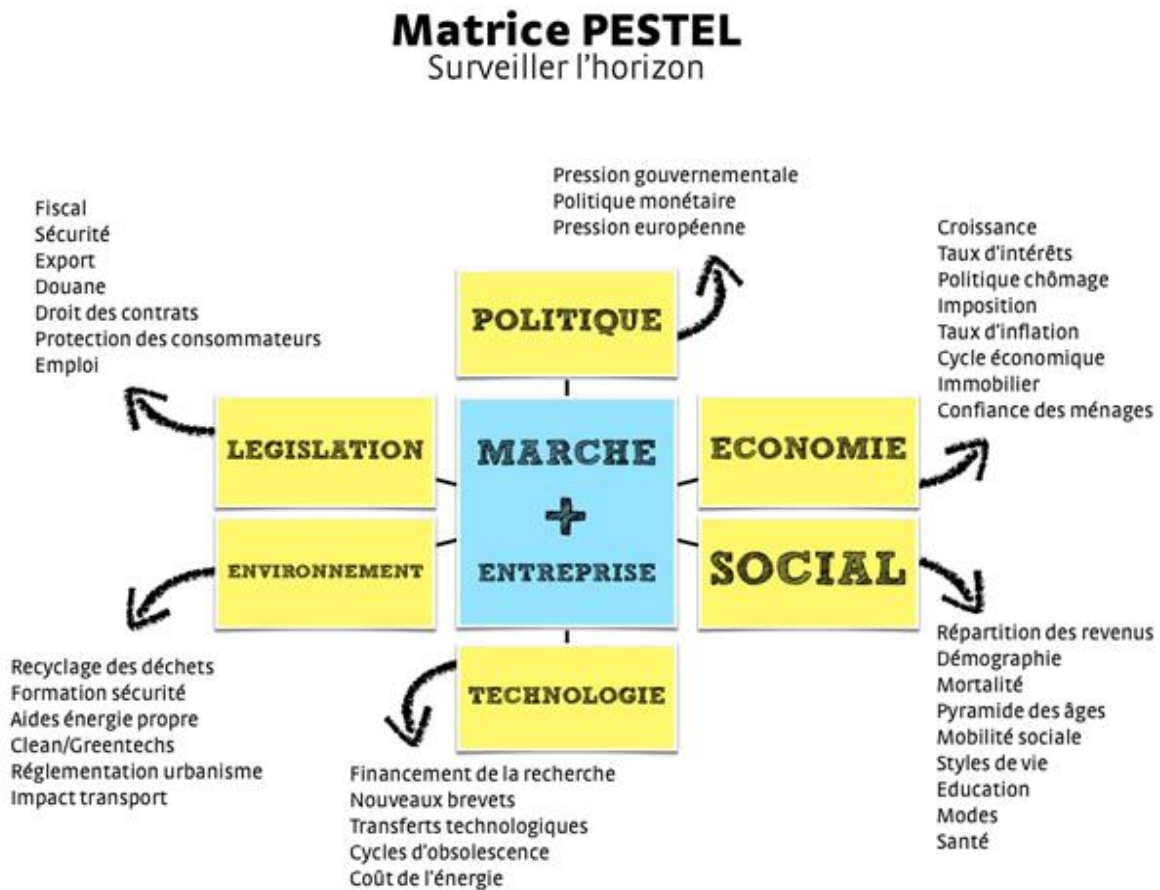


Figure II.1 : Les différents facteurs de l'environnement de l'entreprise (Site merkapt, 2014)

### II.1.2.1- Facteurs politiques

Les facteurs politiques, souvent mis de côté, ont un impact de plus en plus direct sur les entreprises. Ceux qui peuvent impacter le marché d'une entreprise sont les suivants :

- **La stabilité gouvernementale**, surtout si le marché et/ou l'activité interconnectent plusieurs pays.
- **L'orientation politique**, c'est-à-dire la tendance politique à propos du marché, aussi bien en amont qu'en aval, sera génératrice de décisions favorables ou défavorables (exemple : profil nutritionnel complet sur les emballages, allégations santé mises en avant,...).

- **Décisions gouvernementales** telles que la privatisation de certains secteurs, changement de régime politiques, etc.
- **La protection des consommateurs**, qui revient à déterminer la qualité des produits distribués et des services proposés.

D'autres facteurs pouvant avoir également un impact sur l'entreprise, tels que la politique monétaire, la politique fiscale, le système de protection sociale, les mécanismes de grèves, la liberté d'expression, l'aide au commerce extérieur, etc. Ces facteurs ne sont pas à prendre à la légère, car ils peuvent rapidement détruire l'activité d'une entreprise même très bien implantée sur un marché.

### II.1.2.2- Facteurs économiques

On distingue beaucoup de facteurs économiques dont les plus importants sont les suivants :

- **Le pouvoir d'achat**.
- **La croissance économique** (ou pas) qui impacte directement la production de biens ou de services ainsi que le niveau de vie de la population.
- **Le taux d'inflation** qui touche les prix des biens de consommation.

D'autres exemples de ce type de facteurs ne sont pas à négliger dans le cas d'une analyse environnementale dont on cite : crise économique, taux d'intérêt, taux de change de monnaies, confiance des consommateurs, imposition, politique de l'emploi et du chômage, prix du pétrole, distribution des richesses, situation immobilière, etc.

### II.1.2.3- Facteurs socioculturels

Les plus importants à prendre en compte sont les suivants :

- **La démographie**, ou comment évolue la population ?
- **Les tendances de consommation** qui sont très importantes et difficiles à cerner et leurs origines sont multiples. Ce sont le résultat d'une somme de signaux dictés aussi bien par les prescripteurs, la concurrence, la distribution ou d'autres phénomènes qui ont directement influencé un même groupe de consommateurs.
- **Les mouvements sociaux** tels que les boycotts, les associations de consommateurs, qui peuvent être aussi bien un moteur qu'une entrave.
- **Le niveau d'éducation**, qui revient à se poser la question de savoir si le consommateur est prêt à recevoir tel ou tel produit.

Il existe beaucoup d'autres exemples de facteurs socioculturels susceptibles d'avoir une empreinte donnée (qu'elle soit négative ou positive) sur l'entreprise, tels que : système de la santé, pyramide des âges, espérance de vie, sécurité des personnes et des biens, conflits internes et externes, mobilité des personnes, changement de style de vie, conditions de vie, répartition des revenus, équilibre travail et loisir, accès à l'information, internet et réseaux sociaux, culture et traditions, problèmes sociaux, etc.

#### II.1.2.4- Facteurs technologiques

Ils se caractérisent par la vitesse à laquelle l'innovation se réalise sur le marché, ainsi que les autres éléments qui encourent à celle-ci. Les facteurs technologiques ayant plus d'impact sur le marché sont les suivants :

- **Le transfert de technologie**, c'est-à-dire la capacité à transformer une découverte de la recherche en une application industrielle directement intégrée à un processus économique.
- **La capacité d'innovation**, c'est-à-dire les moyens accordés à ce processus. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte tels que par exemple les budgets accordés à la recherche par l'état, les réseaux de recherche et d'innovation (qui est un concept facile à saisir, mais difficile à quantifier).
- **La présence** plus ou moins importante des **NTIC** (Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication), avec notamment : les services informatiques, les logiciels, le commerce électronique, les médias électroniques, la télécommunication, etc. La technologie est multiple, il faut d'abord déterminer quelle NTIC a un impact sur le marché-cible et par la suite quantifier sa présence.
- **L'impact des changements technologiques**, autrement dit la vitesse à laquelle se diffuse l'innovation à partir de son point de départ vers d'autres cibles (par exemple de la ville à la campagne environnante).

On peut en citer d'autres comme les hautes écoles, le niveau technologique, la recherche et le développement, le niveau d'automatisation, le cycle de vie des produits, le coût de l'énergie, l'évolution des infrastructures (communication, transport), l'alphabétisation numérique, etc.

#### II.1.2.5- Les facteurs écologiques ou environnementaux

Remarquons que les facteurs écologiques sont également très importants dans le diagnostic externe d'une entreprise. En effet, la mise en place du développement durable

induit de nouvelles normes écologiques comme la réduction de l'émission de gaz à effet de serre, par exemple. Ce sont les facteurs typiques du 21<sup>ème</sup> siècle car rattachés à la prise de conscience environnementale, qui nous rappelle un peu tardivement que notre planète n'est pas un grenier de ressources sans fin. De plus, de tous les facteurs, ce sont les moins pris en compte alors qu'ils peuvent très bien justifier par leur présence un échec. Que faut-il prendre en compte ?

- **Les catastrophes naturelles** qui, répétitivement sur le long terme et dans certaines zones à catastrophes, peuvent induire une instabilité sur le marché ;
- **La météorologie** et l'impact des changements climatiques qui peut réduire la portée d'une activité au sein d'un marché en impactant par exemple la logistique dans une zone géographique ;
- **La rareté des ressources** (ne prendre en compte que celles qui sont pertinentes) ;
- **La réglementation** en faveur de la protection de l'environnement, plus ou moins contraignante ;
- **La pollution environnementale** qui heurte directement la production primaire. L'exemple de la chine avec ses sols devenus acides par une très grande utilisation d'engrais et de fertilisants.

En effet, ce ne sont pas les seuls et uniques facteurs faisant partie de ce type, mais il y en a d'autres dont les dépenses de l'état au niveau de l'environnement, les aides au financement du développement durable, la popularité du développement durable, l'agriculture, l'élevage et la sylviculture, la réglementation urbanisme, la consommation d'énergie, la mobilité et les transports, le recyclage des déchets, le développement des technologies vertes, les énergies propres, la sécurité, etc.

Bien entendu, les facteurs écologiques dépendent du marché et du pays où l'on désire lancer son activité. On a tendance à mettre de côté les facteurs environnementaux, pourtant ce sont eux qui ont forgé historiquement les marchés alimentaires de chaque pays. Chaque culture, ainsi que chaque économie la caractérisant (même si aujourd'hui la mondialisation a tendance à flouter les frontières) a été le résultat d'une adaptation habile de l'homme à son climat.

### **II.1.2.6- Les facteurs légaux (ou législatifs)**

Indispensable à l'étude du marché, le côté réglementaire est essentiel car il bloque tout simplement le lancement du futur produit. L'environnement légal est en forte interaction avec les autres catégories et il est composé d'un arsenal juridique produisant lois et normes (l'oubli a des conséquences immédiates : pas de lancement de produit, un plan retardé et surtout tout à recommencer du fait que le marché est à revoir). Ci-après, sont cités quelques-uns des facteurs légaux :

- **Les lois et règlements** propres aux marchés/produits/pays.
- **Les droits d'auteurs**, les brevets industriels ou tout autre moyen pour protéger un concept, un produit ou autre sur un marché/pays.
- **Les jurisprudences**, qui ont autant d'importance que les lois et règlements.
- **Le droit coutumier** qui varie d'un pays à l'autre et qu'il faut prendre en compte également.

Beaucoup d'autres facteurs sont inscrits au sein de cette dernière composante de l'environnement global de l'entreprise comme bien entendu : la réglementation sur l'hygiène et la sécurité, la réglementation sur l'emploi, les réglementations fiscales, les réglementations douanières, le mécanisme de contrôle, les interdictions, le droit des contrats, la propriété industrielle, le droit de la concurrence, le système normatif, le système judiciaire, la protection des consommateurs, l'immigration et l'émigration, etc.

## **II.1.3- Démarche de l'analyse PESTEL**

### **II.1.3.1- Comment surveiller l'environnement global ?**

Pour surveiller les évolutions de son environnement global et anticiper ses changements, l'entreprise effectue une veille (ex. : veille technologique, juridique, économique). Pour être efficace et permettre à l'entreprise de détenir un avantage sur ses concurrents, cette veille suppose la mise en place d'un dispositif organisé dans l'entreprise. Ce dispositif nécessite d'abord que les besoins en information de l'entreprise soient bien définis puis que les salariés concernés par la veille soient identifiés (et leur rôle bien défini) ainsi que les sources d'information utiles. C'est alors que la collecte d'informations peut commencer. Ces informations sont enfin traitées par l'entreprise et communiquées aux intéressés afin que les décisions adaptées soient prises (Site hamid.bachir, 2015).

D'autre part, il est à signaler qu'aujourd'hui, l'intelligence économique (IE) se développe dans les entreprises ; elle concerne « la maîtrise et la protection de l'information



stratégique pertinente pour tout acteur économique ». Il s'agit d'une pratique qui va au-delà de la veille puisqu'elle y ajoute l'utilisation des informations obtenues pour exercer des pressions sur l'environnement et le modifier.

### **II.1.3.2- Questions à se poser vis-à-vis des composantes du macro-environnement**

❖ Les questions fondamentales à se poser juste avant d'entamer l'analyse PESTEL sont les suivantes :

- 1) Quels changements vont survenir dans l'environnement ?
- 2) Comment vont-ils affecter l'entreprise et ses activités ?
- 3) Quelles sont les ressources et les compétences de l'organisation ?
- 4) Comment lui procurent-elles un avantage concurrentiel ?

❖ Ci-dessous sont donnés des exemples de questions qui devraient être pris en considération dans chaque secteur :

- 1) Quelle est la politique générale mise en place ? Comment sont définies les stratégies et les mécanismes de décisions ?
- 2) Quelle politique de maîtrise des investissements et des fonds de roulement ? Quelles sont les indicateurs des performances commerciales et financières ?
- 3) Quels types de relations et de valeurs avec les parties prenantes, les actionnaires, de la société civile, de l'environnement, les collaborateurs, les consommateurs ? La démarche de la politique sociale est-elle active et constructive ? Avec quelles implications socioculturelles sur l'environnement interne et externe ?
- 4) Pour quelle politique des innovations et de développement des produits, la recherche et le développement trouvent-ils leurs places ?
- 5) Le respect de l'écosystème, quels sont les efforts sur les normes et la sécurité de travail ? Quelle politique de certification aux exigences des standards internationaux ? Quelle politique d'économie des ressources et des énergies ? Existe-t-il une politique pour la promotion de recyclage ?
- 6) Les engagements vis-à-vis de la loi sont-ils respectés ? Quels sont les efforts déployés dans ce sens ?

### II.1.3.3- Etapes de l'analyse PESTEL

L'analyse PESTEL permet de repérer les composantes de l'environnement de l'entreprise qui évoluent (sachant que ce n'est pas le cas de toutes les composantes et que leur influence peut être différente de l'une à l'autre).

Cette analyse doit plutôt être utilisée dans un premier temps comme « *une liste de contrôle* ». Il n'est pas très important, par exemple, de savoir si la progression des achats par internet est à classer dans les facteurs économiques, technologiques ou socioculturels. L'essentiel pour l'entreprise est de ne pas oublier de prendre en compte le facteur et de s'interroger sur l'impact que cette évolution pourra avoir (Site e-monsite.com, 2015).

Cette méthode permet de rassembler un ensemble d'informations afin d'identifier et de hiérarchiser les éléments de l'environnement (selon la criticité de l'impact), ce qui revient à déterminer finalement une significativité plus ou moins grande, autrement dit : classer du facteur le plus significatif (celui qui a le plus d'impact) au moins significatif pour chaque pôle du PESTEL.

Cette analyse qui dépasse le simple listing se compose de trois étapes :

- Dans un premier temps, il faut réaliser une liste des différents facteurs pouvant influencer positivement ou négativement l'environnement macro de l'entreprise. Il convient de mobiliser toutes les sources de l'information stratégique.
- Dans un deuxième temps, Il est nécessaire de se pencher en détail sur les facteurs de plus grande influence et d'analyser les interactions et dégager les tendances structurelles actuelles et futures. Cette étape requerra un important travail de recherche d'informations, que ce soient sur internet, dans des revues spécialisées ou encore à l'aide de bases statistiques.
- Finalement, l'analyse de toutes ces informations devra permettre de dégager les différents scénarios d'évolution de l'environnement et en déduire les scénarios de développement pour l'entreprise. Par la suite, il faut déterminer les outils d'adaptation ou d'élaboration des stratégies de l'entreprise.

Les réponses détaillées à toutes ces questions seront réparties au niveau du tableau suivant :

**Tableau II.1 : PESTEL-Grille d'analyse**

Dimensions	Composantes	Impact sur la stratégie				
		Faible à fort				
		1	2	3	4	5
P - Politique	P.1 – Relations avec la puissance publique P.2 – Construction européenne					
E - Économique	E.1 – Construction de nouveaux espaces économiques E.2 – Globalisation et glo-calisation E.1 – Croissance et création de richesse E.2 – Emploi, fiscalité et impact sur l'investissement					
S – Sociétale (Socio-culturelle)	S.1 – Genre et diversité S.2 – Temps de travail et temps à la maison S.3 – Dimension ethnique					
T - Technologique	T.1 – Cycle de vie des technologies et innovation T.2 – Renouvellement des produits et nouveaux usages T.3 – Droits de propriété, brevets et standards					
E – Environnementale	E.1 – Risques de long terme E.2 – Responsabilité sociale					
L - Légale	L.2 – Réglementation/déréglementation					

#### II.1.4- Aperçu sur les enjeux internes

Ils seront essentiels à une bonne prise en compte des exigences externes dans les réalisations de l'entreprise, qui devront conduire à la satisfaction des parties prenantes. Les enjeux internes les plus significatifs sont répartis aux niveaux suivants :

- ✓ **Stratégique** (direction), comme une étude globale sur les concurrents, les attentes du marché afin de développer les produits de demain, les associations avec les partenaires stratégiques, etc. ;
- ✓ **Tactique** (atelier, service), c'est-à-dire la manière d'opérer pour nous permettre de développer la stratégie ; par exemple tactiquement la direction choisi de s'engager dans une certification qualité afin de développer une stratégie d'écoute renforcée de toutes les parties prenantes et à tous les échelons de l'entreprise ;
- ✓ **Opérationnel** (postes de travail, activités) : opérationnellement parlant, il s'agit de savoir évaluer les exigences du client et le satisfaire, selon le retour donné à l'opérateur et les moyens qu'il possède.

Ces trois niveaux sont totalement liés entre eux dans un échange permanent. La façon d’appréhender les enjeux liés à l’environnement peut se traduire à ces trois niveaux. Stratégique, quand on intègre, en amont dès la conception, une réduction de la consommation d’énergie et de matière première ; tactique, quand on choisit de mettre en place un système de management de l’environnement afin de progresser continuellement dans ces domaines; opérationnel, quand l’opérateur éteint systématiquement la lumière en quittant son bureau.

## **II.1.5- Points forts et points faibles de l’analyse PESTEL**

### **II.1.5.1- Apports de l’analyse PESTEL**

Un des principaux apports de la matrice d’analyse PESTEL est de permettre à l’entreprise d’avoir un point de vue complet sur son environnement concurrentiel. Cette perspective macroéconomique, peut ainsi permettre aux décideurs de mieux appréhender la situation stratégique de l’entreprise et de prendre les décisions optimales.

Il est à noter que le modèle PESTEL est la synthèse des principales tendances de l’environnement, mais ces facteurs peuvent être interdépendants (par exemple, l’évolution de l’environnement écologique peut entraîner des évolutions technologiques).

Ce type d’analyse peut être utilisé par l’entreprise pour la planification stratégique, la planification marketing, le développement d’activités, de produits et de la recherche.

A l’issue de l’analyse PESTEL, une synthèse doit permettre de dégager de nouveaux segments d’activité et une politique engageant des moyens financiers, humains et matériels pour plusieurs années.

Comme toute méthode d’analyse stratégique, l’analyse PESTEL dispose de points forts et d’autres faibles :

### **II.1.5.2- Les forces de l’analyse PESTEL**

Plusieurs points forts (forces) caractérisent l’outil PESTEL, dont on cite :

- Permet de comprendre les différentes dimensions de l’environnement macro-économique.
- Encourage le développement d’une pensée stratégique.
- Permet de prendre conscience de menaces éventuelles.
- Permet d’anticiper et de prévoir les actions à mettre en œuvre face à ces menaces.
- Permet à l’organisation de voir quelles opportunités lui sont offertes (Besson & Deschamps, 2010).

- Met en lumière les tendances générales de l'évolution du macro-environnement (tendances structurelles), car chaque fois qu'un des facteurs évolue, l'environnement concurrentiel est modifié. Il est à noter que ces tendances représentent des forces susceptibles d'affecter significativement la structure d'une industrie ou d'un marché.
- Permet de comprendre l'impact futur des facteurs environnementaux qui peuvent être significativement différents de leur impact passé (Site [storage.canalblog](http://storage.canalblog.com), 2015).

### **II.1.5.3- Les faiblesses de l'analyse PESTEL**

Quant aux points faibles (faiblesses) relatifs à l'outil PESTEL, les plus importants sont les suivants :

- Difficile à mettre en œuvre dans une entreprise en mouvement permanent.
- Met en œuvre un grand nombre d'informations qui peuvent, à terme, paralyser l'analyse.
- L'analyse PESTEL ne concerne que l'environnement extérieur de l'entreprise et peut occulter les problèmes liés à l'organisation de la structure elle-même (Besson & Deschamps, 2010).

### **II.1.6- Conclusion sur l'analyse PESTEL**

#### **II.1.6.1- Les tendances structurelles (prolongements de la méthode)**

- L'analyse PESTEL permet également de situer les diverses influences dans une dynamique d'ensemble et de dégager les tendances structurelles (exemple : tendance à la mondialisation des économies, tendance au développement technologique), c'est-à-dire les forces qui peuvent affecter de manière significative la structure et l'environnement concurrentiel d'une industrie ou d'une activité.
- Quand l'entreprise a plusieurs activités, il conviendra par conséquent de faire une analyse par domaine d'activité stratégique (diagnostic de domaine ou diagnostic business). En effet, selon les domaines d'activités, un même facteur environnemental (exemple : évolution des normes de sécurité) n'aura pas le même impact.
- Bien que les outils d'analyse stratégique aient été élaborés en premier lieu pour les entreprises de grande taille, la méthode PESTEL est tout à fait adaptée aux PME. C'est une étude approfondie de son environnement qui permettra à une petite entreprise ou une PME d'identifier les opportunités qui lui permettront de se démarquer des concurrents (site [e-monsite.com](http://e-monsite.com), 2015).

### **II.1.6.2- Autres conclusions**

Après avoir abordé les différents aspects de l'analyse PESTEL, on peut conclure les différentes particularités de la méthode la spécifiant des différents autres outils destinés au diagnostic stratégique. Ces particularités se résument comme suit :

- Identifier les facteurs les plus importants du macro-environnement.
- Les classer comme menaces et opportunités.
- La plupart des facteurs sont interdépendants.
- Possibilité de classer une donnée dans plusieurs catégories (l'essentiel est de ne rien oublier).
- Nécessité d'identifier les variables PIVOT (facteurs susceptibles d'affecter significativement la structure d'une industrie ou d'un marché).

## **II.2- L'outil ACV (Analyse du Cycle de Vie)**

### **II.2.1- Historique, définition et concept**

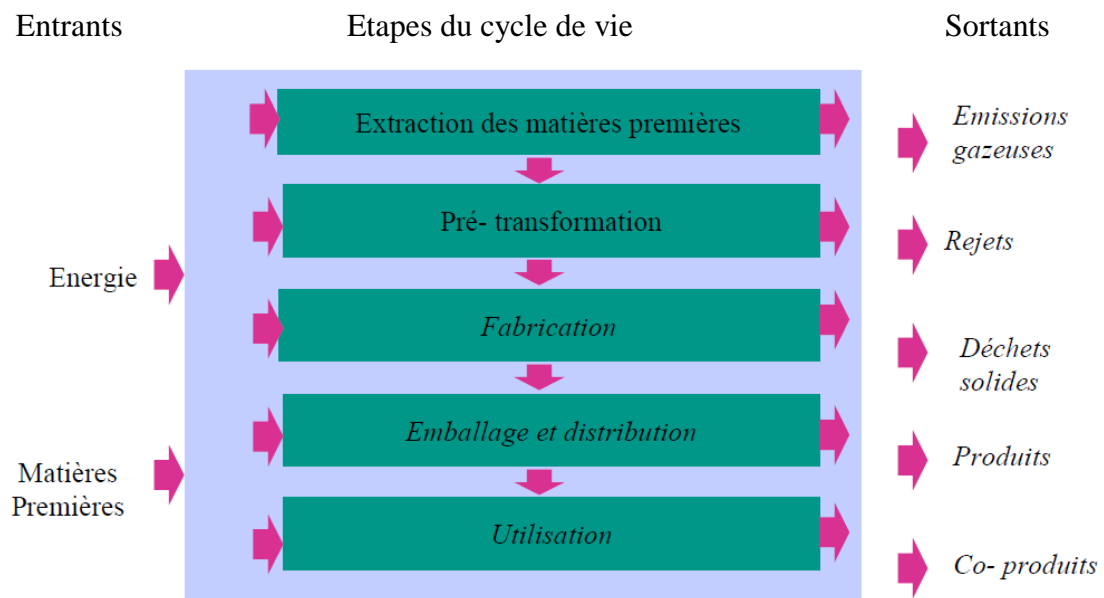
La technique d'analyse du cycle de vie d'un produit est née aux états unis dans les années 70 à la suite de la crise énergétique sévissant à l'époque. Initialement développée dans le but de répertorier les exigences énergétiques des processus industriels, les points concernant les émissions dans l'atmosphère ainsi que l'utilisation des matières premières ont été rajoutés par la suite (Houe Ngouna, 2006).

Selon la norme ISO 14040, le cycle de vie d'un système est l'ensemble des phases consécutives et liées d'un ensemble, c'est-à-dire de l'acquisition des matières premières ou de la génération des ressources naturelles à l'élimination (« du berceau à la tombe »). Un système est l'ensemble des opérations se rapportant à un produit, un procédé ou une activité. Suivant ce concept, toutes les étapes du cycle de vie (extraction et traitement des matières premières, transformation, transport et distribution, consommation, recyclage et gestion des déchets) ont une incidence sur l'environnement et l'économie.

L'expression « Analyse du Cycle de Vie (ACV) » correspond à « *Life Cycle Assessment (LCA)* » et souligne bien l'approche large, couvrant les impacts de la conception du produit à son élimination. L'analyse du cycle de vie (ACV) est la composante environnementale des études du cycle de vie d'un système : c'est un outil qui peut être utilisé pour évaluer les impacts environnementaux d'un système (identification, quantification et caractérisation des transferts de pollution). Les études de l'ACV sont généralement des études comparatives de

systèmes ou de phases du cycle de vie. L'ACV permet de détecter les avantages ou les faiblesses d'un système ou d'en développer de nouveaux et d'identifier les transferts de pollution (Portha, 2008).

L'ACV est l'un des outils d'aide à la décision et est particulièrement intéressante dans la perspective et durabilité puisqu'elle couvre l'ensemble du cycle de vie d'un produit. C'est un outil scientifique permettant de mesurer les impacts environnementaux liés au cycle de vie d'un produit ou d'un service. C'est une méthode multicritères et multi-étapes. Elle présente l'avantage d'engendrer une forte interaction entre performance environnementale et fonctionnalité puisque les émissions polluantes et l'utilisation de matière première sont rapportées à la fonction du produit ou système étudié.



**Figure II.2 :** Flux des matières de l'ACV (Hamzi, 2008)

### **II.2.2- Structure et cadre normatif**

L'analyse du cycle de vie est une méthode standardisée par la série de normes ISO 14040-14044 qui sont en général acceptées par tous les praticiens. Celles-ci décrivent la méthode de travail à employer en présentant les différentes étapes et options d'une ACV. Il est important de souligner que les normes AFNOR NF X30-300 et la norme canadienne CSA ont été les premières normes en matière d'ACV. Le groupe SETAC a défini la méthodologie de l'ACV qui est décomposée en quatre étapes correspondant chacune à une norme ISO. Ces étapes sont représentées sur la figure II.3.

Notons que trois organisations sont impliquées dans le développement des ACV : L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), la Société de Toxicologie et de Chimie Environnementale (SETAC) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

Au cours des vingt dernières années, l'ISO a publié plus de 350 normes traitant d'aspects environnementaux. Elle a notamment édité la série ISO14000 touchant aux systèmes de management environnemental. Cette série permet aux entreprises de biens ou de service de gérer l'impact de leurs activités sur l'environnement et de mesurer leurs performances environnementales.

Les normes ISO14000 sont développées dans six secteurs, dont celui des analyses du cycle de vie. Une première norme (ISO 14040) établit les lignes directrices pour la pratique des ACV. Les normes complémentaires (ISO 14041, 14042, 14043) détaillent les étapes d'inventaire, d'évaluation d'impact et d'interprétation. Les normes 14047 et 14049 fournissent des exemples d'application tandis que la norme 14048 documente le format de transfert de données.

Sur le plan scientifique, la SETAC offre dès le début des années 1990 une plateforme d'échange scientifique dans le domaine des ACV. Elle préside aux principaux développements méthodologiques par le biais de différents groupes de travail.



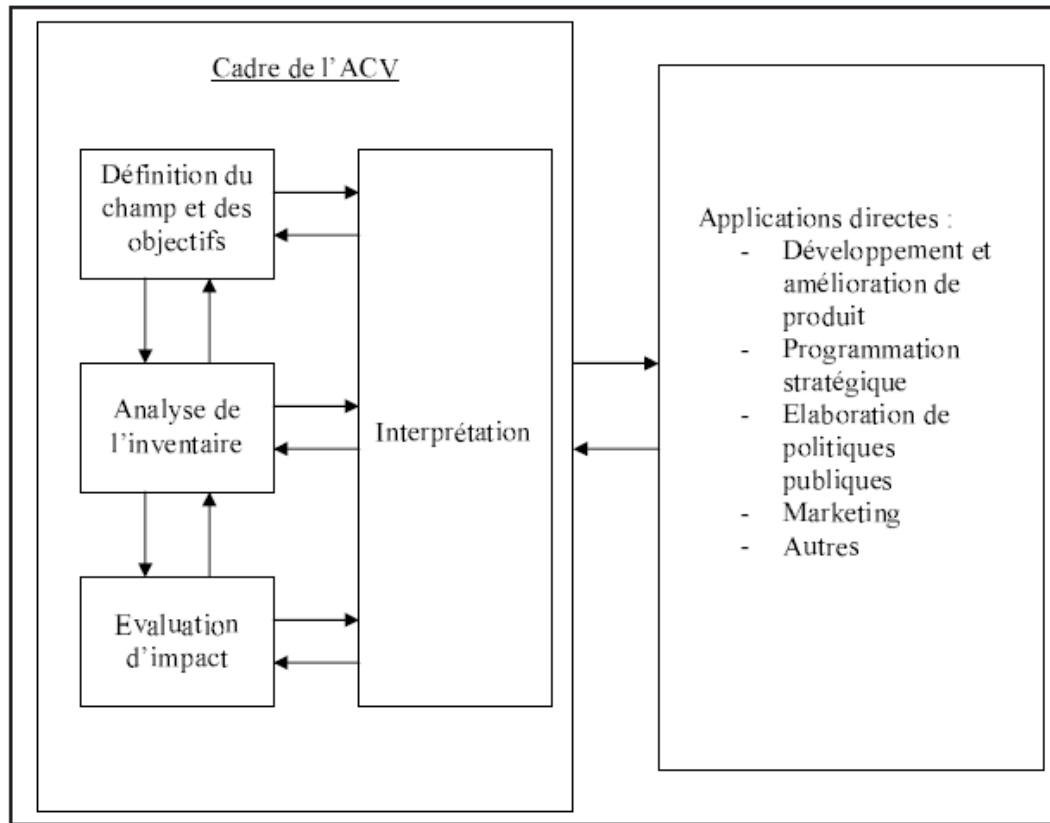


Figure II.3 : Cadre méthodologique de l'ACV selon ISO

### II.2.3- Principe général de l'analyse du cycle de vie

Selon la définition des normes ISO et de la SETAC, l'analyse du cycle de vie s'effectue en quatre phases qui sont indiquées comme suit :

- La définition des objectifs et du système,
- L'inventaire des émissions et des extractions,
- L'analyse de l'impact environnemental,
- L'interprétation.

L'analyse peut être effectuée d'une façon strictement qualitative ou reposer essentiellement sur des données dites « secondaires », c'est-à-dire des données génériques provenant de la littérature ou de banques de données. De telles simplifications affectent la précision et l'applicabilité des résultats de l'ACV, mais permettent tout de même l'identification des impacts potentiels et, dans une certaine mesure, leur évaluation (Hamzi, 2008).

### II.2.3.1- Définition des objectifs et du champ de l'étude (système)

L'objectif de l'étude doit être défini avant la réalisation d'une ACV. Ainsi, cette première phase permet de poser le problème, de définir les objectifs et le champ de l'étude (par exemple : recycler 50% du produit à l'état de déchet). Elle détermine une série d'éléments cruciaux : la fonction du système, l'unité fonctionnelle à laquelle les émissions et les extractions seront ensuite rapportées, et définit également les limites du système considéré. Les scénarios de base et les alternatives à étudier sont définis en détails lors de cette phase.

Contrairement aux autres phases de l'ACV, cette première phase n'est pas de nature très technique, mais fait intervenir une forte dimension participative. Il est donc important que les différents partenaires soient impliqués lors de cette phase et que toutes les options et alternatives possibles soient envisagées.

#### A. Objectif de l'étude : type d'application et public cible

Comme le définit la norme ISO 14040 : « *L'objectif d'une analyse du cycle de vie doit indiquer sans ambiguïté l'application envisagée, les raisons conduisant à réaliser l'étude et le public concerné, c'est-à-dire les personnes auxquelles il est envisagé de communiquer les résultats de l'étude* ». En général, les études d'ACV sont effectuées pour répondre à des questions spécifiques dont la nature déterminant les objectifs de l'étude. Selon le public cible, l'ACV peut avoir plusieurs types d'application tels que :

- ✓ **L'information** sur un produit existant (effet environnemental, comparaison d'alternatives).
- ✓ **La réglementation** d'un produit : évaluer un produit sur la base d'une norme en le comparant à un standard. Le produit satisfait aux exigences si la charge environnementale qu'il occasionne n'excède pas celle du standard.
- ✓ **Le développement** de nouveaux produits : étude entreprise sur le produit initial suivie d'options d'amélioration sélectionnées et évaluées sur la base de facteurs environnementaux, techniques ou financiers.
- ✓ **L'élaboration** de stratégies politiques : une ACV peut également être entreprise afin de comparer différentes stratégies politiques (dans le cadre de la politique agricole européenne, une comparaison de l'impact environnemental effectif de systèmes de production intensifs, intégrés et biologiques serait très utile).

Le public visé peut être le consommateur, le producteur ou le gouvernement. Les consommateurs veulent connaître l'impact environnemental de certains produits afin de

choisir en connaissance de cause. Pour le fabricant, il est important de savoir comment réduire la pollution engendrée par ces produits ou plus rarement de mettre en évidence leurs avantages environnementaux. Quant aux gouvernements, ils ont besoin de disposer d'informations fiables pour affiner les réglementations environnementales ou pour définir des mesures incitatives relatives à l'environnement.

### **B. Champ de l'étude**

La définition des frontières du système consiste à identifier les procédés unitaires qui sont inclus dans l'étude du système qui est entouré par l'environnement. Les flux entrants du système sont des ressources naturelles et/ou des produits déjà manufacturés. Les flux sortants sont les rejets dans l'environnement (air, eau, sol) et les produits. Les frontières définies englobent l'acquisition des matières premières, la fabrication des matériaux intermédiaires, la fabrication du produit étudié, l'utilisation de ce produit et son élimination finale. Le recyclage ou la réutilisation du produit ainsi que le transport des matériaux sont également intégrés à l'analyse.

Après la définition des limites du système, il est possible, dans certains cas, de simplifier l'ACV en excluant certaines opérations. Cette étape nécessite la plus grande précaution et un examen préalable du système.

Les limites géographiques et temporelles sont importantes car les pratiques industrielles, les exigences législatives, les caractéristiques environnementales et les habitudes des consommateurs varient d'un endroit à l'autre, en fonction des villes, des régions, des pays. Ce contexte géographique et temporel est pris en compte lors de la phase de sélection de données (Portha, 2008).

La définition du champ de l'étude d'une ACV doit prendre en compte les éléments suivants et les décrire clairement (ISO 14040) :

- Les fonctions du ou des systèmes dans le cas d'études comparatives,
- L'unité fonctionnelle,
- Le système à étudier,
- Les frontières du système,
- Les règles d'allocation,
- Les types d'impacts et les méthodologies d'évaluation de l'impact et d'interprétation ultérieure à utiliser,
- Les exigences portant sur les données,
- Les hypothèses,

- Les limitations,
- Les exigences initiales de qualité des données,
- Le type de revue critique,
- Le format du rapport spécifié pour l'étude.

Le champ d'étude doit être suffisamment défini pour que le niveau de détails de l'étude soit compatible avec l'objectif défini (Jolliet, Saade & Crettaz, 2005).

### **C. Fonction du produit et unité fonctionnelle**

La fonction du produit ou du système étudié doit être clairement définie car elle sert de base pour déterminer deux éléments essentiels de l'ACV : l'unité fonctionnelle et les limites du système. Dans le cas où un produit admet une fonction multiple (système multifonctionnel), il faut distinguer entre fonction principale et fonctions secondaires.

L'unité fonctionnelle qui est un choix crucial est construite à partir de l'évaluation des fonctions remplies pour chaque sortie du système de produits. Lorsque plusieurs systèmes sont comparés entre eux, la même unité fonctionnelle doit être utilisée pour comparer des systèmes assurant les mêmes fonctions.

### **II.2.3.2- Analyse de l'inventaire du cycle de vie**

Quantifie les émissions polluantes dans l'air, l'eau et le sol ainsi que les extractions des matières premières renouvelables. Elle détermine également l'utilisation des sols nécessaire pour la réalisation de la fonction des systèmes.

#### **A. Présentation :**

Quelques décisions prises au cours de la réalisation d'un inventaire sortent de la logique scientifique et génèrent ainsi des variations dans la méthodologie d'inventaire utilisée :

-l'affectation des flux entrants et sortants d'une opération industrielle aux différents produits fabriqués (coproduits),

-le traitement des systèmes avec recyclage,

-le traitement de l'énergie contenue dans des produits entrants ou sortants du système étudié.

La méthodologie de l'inventaire de cycle de vie (ICV) repose sur des bilans matière et énergétiques réalisés pour chaque sous-système, puis pour l'ensemble du système. La phase d'initialisation est la construction du cadre de travail. L'objectif de l'ICV est de déterminer l'énergie à fournir au système, la quantité de matières premières utilisée et les rejets dans l'environnement (Portha, 2008).

## **B. Etapes de l'inventaire du cycle de vie**

- **Construction du cadre de travail :** Cette étape de l'inventaire constitue le prolongement de l'étape de définition des objectifs. Une recherche bibliographique permet d'identifier les différents procédés constituant le système, depuis l'acquisition des matières premières jusqu'à la fabrication de chaque composant d'un produit.
- **Collecte des données :** Cette phase nécessite de grandes quantités de données relatives au système étudié. Une bonne collecte nécessite la connaissance des systèmes étudiés. Une connaissance qualitative et quantitative des limites (entrées, sorties, fonctions) de chaque sous-système est requise. Une fois les données collectées pour chaque opération du système analysé, des calculs sont nécessaires pour les convertir au format désiré en vue de leur intégration dans un modèle informatique.
- **Construction d'un modèle informatique :** Les premiers ICV ont été réalisés sans l'aide de l'informatique. Cependant, le nombre important de calculs nécessaires pour obtenir des résultats font de l'informatique un outil idéal. En effet, l'établissement d'un modèle informatique pour le système étudié permet de déterminer les flux de matière et d'énergie. Ces informations sont ensuite utilisées pour l'ACV.
- **Analyse des résultats de la modélisation et réalisation d'un rapport :** Après la réalisation du modèle informatique, les résultats des calculs doivent être analysés et faire l'objet d'un rapport présenté d'une manière adaptée. Le mode de présentation des résultats de l'inventaire est très important et doit être décidé très en amont. Cette planification permet, lors de la collecte de données et de la mise au point du modèle informatique, de n'oublier aucune information importante et de la véhiculer ensuite de manière adéquate.
- **Interprétation des résultats et conclusions :** Les conclusions tirées des inventaires sont spécifiques au système analysé. Les résultats d'un inventaire listent l'utilisation des ressources et de l'énergie ainsi que les rejets dans l'environnement. A ce stade de l'ACV, aucune tentative n'est faite pour déterminer l'impact relatif de chacun de ces facteurs sur l'environnement ou la santé humaine. Aussi, les conclusions et l'analyse des améliorations sont limitées à la recherche de la diminution de l'énergie et des ressources utilisées, ainsi qu'à l'abaissement des niveaux de rejets dans l'environnement.

### II.2.3.3- Evaluation des impacts sur l'environnement

Il s'agit d'évaluer l'impact sur l'environnement des émissions et extractions inventoriées dans la phase précédente.

#### A. Notion d'impact

L'impact implique une action d'un système source sur un système cible. Le système source considéré ici est une activité humaine. Le système cible est une composante de l'environnement. L'impact est défini comme un changement d'état du système cible sous l'action du système source. Ainsi, une analyse d'impacts s'attache en premier lieu à définir l'état initial de la cible. Le problème consiste ensuite à suivre les changements d'état de cette dernière. Ces changements constituent l'impact. De plus, les impacts directs sur la cible génèrent souvent une succession d'impacts secondaires : une cascade d'effets a lieu. La difficulté d'analyse croît dans les ACV, car c'est à l'impact potentiel qu'il faut s'intéresser. Il est nécessaire de prendre en compte toutes les potentialités toxiques, écotoxiques et écologiques.

#### B. Les étapes de l'évaluation des impacts

La phase d'évaluation des impacts consiste à expliquer et interpréter les résultats et chiffres obtenus au cours de l'inventaire en termes d'impacts sur l'environnement. Elle peut se décomposer en trois étapes :

- **La classification :** Cette phase consiste d'abord à choisir une liste pertinente de catégories d'impacts sur l'environnement. Puis, pour chaque catégorie, l'ensemble des flux d'inventaire est identifié. Elle détermine quelles émissions contribuent à quels impacts environnementaux (effet de serre, toxicité humaine, écotoxicité, diminution des ressources). En général, les catégories d'impacts sont regroupées en trois grands groupes : épuisement des ressources, impacts sur la santé humaine, impacts sur les écosystèmes.
- **La caractérisation :** Pondere les émissions à l'intérieur de chacune des catégories d'impacts (caractérisation intermédiaire) ou regroupe les catégories d'impacts dans des catégories de dommages (caractérisation des dommages). Une grande majorité des méthodes de caractérisation fonctionne sur la base d'indicateurs d'impacts. Ainsi, pour chaque impact, un ou des indicateurs sont déterminés pour le représenter. En fait, l'impact n'est pas réellement évalué mais des équivalences entre polluants concernant un type d'impact potentiel donné sont recherchées. D'une manière générale, toutes les méthodes de caractérisation évaluent la contribution à une catégorie d'impact d'un flux

par une somme pondérée. Un impact est donc évalué par la formule suivante (Portha, 2008):

$$I = \sum_{i=1}^n m_i * I_i$$

$I$  est l'évaluation de l'impact pour une catégorie donnée,  $I_i$  est la valeur de l'indicateur d'impact pour la substance  $i$  dans la catégorie donnée,  $m_i$  est un indicateur de la quantité (massique ou volumique) de la substance  $i$ .

- **Evaluation globale des impacts :** L'objectif de cette étape est d'explicitier les résultats de l'analyse d'impacts sous une forme suffisamment synthétique, tout en perdant le moins possible d'information. Il s'agit de traduire les résultats de l'ACV en paramètres décisionnels. En effet, il ne faut pas considérer qu'un bon impact compense un mauvais, car il est difficile d'affirmer que tel ou tel impact est plus acceptable qu'un autre. Il est possible de hiérarchiser les impacts par pondération, mais sans effacer les extrêmes (Portha, 2008).

#### II.2.3.4- Interprétation et améliorations

Permet aussi bien d'interpréter les résultats obtenus dans chacune des phases précédentes que d'évaluer les incertitudes (comparaison des différentes alternatives envisageables selon les indicateurs choisis). Les points clés et les options d'amélioration du produit étudié sont identifiés. Cette phase peut être complétée par la mise en relation des aspects environnementaux et des aspects économiques ou sociaux (Jolliet, Saade & Crettaz, 2005).

Les résultats doivent être interprétés en accord avec la définition des objectifs. L'interprétation doit vérifier les adéquations de la définition de l'unité fonctionnelle et des fonctions du système, de la définition des frontières du cycle de vie et de la définition des limitations identifiées par l'évaluation des données et l'étude de sensibilité. La norme définit trois étapes pour l'interprétation :

- L'identification des points significatifs ;
- Les étapes d'évaluation ;
- Les conclusions et recommandations découlant de l'étude (Portha, 2008).

Il est fréquent que les résultats d'une ACV impliquant des mois de travail ne soient interprétés que de façon superficielle. Dans ce sens, on veillera à interpréter les résultats de façon approfondie et à tous les niveaux possibles :

- ✓ A chaque niveau de l'ACV : l'interprétation se fait de manière systématique pour chaque phase de l'ACV, après la définition des objectifs, après l'inventaire des polluants, après les caractérisations intermédiaires et des dommages et après l'évaluation de l'impact global. On veillera en particulier à examiner et analyser les résultats de l'inventaire brut avant d'étudier les résultats de l'analyse de l'impact.
- ✓ En comparant les contributions de chaque étape du cycle de vie : l'extraction et la préparation des matières premières et de l'énergie, les transports, l'étape de fabrication, la phase d'utilisation ainsi que le traitement des déchets.
- ✓ En examinant les contributions de chaque composant du système (par exemple l'unité centrale, l'écran, le clavier et les périphériques d'un ordinateur).
- ✓ Pour chaque polluant et substance extraite, en examinant leur contribution respective et en identifiant pour chaque classe d'impact quelles sont les émissions et extractions qui génèrent la majeure partie des impacts (Joliet, Saade & Crettaz, 2006).

## II.2.4- Réalisation d'une ACV

### II.2.4.1- Approche itérative

Il est indispensable d'effectuer l'analyse du cycle de vie en deux temps :

- ✓ Une **évaluation préliminaire** ou **screening** réalise l'analyse de A à Z de manière rapide et simplifiée. Elle est accompagnée d'une première étude de sensibilité définissant les points environnementaux clés de l'analyse du cycle de vie. La réalisation de cette évaluation préliminaire limite le temps investi sur des points d'importance mineure.
- ✓ Une seconde étape d'**analyse détaillée** consiste à approfondir les points ayant les plus grands impacts environnementaux. Elle débouche sur l'interprétation finale, complétée par une étude de sensibilité détaillée et l'estimation des incertitudes.

L'étude s'achève sur la comparaison des aspects environnementaux et économiques.

### II.2.4.2- Calcul « à la main », utilisation de logiciels de calcul

Les premières estimations, notamment des consommations énergétiques et des émissions de CO<sub>2</sub> peuvent être obtenues par un calcul « à la main ». Lorsque le nombre de substances à prendre en compte devient important, l'emploi de logiciels spécifiques pour les analyses du cycle de vie est recommandé, tout en effectuant parallèlement le bilan d'énergie et de CO<sub>2</sub> à la main à titre de vérification. Des modèles scientifiques sont conçus pour prendre en compte les atteintes locales, régionales et/ou globales sur des



échelles de temps variables. Ils fournissent à la fois des indicateurs sur l'environnement et les coefficients de pondération associés.

De nombreux outils proposent une assistance lors de l'analyse du cycle de vie des produits. On retiendra par exemple CMLA, EDIPPC-tool, SimaPro, BilanProduit, GaBi, TEAM<sup>TM</sup>. Ces outils traitent l'ensemble du cycle de vie du produit, et intègrent pour la plupart plusieurs bases de données permettant d'évaluer l'impact d'un paramètre donné sur l'environnement, puis d'évaluer un indice d'impact global selon différentes méthodes. Ils couvrent ainsi largement les étapes d'analyse du cycle de vie d'un produit.

## **II.2.5- Points forts et limites d'une ACV**

### **II.2.5.1- Points forts de l'ACV**

L'analyse du cycle de vie représente les points forts suivants :

- C'est un outil d'aide à la décision et de communication ; il s'agit d'une analyse multicritère. En effet, non seulement différents impacts environnementaux sont envisagés, mais on mesure aussi l'apport de matières premières et la consommation d'énergie. La vision n'est donc pas restreinte à la seule question des pollutions mais s'étend aussi à la gestion des ressources (Hamzi, 2008).
- L'ACV se focalise sur les impacts environnementaux et pour un choix entre différentes possibilités, la décision finale est prise en combinant les résultats environnementaux de l'ACV avec d'autres aspects tels les coûts, les conséquences sociales, les performances économiques et la faisabilité technique des variantes étudiées.
- Elle permet de relier les impacts environnementaux à la fonction du système.
- Elle effectue des bilans quantifiés sur tout le cycle de vie du produit, du « berceau à la tombe », de l'extraction des ressources au traitement des déchets. On peut ainsi éviter les transferts de pollution d'un site à l'autre, et établir les possibles réductions de consommation/d'émissions lors de la réduction d'un site.
- L'ACV inclut les principaux problèmes environnementaux connus à ce jour (extraction des ressources, impacts des substances toxiques sur l'homme et l'écosystème, utilisation du sol, etc.).

### II.2.5.2- Principales limites de l'ACV

- **Dimension spatiale et temporelle de l'ACV :** La première lacune scientifique des ACV généralement reconnue est la difficulté de prendre en compte précisément les impacts environnementaux du point de vue spatial et temporel.
- **La comparaison et la pondération des impacts :** Cette étape est l'une des plus controversées car elle implique des jugements subjectifs sur le choix des facteurs de pondération. La comparaison ou l'estimation de certains impacts est difficile comme pour les changements d'usage des sols et pour les déchets nucléaires par exemple.
- **Les frontières du système :** Un problème bien identifié est la délimitation des frontières du système. Cependant, parfois certains systèmes seront écartés de l'étude.
- **Le choix des modes d'allocations :** Les installations de production fabriquent généralement plusieurs produits utilisables. Or, en général, seul un des produits fabriqués correspond au produit recherché. Il faudra donc distinguer le produit recherché des autres produits appelés coproduits.

### II.2.5.3- Autres inconvénients de l'ACV

De nombreuses difficultés demeurent quant à l'utilisation de ce concept :

- ✓ Tous les produits n'ont pas le même type de courbe de vie : certains semblent éternels, d'autres éphémères. La capacité prédictive de cet outil dépend donc de l'habileté de l'analyste à identifier la bonne courbe,
- ✓ L'identification des différentes phases n'est pas toujours facile et leur durée est très variable. Par ailleurs, le suivi d'indicateurs considérés comme objectifs tels que le taux de croissance de la demande peut être perturbé par des évolutions importantes des techniques ou des comportements et des cycles économiques,
- ✓ Ainsi, l'analogie biologique a ses limites puisque certains produits peuvent connaître une nouvelle jeunesse ou une adolescence accélérée en raison des changements techniques, économiques ou sociaux.

En bref, les inconvénients que l'on peut citer pour une telle analyse sont les suivants :

- Complexité des mesures et de l'évaluation de l'impact,
- Le temps et le coût de l'analyse,
- La difficulté à obtenir des données fiables. Ces données étant traduites en hypothèse de travail dans le cadre de l'ACV.

## II.2.6- Relation de l'ACV avec d'autres outils d'analyse environnementale

L'ACV fournit des informations pouvant être utilisées par les gouvernements, les entreprises ou les consommateurs lors d'une prise de décision. D'autres **outils d'aide à la décision** sont disponibles, chacun ayant un rôle spécifique et fournissant des informations complémentaires, se situent en aval de l'ACV et peuvent se baser sur ses résultats :

- **L'analyse des flux d'une substance** (AFS en anglais, *substance flow analysis* ou *mass balance analysis*) quantifie les flux et l'accumulation dans l'environnement d'une substance, par exemple le mercure, ou d'un groupe de substances, par exemple les composés inorganiques de l'azote.
- **L'étude d'impact environnemental** (EIE, *environmental impact assessment*) a pour objet d'analyser l'impact environnemental d'un projet envisagé à un lieu précis. Cette étude correspond plus à une procédure juridique qu'à un outil d'analyse.
- **L'analyse du risque** (AR, *risk assessment*) étudie le risque ou la probabilité d'effets extrêmes d'une installation.

## II.3- Méthodologie proposée en vue d'une meilleure maîtrise des risques environnementaux

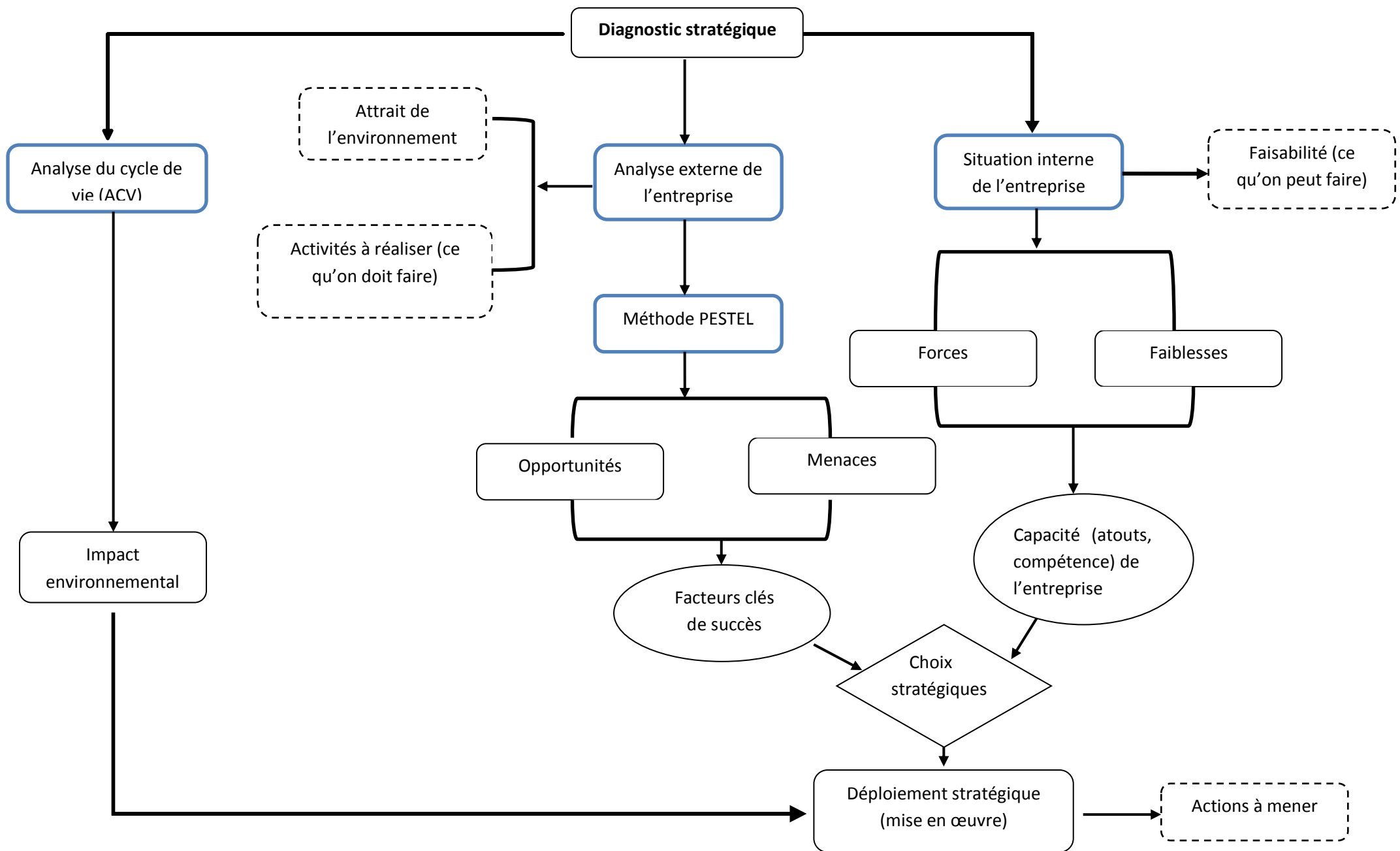
Avant d'appliquer les deux outils d'analyse stratégique cités ci-dessus, nous proposons le modèle représenté par la figure II.4 en vue d'une meilleure maîtrise des risques environnementaux. Ce modèle est inspiré de la démarche du management stratégique qui est composée de trois étapes : le diagnostic stratégique, les choix stratégiques, et enfin le déploiement stratégique. En effet, les deux outils d'analyse choisis préalablement (PESTEL et ACV) sont destinés à la phase du diagnostic stratégique qui est lui-même constitué de deux analyses l'une interne et l'autre externe (voir la figure II.4).

La méthodologie proposée est constituée des étapes suivantes :

- Etape 1 : Présentation de la situation interne de l'entreprise concernée par cette étude (ENTP) vis-à-vis de l'environnement écologique, en tentant de déceler ses forces et ses faiblesses en ce sens, et proposition du référentiel de contrôle COSO.
- Etape 2 : Cette étape consiste à une contribution d'établir un diagnostic stratégique de l'environnement global de l'ENTP en se servant de l'outil **PESTEL**, mais en

s'intéressant uniquement à l'environnement écologique qui représente le centre d'intérêt de ce travail, autrement dit : « *seul le facteur **E**cologique de l'analyse PESTEL sera pris en considération* ».

- Etape 3 : Quand à cette troisième étape de la méthodologie proposée, il s'agit d'appliquer le deuxième outil du diagnostic stratégique qui est l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) afin d'identifier les différents impacts environnementaux liés à l'utilisation des boues de forage.
- Etape 4 : Cette étape est destinée à proposer des choix stratégiques basés sur les résultats d'application des outils PESTEL et ACV, et pouvant être favorables à la réduction des impacts environnementaux liés aux activités pétrolières exercées par l'entreprise ENTP.
- Etape 5 : Enfin, une synthèse relative aux étapes précédentes de la méthodologie sera établie.



**Figure II.4** : Proposition d'un modèle de management stratégique en vue d'une amélioration des performances environnementales des entreprises

## **Conclusion**

La réussite de l'entreprise dépend de son interaction avec son environnement. En effet : d'une part, elle est amenée à **s'adapter** à son environnement tout en évoluant elle-même, ce qui implique qu'elle puisse analyser cet environnement (veille concurrentielle, juridique, technologiques,..., tableaux de bords), d'autre part, elle doit tenter de **maîtriser** l'environnement (microenvironnement essentiellement) ce qui implique le pouvoir agir dessus.

L'entreprise tentera d'évaluer les éléments pouvant nuire à la réalisation de sa mission et repérer ceux qui peuvent au contraire lui être favorables. Les fluctuations de l'environnement constituent donc une opportunité lorsqu'elles permettent à l'entreprise d'améliorer son activité et/ou de prendre un avantage concurrentiel. A l'opposé, elles constituent une menace pour celle qui ne parvient pas à s'adapter (ou qui s'adapte trop tardivement et qui laisse ses concurrents en profiter). De plus, l'entreprise devra par tous les moyens essayer de transformer les menaces en opportunités.

Ainsi, l'outil PESTEL s'avère primordial lors de l'établissement d'un diagnostic stratégique puisqu'il permet de détecter tous les facteurs environnementaux susceptibles d'influer positivement ou négativement l'entreprise concernée.

En ce qui concerne le deuxième outil d'analyse stratégique concerné par ce mémoire, l'analyse du cycle de vie (ACV) des produits permet à l'entreprise de cibler les améliorations possibles en termes de réduction de l'impact environnemental de ces derniers « du berceau à la tombe ». L'ACV permet de mesurer et de comparer l'empreinte écologique de produits de même nature. Elle permet à l'entreprise de faire des choix technologiques éclairés pour limiter les impacts de son produit. C'est ainsi que l'ACV est considérée comme l'un des outils de développement durable(DD) les plus pertinents pour l'évaluation quantitative des impacts environnementaux relatifs à un système donné.

Avant d'entamer l'application des deux outils choisis dans ce mémoire, il s'avère important d'avoir une idée exhaustive sur les différentes caractéristiques des boues (fluides) utilisées durant les opérations de forage pétrolier. Ceci fera l'objet du chapitre suivant.

***Chapitre III :***  
***Généralités sur les boues***  
***de forage***

## **Introduction**

Le secteur des hydrocarbures est, pour plusieurs économies, un maillon essentiel dans toute stratégie énergétique, et une filière incontournable pour le développement d'autres industries. Dans cette dynamique, les compagnies pétrolières ont entrepris des mesures importantes pour inscrire leurs activités dans une perspective de développement durable (DD), de façon à garantir des services de qualité, pour un marché très exigeant, et aussi protéger l'environnement des effets de pollution engendrés par ces activités. Cependant, les activités d'exploration et de production génèrent toujours des impacts plus ou moins importants sur l'environnement. En effet, les boues utilisées dans les opérations de forages pétroliers ou gaziers, constituent un facteur majeur et contournable de pollution.

Ce chapitre est consacré aux différentes propriétés des boues (fluides) de forage pétrolier.

### **III.1- Le pétrole**

#### **III.1.1- Formation du pétrole**

Le pétrole brut et le gaz naturel se sont formés au cours de millions d'années par décomposition de végétaux et d'organismes marins, comprimés sous le poids des sédiments. Comme ils sont plus légers que l'eau, ils ont migré pour combler les vides existants dans ces formations sous-jacentes. Ce mouvement vers le haut s'est arrêté lorsqu'ils ont atteint des couches denses imperméables ou des couches non poreuses. Le pétrole brut est présent, en général, dans des formations géologiques particulières, telles que les anticlinaux, les pièges de faille et les dômes de sel, que l'on trouve sous différents types de terrains et dans des climats très divers. En pratique, le lieu d'accumulation appelé « piège » constitue une nouvelle couche imperméable formant le plus souvent une espèce au-dessus de la roche poreuse dans laquelle le pétrole circule. La roche qui contient du pétrole s'appelle un réservoir. En s'accumulant en profondeur dans les terrains poreux et fissurés, les hydrocarbures forment ce qu'on appelle gisements (Khodja, 2008).

#### **III.1.2- Prospection et production**

Prospection et production sont les termes couramment utilisés pour désigner les activités de l'industrie pétrolière consistant d'une part à rechercher (forages d'exploration pour confirmer la présence d'hydrocarbures) et découvrir de nouveaux gisements de pétrole et de gaz naturel (forage d'évaluation qui permettent d'estimer la viabilité économique du développement) puis d'autre part à forer des puits et à faire remonter les produits jusqu'à la



surface. Plusieurs forages sont ainsi nécessaires avant d'aboutir à l'exploitation d'un gisement avec les puits de développement pour la mise en production (forages de production). On appelle puits (puits de forage ou sonde) une excavation cylindrique verticale ou déviée établie à partir de la surface dans un massif rocheux à l'aide de dispositifs mécaniques. La prospection du pétrole et du gaz nécessite donc des connaissances pluridisciplinaires, en géographie, en géologie et en géophysique.

### III.2- Le forage

On appelle "forage pétrolier" l'ensemble des opérations permettant d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol, susceptibles de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux. L'implantation d'un forage pétrolier est décidée à la suite des études géologiques et géophysiques effectuées sur un bassin sédimentaire (Hadj Abbas, 2011).

Le premier forage pétrolier a été effectué le 27 Août 1859 par l'Américain E.L. Drake à Titusville (Pennsylvanie). La technique classique du forage inventée au début du 20<sup>ième</sup> siècle pour les opérations de forage au Texas, a connu une grande évolution afin de résoudre les nombreux problèmes rencontrés lors du forage. Des apports considérables ont été apportés lors des forages spéciaux (forages hautes pressions et hautes températures, forages horizontaux et multidrains, forage à la mousse et à l'air, etc.). Le développement du forage optimisé a évolué depuis la fin des années 1930.

Ainsi, de 1930 à 1947, les recherches ont été concentrées sur la composition et les propriétés des fluides de forage. Une moindre attention a été apportée à la vitesse d'avancement. L'objectif était de forer le puits, de procéder à sa complétion (processus qui consiste à amener un puits en phase productive après qu'il a été foré) et de le mettre en production.

La complétion implique un certain nombre d'opérations, y compris l'insertion du tubage et l'enlèvement de l'eau et des sédiments de la conduite afin que le fluide de forage ne rencontre pas d'obstacle. De 1947 à 1957, la recherche s'est plus focalisée sur les tests des produits de base utilisés dans les fluides de forage, en essayant de lier les propriétés des fluides aux problèmes de stabilité des puits et à l'efficacité du nettoyage du trou. Le succès d'une opération de forage est assuré par plusieurs facteurs, parmi lesquels celui du choix des fluides de forage. Ces fluides dits complexes, du fait de leur nature même, et appelés plus classiquement boues de forage, sont le plus souvent des émulsions/suspensions, de divers constituants dont les fonctions sont multiples (Khodja, 2008).

### III.2.1- Définition du fluide (ou boue) de forage

Le fluide de forage, appelé aussi « boue de forage », est un système composé de différents constituants liquides (eau, huile) et/ou gazeux (air ou gaz naturel) contenant en suspension d'autres additifs minéraux et organiques (argiles, polymères, tensioactifs, déblais, ciments...).

Le fluide de forage était déjà présenté en 1933 lors du premier Congrès Mondial du pétrole, où il a fait l'objet de cinq communications. Le premier traité sur les fluides de forage a été publié en 1936. En 1979, l'American Petroleum Institute (API) définit le fluide de forage comme un fluide en circulation continue durant toute la durée du forage, aussi bien dans le sondage qu'en surface. Le fluide est préparé dans des bacs à boues, il est injecté à l'intérieur des tiges jusqu'à l'outil d'où il remonte dans l'annulaire, chargé des déblais formés au front de taille (Fig. III.1.). A la sortie du puits, il subit différents traitements : tamisage, dilution, ajout de produits, de façon à éliminer les déblais transportés et à réajuster ses caractéristiques physico-chimiques à leurs valeurs initiales. Il est ensuite réutilisé (Hadj Abbas, 2011).

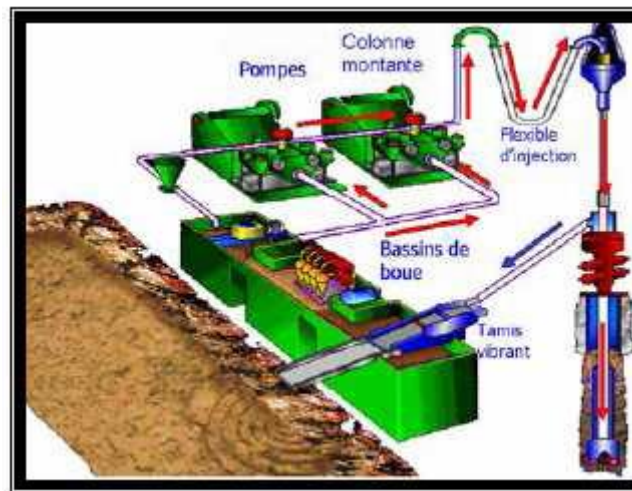


Figure III.1 : Cycle du fluide sur le site de forage (Hadj Abbas, 2011)

### III.2.2- Circuit des boues de forage

La boue ou fluide de forage est mélangée dans des bassins à boue, puis elle est aspirée par des pompes à boue qui l'envoient vers la tête d'injection par colonne montante. De là, elle passe à travers la tige carrée, les tiges, les masse-tiges et le trépan ; elle sort du trépan sous forme d'un jet extrêmement puissant. Puis elle remonte vers la surface dans l'espace inter-annulaire entre le train de tige et la paroi du trou.

Elle est alors chargée des roches arrachées à la formation par le trépan, appelées déblais

de forage ou cuttings. En surface, elle passe ensuite sur un tamis vibrant qui retient les déblais les plus gros. Puis, elle passe éventuellement par des hydrocyclones puis par un dessableur, qui enlève les sables et silts (type de sédiment) par centrifugation. Dans le cas où la boue contient des gaz, elle est envoyée dans un dégazeur. Enfin, elle retourne dans les bassins à boue pour un nouveau cycle d'opération (Guérin, 2006).

### III.2.3- Rôle des boues de forage

Le fluide de forage doit répondre à plusieurs fonctions, tel qu'il assure le bon déroulement du forage et donc ne compromette pas le potentiel de production du gisement (Dada, 2011).

La plupart des manuels sur les fluides de forage énumèrent entre 10 et 20 fonctions assurées par ces fluides dans les puits. En effet, l'utilisation des fluides de forage a pour objectif d'assurer plusieurs fonctions telles que :

- ✓ **Nettoyage** du puits par l'évacuation de la fraction solide (cuttings), depuis le fond vers la surface, ainsi que le maintien de la fraction solide en suspension dans le cas où le processus est momentanément suspendu, par exemple pendant l'ajout ou le remplacement d'une tige (Dada, 2011). Ceci permet d'empêcher la sédimentation des déblais afin de redémarrer le forage sans coincement, grâce à la nature thixotrope du fluide.

La boue doit débarrasser les puits des particules de formations forées, qui se présentent sous forme de débris de roche (cuttings) ;

- ✓ **Maintenir** les parois du puits en raison de la pression hydrostatique exercée par le fluide en écoulement et permettre de contrôler la venue des fluides des formations rocheuses traversées (Loulachi, 2009). Du fait de cette différence de pression, le fluide va filtrer dans les formations perméables et déposer un film sur la paroi appelé « **cake de formation** ». Ce gâteau permet de réduire la perméabilité des parois et d'isoler le fluide de forage de la formation mais ne doit pas être épais afin d'éviter une diminution du diamètre nominal du trou et un risque de coincement de l'outil. Le fluide de forage joue donc un rôle déterminant dans la résolution du problème de stabilité des parois du puits de par sa densité mais également de par sa capacité à former une barrière limitant les transferts de fluide entre l'espace annulaire et la formation (Khodja, 2008) ;

- ✓ **L'apport d'informations** sur la géologie des couches souterraines par l'analyse

des particules solides (cuttings) remontées par le fluide de forage, par l'évolution de ses caractéristiques physico-chimiques durant le forage et également par la détection de gaz ou autres fluides mélangés à la boue (Dada, 2011) ;

- ✓ **Refroidissement** et lubrification de l'outil et du train de sonde pour éviter l'usure rapide des pièces métalliques en mouvement. Du fait de son passage en surface, la boue en circulation se trouve à une température inférieure à celle des formations ce qui lui permet de réduire efficacement l'échauffement de la garniture de forage et de l'outil. Cet échauffement est dû à la transformation d'une partie de l'énergie mécanique en énergie calorifique (Hadj Abbas, 2011);
- ✓ **Composition:** la boue ne doit être ni corrosive ni abrasive pour l'équipement, ni toxique ou dangereuse pour le personnel et elle ne doit pas présenter de risque d'incendie, tout particulièrement dans le cas d'utilisation de boues à base d'huile (Khodja, 2008). La boue peut accélérer l'usure du matériel de sondage par une action mécanique, si elle contient des matériaux abrasifs. Elle peut aussi être corrosive par une action électrolytique (présence d'ions) due à un déséquilibre chimique.

La boue doit posséder des caractéristiques physiques et chimiques tel que le trou conserve un diamètre voisin du diamètre nominal de l'outil. Le cavage est causé par des éboulements, par la dissolution du sel, par la dispersion des argiles, par une érosion due à la circulation de la boue au droit des formations fragiles, etc.

Les resserrements ont souvent pour cause une insuffisance de la pression hydrostatique de la colonne de boue qui ne peut équilibrer la pression des roches (Hadj Abbas, 2011).

- ✓ **Augmentation** de la vitesse d'avancement : au même titre que le poids sur l'outil, la vitesse de rotation et le débit du fluide, le choix du type et les caractéristiques de la boue conditionnent les vitesses d'avancement instantanées, la durée de vie des outils, le temps de manœuvre, en un mot, les performances du forage.

Un filtrat élevé augmente la vitesse d'avancement. Les viscosités les plus faibles constituent aussi un facteur favorable à la pénétration des outils.

- ✓ **Entraînement** d'outils (turbine, MWD, etc.) : dans le cas du turboforage, la boue entraîne la turbine en rotation. Cette fonction, l'amenant à passer à travers une série d'évents et à mettre en mouvements des aubages, implique certaines caractéristiques et rend possible ou très délicat l'utilisation de certains produits (colmatants).

- ✓ **Diminution** du poids apparent du matériel de sondage : bien que ce soit beaucoup plus une conséquence qu'une fonction, la présence d'un fluide d'une certaine densité dans le puits permet de diminuer le poids apparent du matériel de sondage, garniture de forage et tubages, ceci permet de réduire la puissance exigée au levage.

#### III.2.4- Composition des différents types de boue

A la fin des années 1950, l'utilisation sur chantier d'une grande variété de produits soumis à des spécifications rigoureuses réglementant les propriétés des fluides, a permis de développer la chimie des fluides de forage. Cependant, il a été impossible de lier automatiquement les problèmes du forage au fluide, vu la complexité des problèmes liés aux argiles.

Historiquement, les fluides de forage ont évolué d'un simple mélange d'eau et d'argile appelé « boue » vers des systèmes de plus en plus complexes composés d'eau ou d'huile avec une multitude d'additifs répondant aux caractéristiques requises et aux problèmes rencontrés. Les fluides de forage sont des fluides complexes classés en fonction de la nature de leurs constituants de base. Traditionnellement, les fluides de forage ont été classés en trois catégories selon le fluide de base utilisé dans leur préparation : l'air, l'eau ou l'huile (Loulachi, 2009). Les propriétés exigées des boues de forage sont multiples et peuvent parfois même être contradictoires.

Depuis les années 1990, les contraintes environnementales et les restrictions gouvernementales limitant l'utilisation des produits toxiques et non biodégradables, un intérêt particulier a été apporté à de nouveaux types de fluides.

Les boues doivent par exemple être très visqueuses pour assurer la remontée des déblais, mais la viscosité ne doit pas être trop élevée afin de limiter les pertes de charge dues à l'écoulement et afin d'éviter la fracturation de la formation. De nombreux composants multifonctions sont donc ajoutés à la boue pour lui conférer les propriétés désirées. Il est possible de les classer grossièrement en 20 catégories.

Les combinaisons des boues de forage associent l'eau, les huiles, et une multitude d'additifs, avec à chacun une fonction bien précise (viscosifiant, réducteur de filtrat, alourdissant, colmatant, lubrifiant, etc.). D'après Khodja M., plusieurs centaines de composants peuvent entrer dans la composition des boues de forage (entre 500 et 600).

En général, les fluides (ou boues) de forage sont identifiés par les classes suivantes : WBM,

OBM, SBM, fluides de forage gazeux, fluides de forage HTHP.

### III.2.4.1- Les boues à base d'eau-WBM (Water Based Muds)

Ces fluides sont dans la plupart des cas constitués par des suspensions de bentonites dans l'eau (30 à 60 g/L) dont les caractéristiques rhéologiques et de filtration sont souvent ajustées par des polymères. La nature des électrolytes et leur concentration dans les formulations de boues à l'eau sont choisies en prenant en compte les caractéristiques de la formation (activité de l'eau des formations argileuses, dissolution des formations salines) (Loulachi, 2009).

Parmi les additifs, on peut trouver :

- Des **viscosifiants** : argiles naturelles (souvent des bentonites), polymères synthétiques ou biopolymères ;
- Des **réducteurs de filtrat** servant à consolider le cake de filtration pour limiter l'invasion par le fluide : amidons, carboxyméthylcelluloses ou CMC, celluloses polyanioniques (PAC), ou résines ;
- Des **inhibiteurs de gonflement** et de dispersion des argiles : KCL, glycérol, silicates ou divers polymères comme le polyacrylamide partiellement hydrolysé (PHPA), les polyalkylèneglycols (PAG) ;
- Des agents **alourdissants** comme la barytine (« barite » ou sulfate de baryum  $BaSO_4$ ) et la calcite (carbonate de calcium  $CaCO_3$ ) qui sont les plus utilisés pour assurer à la boue une densité convenable. On note aussi l'utilisation de l'hématite ( $Fe_2O_3$ ) ou de la galène (PbS). La calcite est souvent recommandée pour le forage de la phase réservoir à cause de sa solubilité dans l'acide et son utilisation selon une granulométrie variable pour réduire les problèmes de pertes et d'endommagement.
- Des **colmatants**, additifs plutôt exotiques comme les granuleux (coquilles de noix), des fibreux (fibres de bois, canne à sucre), et des lamellaires (coquilles d'huîtres, céréales) (Khodja, 2008).

Ce sont des boues dont la phase continue est l'eau (eau douce, eau de mer, eau saumâtre) mélangée avec de l'argile (bentonite) en plus d'autres additifs, éventuellement chargée en NaCL. Elles sont généralement utilisées pour forer les sections supérieures d'un puits (premières étapes du forage). Pendant le forage, les matériaux de formations traversés s'incorporent dans la boue et peuvent ainsi changer sa composition et ses propriétés.

Elles se présentent essentiellement comme suit :

- Les **boues douces** dont la teneur en Na CL ne dépasse pas quelques g/l. Ces boues

douces (bentoniques) sont particulièrement constituées par une suspension colloïdale d'argiles, plus précisément de la bentonite sodique dans l'eau. La concentration en bentonite varie généralement de 30 à 70 kg/m<sup>3</sup> selon le rendement de la bentonite et les caractéristiques désirées de la boue. Cependant, occasionnellement, des traitements supplémentaires pourront être faits avec des phosphates.

- Les **boues salées** dont la teneur en NaCl peut être comprise entre quelques dizaines de g/l et la saturation. Ces boues sont utilisées pour la traversée des zones salifères pour éviter le cavage et elles sont constituées d'eau, de sel (généralement NaCl), de colloïdes minéraux (attapulgite ou sépiolite), des colloïdes organiques (amidon), d'un fluidifiant minéral ou organique (chaux, soude).

Exemple d'une formulation de WBM :

76% d'eau, 14% de barite (alourdissant), 6% d'argile, 4% d'additifs (Dada, 2011).

### **III.2.4.2- Les fluides (ou boues) à base d'huile-OBM (Oil Based Muds)**

L'origine de l'utilisation de l'huile dans les fluides de forage remonte aux premiers forages effectués à Oklahoma City (1934-1937) au cours desquels on a constaté une amélioration des performances de forage après l'ajout de l'huile brute.

Les fluides à base d'huile sont des fluides dont la phase continue est une huile minérale (pétrole brut, fuel, gazole, ...) et la phase dispersée est de l'eau. Par définition, les fluides de forage à base d'huile contenant plus de 5% d'eau sont appelés boues de forages en émulsion inverse ; avec moins de 5% d'eau, on a les boues à l'huile.

La phase continue la plus utilisée jusqu'à ces dernières années était le gazole, mais actuellement la législation relative à la protection de l'environnement impose l'utilisation d'huiles minérales ou « synthétiques », ne contenant plus de composés aromatiques. Des agents émulsifiants et mouillants sont alors utilisés pour favoriser la stabilité de l'émulsion.

Les propriétés rhéologiques (thixotropie) de cette émulsion sont ajustées par l'addition d'agents viscosifiants, généralement des argiles organophiles. Les formulations peuvent contenir également des agents réducteurs de filtrat (composés asphalténiques et polymères) et d'autres additifs spéciaux. Il faut signaler qu'aujourd'hui, la plupart des travaux de recherche portent sur l'amélioration des boues inverses synthétiques, vu leurs avantages économiques et environnementaux, comparativement aux fluides classiques à base de gazole (Khodja, 2008).

La base de ces fluides est une huile minérale ou organique (gazole) et la phase dispersée

(discontinue) est de l'eau, dont la proportion peut atteindre 50% ou plus en un volume. Si l'eau se trouve avec une concentration de moins de 5%, le système (le fluide de forage) est dit fluide à base d'huile, sinon le système est dit fluide émulsionné inverse.

Les OBM sont utilisées lorsque le forage atteint certaines profondeurs où les WBM n'affichent pas d'excellentes performances (Hadj Abbas, 2011).

Exemple d'une formulation OBM :

46% d'huile, 33% de barite, 18% d'eau saumâtre, 2% d'émulsifiant, 1% de gélifiant.

### **III.2.4.3- Les boues à base d'huiles synthétiques-SBM (Synthetic Based Muds)**

A cause de la présence de substances toxiques (telles que les hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP) dans les OBM, et en raison de certaines restrictions visant à garantir la protection de l'environnement, une nouvelle gamme de fluide à base d'huiles synthétiques « SBM » a été conçue.

La formulation des SBM est presque la même que celle des OBM. Ils sont caractérisés par une phase continue composée de matières synthétiques (esters, éthers, paraffines et oléfines) ou d'huiles végétales, en plus d'autres additifs (émulsifiant, mouillant, viscosifiant, etc.). Les SBM sont largement employées dans les forages, en raison de leur excellente biodégradabilité, et de leur faible toxicité.

### **III.2.4.4- Les fluides de forage gazeux**

Ces fluides sont constitués d'une phase continue (gaz : air, mousse, gaz naturel) mélangée avec de l'eau en proportions variables provenant de la proportion traversée (inévitablement) ou ajoutée intentionnellement (Dada, 2011). Leur utilisation est indispensable dans le cas où différents problèmes aient lieu pendant le forage, par exemple :

- **Les fluides à base d'air** : L'air est le fluide de forage qui possède la plus basse densité et le prix de revient le moins élevé, mais le forage à l'air qui a commencé en 1940, devient difficile lors de venues importantes d'eau. Il apporte une solution à des problèmes compliqués parfois difficiles à résoudre avec les méthodes de forage à la boue conventionnelle. Il est recommandé dans le cas de pertes totales répétées de la boue lors de la circulation ainsi que dans le forage des couches productrices sous faible pression. En Algérie, les premiers forages à l'air ont été réalisés entre 1954 et 1960 dans la région de Tébessa sur les puits Djebel Foua, Djebel Onk suite aux pertes importantes



dans la région. D'autres forages ont été réalisés en 1970 à Djebel Lazreg.

- **Les fluides à base de mousse** : Les mousses sont des dispersions d'un volume de gaz (relativement) important dans un volume de liquide relativement faible. Elles sont utilisées comme fluides de forage lorsque les terrains traversés sont fracturés, ou lorsque le forage à l'air est impossible parce que la pression nécessaire ne peut être fournie sur chantier.

L'avantage du forage à la mousse se résume par sa faible pression hydrostatique au fond et par son excellent pouvoir de remonter des déblais à moins que la mousse ne refroidisse pas convenablement les terrains traversés ainsi que le train de sonde et ne contrôle pas la tenue des parois du puits (pas de cake).

Des problèmes de sécurité au sujet de l'utilisation de la mousse en réservoir sont à signaler, notamment des explosions dans le cas où le volume d'hydrocarbures gazeux, est compris en 3 et 10% par rapport à l'air. C'est le cas en 1992, du puits RB-13 en Algérie, où lors d'une opération de reprise de puits (de work-over) avec une boue à la mousse pour éviter les pertes de circulation, une explosion s'est produite suite à une contamination de la boue par une venue d'huile ou de gaz (Khodja, 2008).

Ces fluides sont utilisés dans le cas où les formations à forer sont fracturées, ou quand le forage à l'air est impossible du fait des faibles pressions développées par ce dernier.

- **Forage à la boue aérée** : Le forage à la boue aérée est utilisé afin d'éviter les pertes de circulation et pour avoir un fluide de forage plus léger. Les avantages sont une bonne tenue des parois grâce à un cake contrôlé, une tendance aux pertes de circulation fortement réduite et une vitesse d'avancement plus grande, une assez bonne capacité de refroidissement des terrains traversés et du train de sonde, à moins que la stabilité de la boue aérée ne soit liée à une circulation effective des fluides.

#### **III.2.4.5- Cas particulier : les fluides de forage HTHP**

Cette gamme de fluides est employée lorsque les puits à forer se trouvent dans les profondeurs caractérisées par des conditions extrêmes en pression et en température, d'où l'appellation « fluides de forage HTHP ». Dans ce contexte ci particulier, les gisements d'hydrocarbures sont localisés dans des formations géologiques identifiées par une pression et une température qui dépassent les 1034 bars et 177 °C (Dada, 2011).

Le tableau ci-après englobe les principaux additifs entrant dans la formulation des fluides de forage et comportant certains dangers chimiques (voir annexe 1):

**Tableau III.1 : Principaux additifs utilisés dans la formulation des fluides de forage (Dada, 2011)**

	Additif	Substance utilisée	Fonction
1	Viscosifiant	Argiles naturelles ( <i>bentonite</i> ).	Augmentation de la viscosité.
2	Réducteur de filtrât	Amidons, carboxy-méthyl-celluloses ( <i>CMC</i> ), celluloses polyanioniques ( <i>PAC</i> ), résines.	Consolidation de la perméabilité du cake.
3	Inhibiteurs de gonflement	KCL, glycérol, silicates, polymères.	Empêchement du gonflement du fluide de forage.
4	Alourdissant	Barite, calcite, hématite.	Augmentation de la densité du fluide.
5	Colmatants	Granulés ( <i>coquille de bois</i> ), fibres ( <i>fibres de bois, canne à sucre</i> ), lamellaires ( <i>céréales</i> ).	Prévention contre les pertes de fluides lors de la circulation.
6	Emulsifiants	Chaux ( <i>hydroxyde de calcium</i> ), métaux lourds.	Stabilisation des émulsions.
7	Lubrifiants	Huiles désaromatisées, éthers.	Lubrification des outils de forage.
8	Mouillant	Acides sulfoniques, amides, polyamides.	Diminution des tensions interfaciales.

### III.2.4.6- Composants indésirables

Les composants indésirables les plus présents dans les fluides de forage sont les hydrocarbures, les métaux lourds, et les sels. Une brève description est donnée ci-dessous :

- A. Les hydrocarbures :** Quand une formation traversée contient des hydrocarbures, le fluide de forage se trouve contaminé par l'huile de la formation. En effet, l'huile de certaines formations est un composant indésirable car il contamine les déblais.
- B. Les métaux lourds :** C'est la texture du sol qui rend possible la migration des métaux lourds. En effet, un sol poreux favorise ou rend excessive, la migration des métaux lourds jusqu'à contaminer les sources d'eau souterraines et intégrer la chaîne alimentaire. Les métaux lourds peuvent se mélanger avec les fluides

de forage suivant deux façons :

- Les formations forées contiennent l'arsenic, le baryum, le cadmium, le chrome, le plomb et le mercure.
  - Les additifs des fluides de forage contiennent du baryum qui vient des agents alourdissant de la baryte et du chrome qui vient des défloculants chrome-lignosulfonate. La baryte minérale utilisée pour le contrôle de la densité, peut avoir de grandes quantités naturelles de cadmium et de mercure.
- C. Les sels :** La diffusion des sels dans le sol en fortes concentrations, ira jusqu'à contaminer les eaux souterraines et intégrer la chaîne alimentaire, d'où une contamination de la faune et la flore. La concentration des sels comme le chlorure de sodium ou de potassium dans les fluides de forage peut aussi considérablement augmenter, spécialement quand les puits forés traversent des dômes de sel ou des formations ayant de l'eau très salée.

### **III.2.5- Propriétés des fluides de forage**

Tout comme la formulation des boues, le contrôle et la caractérisation des boues de forage sont réalisés selon des normes précises éditées par l'API. Les tests relatifs à l'étude des caractéristiques des fluides de forage sont généralement basés sur quatre paramètres : densité, viscosité, filtrat et réactivité.

Certaines mesures sont réalisées systématiquement sur tous les forages (viscosité, densité filtration) et d'autres en fonction des fonctions (taux de gaz, alcalinité). A partir des mesures réalisées et des connaissances acquises, on ajuste si nécessaire la composition de la boue en « temps réel » en ajoutant certains produits ou en reformulant la boue. Historiquement, face aux problèmes majeurs rencontrés dans les premiers forages, la densité est le premier paramètre fondamental pour la caractérisation des fluides de forge.

#### **III.2.5.1- Densité**

La densité est un paramètre important des boues de forage. Elle doit être suffisamment élevée pour contrebalancer la pression exercée par les venues d'eau, d'huile et de gaz et par conséquent les éruptions.

Cependant, elle ne doit pas dépasser la limite de résistance des parois du puits (formations traversées) pour ne pas les fracturer et ne pas risquer une perte de boue au cours de la circulation. Pour l'alourdissement de la boue, la barite ( $\text{BaSO}_4$ ) a été utilisée dès 1922.

A cause de cette pression de contre-balancement en conditions normales de forage, une diffusion du fluide dans les milieux poreux est possible. Pour diminuer autant que possible cette invasion, un produit de filtration, de faible épaisseur, appelé cake, est formé sur les parois des trous forés. Ce cake doit être de perméabilité faible et doit être facilement enlevé avant la cimentation (Khodja, 2008).

### **III.2.5.2- Rhéologie**

Les fluides de forage sont souvent des suspensions colloïdales qui ont un comportement complexe et variable suivant leur composition et les conditions d'utilisation. Ce sont le plus souvent des fluides non-newtoniens, visqueux ou viscoélastiques, éventuellement thixotropes. De nombreux modèles rhéologiques ont été proposés et traités dans l'industrie pétrolière, par plusieurs auteurs.

L'objectif principal des études rhéologiques est de caractériser et de quantifier les effets des interactions entre particules sur les propriétés macroscopiques de suspensions. Les hauts polymères possèdent la capacité d'augmenter fortement la viscosité du fluide dans lequel ils sont dissous même à très faible concentration.

Les boues de forage, souvent décrites comme des fluides rhéofluidifiants et thixotropes à seuil, ont une structure interne susceptible de se modifier selon les conditions d'écoulement et/ou de cisaillement, et pouvant mener à des phénomènes non homogènes au sein du matériau.

#### **A. Viscosité**

La viscosité dépend avant tout de la teneur en solides contenue dans la boue et de la présence en polymères. Une augmentation de viscosité ne pourra donc être combattue que par l'élimination des solides.

Sur chantier, les outils pour contrôler la rhéologie de la boue sont disponibles, tels que le viscosimètre Marsh qui est encore très largement utilisé. D'autre part, la circulation dans le puits impose des valeurs élevées de pression et de température, il est donc nécessaire de mesurer ou de prévoir la rhéologie des fluides aux hautes températures et pressions ainsi que la tenue des additifs soumis à ces conditions. D'où l'importance d'utilisation de rhéomètres travaillant à haute pression et haute température, et d'appareils de filtration.

#### **B. La contrainte seuil**

Les solides présents dans la boue de forage influencent un paramètre autre que la viscosité plastique, qui est la contrainte seuil, plus connue sous le nom de « yield value » ou « yield

point ».

La contrainte seuil représente la résistance initiale à vaincre, pour que le fluide s'écoule. Cette résistance est due aux forces électrostatiques attractives localisées à la surface des particules. C'est une mesure dynamique.

La contrainte seuil dépend du type des solides présents et de leurs charges de surface respectives, de la concentration de ces solides, et du type et de la concentration des autres ions ou sels éventuellement présents.

### **C. Gels et thixotropie**

Une boue de forage laissée au repos édifie progressivement une structure qui augmente sa rigidité et qui peut être réduite par agitation. On appelle thixotropie le fait que ce phénomène soit non instantané et réversible.

La connaissance des propriétés rhéologiques est d'une grande importance pour la résolution des problèmes de forage et permet de recommander et de prévoir le comportement des fluides au cours du forage. Il faut souvent arriver à un compromis entre les caractéristiques des fluides. Une viscosité maximale améliore la mise en suspension des déblais et réduit l'infiltration et l'érosion, tandis qu'une faible viscosité facilite le pompage du fluide, améliore la lubrification et réduit les pertes de charges, accélérant ainsi l'avancement du forage. De plus, une valeur importante de contrainte seuil permet le bon nettoyage du trou et la mise en suspension des solides.

### **III.2.5.3- Propriétés de filtration des fluides de forage**

La filtration du fluide de forage se produit sous l'effet de la pression différentielle (différence entre la pression du fluide et celle de la formation) lorsque le fluide se trouve au contact d'une paroi poreuse et perméable. Deux sortes de filtrations ont lieu pendant le forage : la filtration statique, lors de l'arrêt de la circulation du fluide, et la filtration dynamique au cours de la circulation du fluide, qui entraîne une érosion du cake formé.

Les propriétés de filtration des fluides de forage doivent être aussi évaluées et contrôlées par des tests établis en régime statique utilisant un filtre presse standardisé. Ces mesures peuvent être faites sous conditions de haute pression et haute température.

La filtration du fluide de forage au travers des parois du puits peut avoir des conséquences importantes, d'une part sur le déroulement des opérations (stabilité des parois du puits, avancement de l'outil, coincement de la garniture par pression différentielle, en particulier dans les zones inclinées) et d'autre part, lorsque l'on atteint le réservoir, sur

l'endommagement des zones productrices.

Dans les deux cas, l'augmentation de la durée de forage ou la diminution de la productivité comporte des incidences économiques défavorables.

### III.3- Les bourbiers

#### III.3.1- Définition des bourbiers

Dans le domaine de l'exploitation pétrolière, une panoplie des produits chimiques est employée dans la formulation des boues de forage. Ces composés de natures différentes et dont la toxicité et la biodégradabilité sont des paramètres mal définis, sont cependant déversés dans la nature. En plus des hydrocarbures (HC, tels que le gazole), constituant majeur des boues à base d'huile, on note les déversements accidentels du pétrole, ainsi que d'une variété d'autres produits et additifs spéciaux (tensioactifs, polymères,...) qui peuvent exister sur les sites de forages. Ces rejets sont généralement stockés dans les endroits appelés « bourbiers » (Hadj Abbas, 2011).



**Photo III.1 :** Bourbier étanche avant le forage (Hadj Abbas, 2011)



**Photo III.2 :** *Bourbier après une opération de forage (Hadj Abbas, 2011)*

### **III.3.2- Influence des bourbiers sur l'environnement**

Sur le plan environnemental, en plus des pertes de circulation des fluides pendant et après le forage, le bourbier étant que collecteur des produits liquides et solides issus du forage, représente une grande source de pollution et de danger. Le diagnostic des techniques de traitement utilisées a montré des imperfections majeures pouvant induire des nuisances pour la santé humaine, l'écosystème et l'environnement.

Les bourbiers (cuttings) sont principalement contaminés par des hydrocarbures (gasoil ou pétrole, provenant de la boue à base d'huile) et des métaux lourds (provenant principalement des additifs de la boue).

Les cuttings risquent de contaminer le sol et le sous-sol par les actions suivantes :

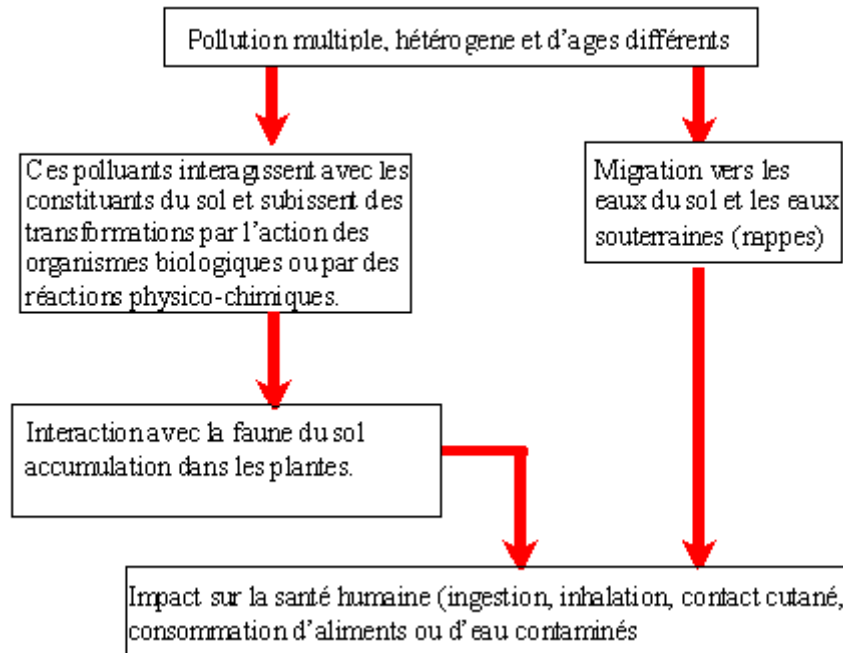


Figure III.2 : Action des polluants sur le sol (Hadj Abbas, 2001)

### III.3.3- Les ressources des bourbiers

#### III.3.3.1- L'activité de forage

Parmi les couches géologiques traversées par les fluides de forage, on rencontre les différents aquifères qui risquent une contamination sérieuse par infiltration de ces fluides selon les formes suivantes :

- A partir de la surface par les rejets et liquides de forage (boue de forage, cutting, etc.) déversés, dans la plupart des cas, directement sur le sol sans aucune protection, ainsi que les rejets solides et liquides domestiques, déversés dans des fosses non conformes et non protégées.
- En cours de forage, la contamination se traduit par le contact de deux fluides de caractéristiques rhéologiques différentes (mélange d'un fluide de formation traversée et la boue de forage en question).
- Une mauvaise cimentation peut provoquer des pertes du laitier de ciment dans les formations et une venue de fluide de formation.
- Par infiltration des hydrocarbures en développement.
- Le stockage non conforme des produits chimiques utilisés pour les différents fluides peut provoquer une contamination des sols et donc des aquifères de surface.



### **III.3.3.2- Opération de production sur puits**

Lors des opérations de production (extraction des hydrocarbures et leur acheminement vers les centres de production), des risques majeurs de pollution et de contamination des aquifères (de surface et autres) peuvent survenir suivant plusieurs formes :

- Lors des déversements d'hydrocarbures volontaires en surfaces (dégorgement des puits ou lors d'opérations de snubbing de work-over, etc.).
- Des fuites d'hydrocarbures dues aux détériorations et à la corrosion des tubages et casing.
- Des résidus de pertes de fracturation, d'acidification, etc., et ce durant les opérations spéciales.
- Des rejets de produits de pertes issues de l'opération d'évaluation du réservoir.
- Des rejets de produits utilisés pour l'entretien des puits et des installations de production.

Les hydrocarbures produits passent d'abord par des séparateurs (huile/gaz) et sont débarrassés des eaux résiduelles pour être acheminés vers des bacs de stockage. Les rejets générés proviennent des eaux de décantation, des slopes et également des fuites d'hydrocarbures dues aux défaillances des bacs.

Lors de l'acheminement des hydrocarbures par canalisations, des déversements et fuites peuvent survenir, ce qui induit forcément une pollution du sol et des aquifères de surface. De plus, l'empiètement de ces canalisations (pouvant atteindre un diamètre de 40") peut gêner jusqu'à l'évolution naturelle du système biologique.

### **III.3.3.3- Traitement des hydrocarbures**

Une activité qui consiste à transformer la matière première (pétrole brut, gaz) en plusieurs produits finis en lui faisant subir un certain nombre de traitements physiques et chimiques, cela induit des rejets pouvant entraîner une contamination des sols et des aquifères :

- Rejets des produits de traitements ;
- Déversements et fuites d'hydrocarbures sur la surface ;
- Opération de torchage du gaz qui provoque une importante pollution atmosphérique et des nuisances à la santé (Hadj Abbas, 2011).

### **III.3.4- La toxicité**

#### **III.3.4.1- Les métaux**

Certains contaminants tels que les métaux sont susceptibles d'être toxiques de façon immédiate envers un être humain. En raison de leurs propriétés chimiques (solubilité, état d'oxydation), les métaux se présentent sous différentes formes (ions, complexes) et liés à divers ligands. Leur spéciation influe directement sur leurs toxicités et leurs biodisponibilités. La présence simultanée de plusieurs métaux peut engendrer une toxicité supérieure à celle de chaque métal séparé. Par exemple le zinc, le cadmium et le cuivre sont toxiques faibles PH et agissent en synergie pour inhiber la croissance des algues et affecter les poissons.

#### **III.3.4.2- Les hydrocarbures**

Les hydrocarbures regroupent plusieurs produits pétroliers (pétrole brut, pétrole raffiné, kérosène, essences, fuel, lubrifiants, huiles à moteurs). On peut employer aussi le terme d'hydrocarbures paraffinaques. Cette famille comprend principalement des alcanes (hydrocarbures aliphatiques) constituées de chaînes linéaires ou ramifiées comprenant au minimum cinq atomes de carbone, caractérisés par un point d'ébullition compris dans l'intervalle 35-490°C. Elle contient en proportions, parfois significatives, des hydrocarbures aliphatiques cycliques (cyclane), des hydrocarbures aromatiques monocyclique (benzène, toluène, xylène...) ou polycycliques (HAP : benzo (a) pyrène).

On définit les hydrocarbures des familles de dérivés en fonction de leur utilisation ; Ces familles sont basées sur des coupes de raffinages pétroliers et il est possible de préciser le nombre d'atomes des molécules les composant.

La solubilité des hydrocarbures est variable mais jamais élevée. La plupart des hydrocarbures sont peu miscibles avec l'eau. Ils tendent à former des couches distinctes lorsqu'ils atteignent les nappes phréatiques. La densité des hydrocarbures varie avec la longueur des chaînes carbonées. La plupart des hydrocarbures s'accumuleront sélectivement sur la surface de la nappe et les hydrocarbures les plus lourds (fuel, lourds) s'accumuleront au plancher de celle-ci.

La stabilité des hydrocarbures aliphatiques est assez élevée, leur dégradation dans l'environnement, sous l'effet de la lumière ou des bactéries étant très lente.

Dans le cas des hydrocarbures plus légers que l'eau, la quantité déversée doit être suffisante pour qu'il y ait constitution d'une phase continue. Sinon, la pollution se manifestera

sous forme de gouttelettes d'huile piégées dans les pores constituant autant de micro-sources de pollution, par relâchement dans la phase eau de composants solubles.

S'il y a constitution d'une phase « huile » non miscible et continue, celle-ci va migrer vers la nappe. La phase huile en déplacement peut être enveloppée d'une phase gazeuse formée par la vaporisation des composants les plus volatils.

Si la nappe est atteinte, les composants solubles passeront dans la phase eau et seront entraînés par convection et dispersion. La quantité de polluant restant à l'état de phases distinctes continuera de se déplacer lentement sous l'effet de ses propres gradients de pression en exerçant sur la nappe une action qui en déprimera légèrement la surface.

### **III.4- Management environnemental des boues de forage**

#### **III.4.1- Introduction**

Les opérations de forage peuvent avoir de sérieux impacts sur l'environnement, si certaines mesures ne sont pas prises en compte ou ne sont pas appliquées. Ces impacts peuvent être réduits si une particulière attention est accordée quant au management des déchets produits à la fin de ces opérations. Pour cela, l'industrie des hydrocarbures a su développer de nouveaux outils dans ses activités d'exploration et de production, par l'intégration de mesures entrant dans le cadre du développement durable et la sensibilisation aux problématiques environnementales courantes, ainsi que l'établissement de stratégies pour le management des boues de forage.

En effet, deux points importants en rapport avec le non-traitement ou le rejet des boues de forage méritent d'être cités :

- Le premier point concerne la non-application des réglementations en matière de traitement et de rejets d'effluents industriels.
- Le deuxième point concerne le rejet des boues dans des sites appelés bourbiers ou en mer, qui sera par conséquent, à l'origine de beaucoup d'impacts néfastes mettant en danger l'environnement.

#### **III.4.2- Réglementation algérienne sur le rejet d'effluents industriels**

Pour nombre de cas, c'est souvent les réglementations en vigueur, établis par les gouvernements sur la base d'expertises scientifiques, et de processus de concertation avec les différentes parties prenantes (législateurs, industriels, populations, etc.), qui pousseront les industriels à prendre des mesures et des initiatives en matière de protection de

l'environnement, et pour être en totale conformité avec ces restrictions.

La réglementation algérienne ne dispose pas de lois très strictes en rapport avec le traitement des effluents industriels. Les seuls textes légaux existants à ce jour parlent seulement du contrôle des rejets comme le stipule le décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1927 correspondant au 19 Avril 2006, définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels de façon à :

- Contrôler les valeurs limites de leurs rejets par moyens d'unités spécifiques destinées à faire leur traitement, comme l'indique l'article 4 du même décret :

*« Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçus, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas-à la sortie de l'installation-les valeurs limites des rejets, et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée ».*

- Obliger les opérateurs à effectuer des procédures de contrôle et d'analyse de leurs rejets, et même fournir des explications en cas de non-respect des limites indiquées.

### **III.4.3- Impacts environnementaux du rejet des boues de forage**

Le rejet des boues de forage en pleine nature est considéré comme un vecteur de pollution, et il faut compter de longues périodes (des mois, voire des années) pour constater leur dégradation.

En vue de faire un aperçu sur les impacts du rejet des boues de forage, il est important de connaître les phénomènes de diffusion des polluants dans la nature ainsi que les différents types de pollution.

#### **III.4.3.1- Phénomènes de pollution**

Les conditions de stockage et de traitement des boues et déchets de forage présentent de nombreuses insuffisances. Celles-ci sont sources de pollution, accidentelles ou non, des compartiments naturels tels que le sol, l'eau ou l'air. Durant le stockage momentané dans le borbier, les hydrocarbures peuvent s'étaler à la surface du sol. Ils subissent alors une série de modifications par différents processus, parmi lesquels les plus importants sont :

- **Evaporation** : C'est la conséquence de la volatilisation de composés chimiques légers (de faible masse molaire), comme les composés ayant de 4 à 12 atomes de carbone dont la volatilisation s'avère très contraignante pour l'environnement.

- **La dissolution :** Les composés aromatiques sont nettement plus solubles dans l'eau que leurs analogues saturés. Ces hydrocarbures solubles sont de loin les plus dangereux pour l'environnement, car ils sont difficiles à éliminer et absorbés par la faune et la flore.
- **L'émulsification :** Une émulsion est formée par l'action d'agents tensioactifs (ou de fines particules, ou d'autres matières organiques) entre les phases d'huile et d'eau, produisant ainsi une couche visqueuse et très persistante dont la dégradation prendra beaucoup de temps
- **La sédimentation :** Elle concerne les composés de haute densité. On observe à partir de ce phénomène la formation d'une couche semi-solide (agrégat) difficilement biodégradable par voie naturelle.
- **Biodégradation :** Puisque les boues sont généralement stockées dans des bourniers (à l'air libre), ce milieu favorise l'action de microorganismes pour la dégradation de plusieurs composés, d'où il y aura émission de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.
- **La photo-oxydation :** elle s'observe en surface mais aussi dans les vapeurs atmosphériques. Elle touche plus particulièrement les composés aromatiques (non volatils et photosensibles) et conduit à la formation de nombreux composés chimiques (Khodja, 2008).

### III.4.3.2- Types de pollutions

Les nombreux impacts associés aux rejets des boues de forage sont directement liés à la présence de composés toxiques dans les boues, qui sont très solubles une fois en contact avec l'eau, et peuvent migrer pour couvrir de grands espaces.

Les différents types de pollutions liées aux forages d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures sont les suivants :

#### A. Pollutions inévitables

On distingue plusieurs formes de ce type de pollutions telles que :

- ✓ Les pollutions inhérentes à la pratique de forages pétroliers ou gaziers en général, telles que le fort impact sur la ressource en eau, les émanations toxiques, le torchage, les fuites, les débordements, le bruit, la pollution lumineuse, etc.
- ✓ Les pollutions par l'usage, et par les techniques d'élimination des boues de forage (des boues contenant des cuttings solides et liquides).

### **B. Pollutions fréquentes**

Elles sont spécifiquement liés à la fracturation hydraulique, ou à la stimulation hydraulique et /ou chimique (cas de séismes, fissures, libération de particules toxiques du sous-sol dans les boues et dans l'atmosphère, infiltration des gaz dans les nappes phréatiques, etc.).

### **C. Pollutions évitables**

Ce sont particulièrement :

- ✓ Des pollutions liées à des mauvaises pratiques ;
- ✓ Des pollutions par manque de cadre législatif.

### **D. Pollutions dangereuses**

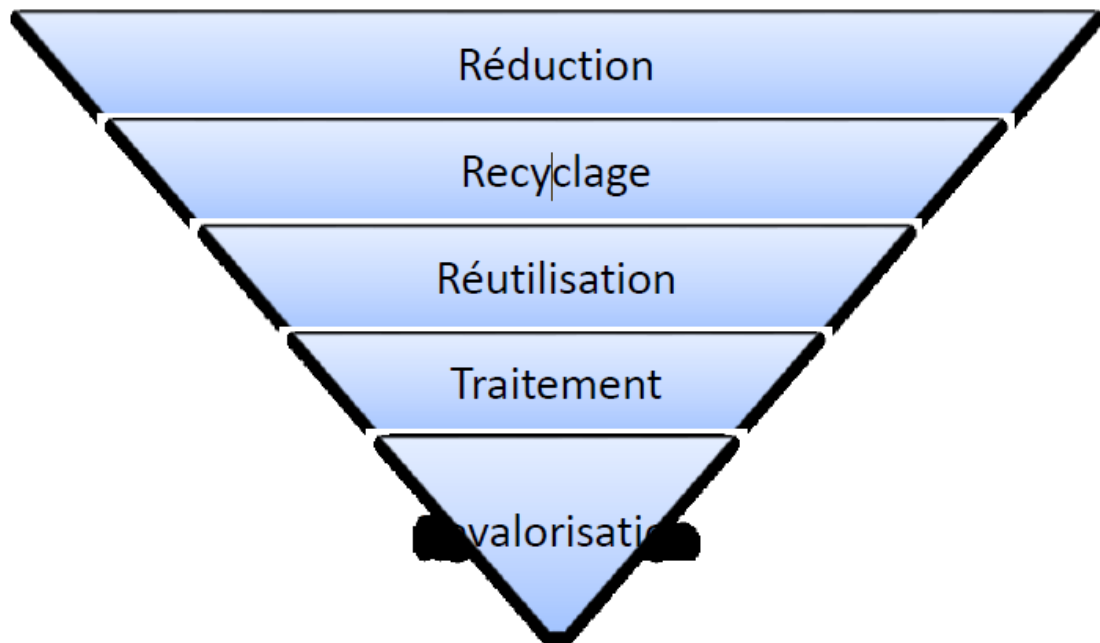
Elles sont notamment causées par les fuites, les infiltrations, les migrations, les explosions, les effondrements, etc.

## **III.4.4- Planning du management environnemental des boues de forage**

Le management environnemental est devenu un outil essentiel dans toute stratégie industrielle. Son introduction dans l'industrie d'hydrocarbures a pour mission d'améliorer et d'optimiser les performances environnementales des activités E&P (Exploration et Production).

La mise en place d'une stratégie ou d'un plan de management pour le traitement des boues de forage, entre dans le cadre de la politique HSE de chaque entreprise en matière de gestion de déchets, et dépend du contexte environnemental et des restrictions légales auxquelles est soumise une entreprise quant aux limites du rejet des effluents, et ses capacités techniques pour remédier au problème des boues.

Les modèles de management qui ont été développés par les compagnies pétrolières suivent généralement la procédure suivante, où les actions mises en œuvre pour le management des boues, sont organisées en hiérarchie comme le montre la figure ci-après :



**Figure III 3 :** *Hiérarchie d'actions pour le management environnemental des boues de forage (Dada, 2011).*

- **Réduction :** Cette mesure signifie la minimisation, voire la réduction des quantités de boues produites en aval du processus de forage, par le recours à certains types de forages tels que les forages directionnels, ainsi que la diminution de leurs impacts sur l'environnement par la formulation de nouveaux systèmes de fluides de forage plus respectueux de l'environnement.
- **Recyclage/Réutilisation :** Dans la majeure partie des cas, le recyclage des fluides de forage, ainsi que la réutilisation de la fraction solide des boues de forage, demeurent souhaitables pour des raisons économiques.  
Le recyclage des fluides de forage s'effectue par la récupération des quantités de fluides recueillis à travers différents systèmes disponibles sur les plates formes de forage, de manière à les réinjecter dans le process de forage.  
En ce qui concerne la réutilisation des fractions solides, diverses expérimentations ont été menées en grande Bretagne pour l'emploi de ces fractions comme combustibles dans les centrales à charbon.
- **Traitement/Revalorisation :** Si le cadre légal en matière de gestion d'effluents exige le traitement des boues de forage, diverses séries de traitements peuvent être appliquées,

comme les traitements biologiques, physico-chimiques, ou thermiques.

De plus, différentes voies de valorisation peuvent être réalisées en ce qui concerne les sous-produits de chaque traitement. Par exemple, les résidus solides peuvent être exploités comme des matières premières dans le secteur de construction, ou pour le terrassement des routes, ou comme substrats pour la réhabilitation des sols.

#### **III.4.5- Projets de management environnemental développés par des compagnies pétrolières**

Les exemples suivants témoignent des projets initiés par certaines compagnies pétrolières, pas exclusivement pour le traitement des boues de forage, mais aussi pour la réduction des coûts et impacts environnementaux liés à leurs cycles de vie.

- La compagnie Schell a établi en 2001 un projet pilote appelé « *Rig Waste Reduction* » pour identifier les potentielles possibilités quant à la réduction des quantités de déchets produites dans les opérations de forage (Dada, 2011). L'utilisation des fluides de forage a été réduite de 20%, et les autres types de déchets rencontrés dans les opérations de forage (*eaux usées*) ont connu une diminution de 90%, tout ça par la combinaison de modules de recyclage des boues, intégrés dans les plateformes de forage.
- Schlumberger a introduit un programme de managements des déchets appelé « *Total Waste Management* », afin de limiter les quantités de déchets destinés à la décharge. Les bénéfices tirés de ce programme ont été notés par une amélioration globale en matière HSE, et une implication générale de toutes ses structures dans les préoccupations ayant pour sujet l'environnement.
- Mobil, a pour sa part développé une stratégie de management pour le champ gazier de Hugoton (*Kansas USA*), et qui a conduit à une diminution remarquable des coûts liés au cycle de vie des boues de forage.
- BP a de son côté, réduit les quantités de déchets produites en 2003, dans ses activités d'exploration et de production, de 28% par rapport à 2002, et les performances affichées en 2004 ont évolué de 7% par rapport à l'année 2003, soit une réduction de 9800 tonnes de déchets.
- ChevronTexaco a appliqué avec succès plusieurs procédés de bioremédiation pour le traitement des boues de forage.



### **III.4.6- Analyse du cycle de vie des boues de forage**

Comme il a été déjà explicité au deuxième chapitre de ce mémoire, l'analyse du cycle de vie (ACV) d'un produit, est l'évaluation de ses impacts sur l'environnement durant toute sa durée de vie, jusqu'à ce qu'il devient un déchet, autrement dit depuis les premières opérations impliquées dans sa production jusqu'à sa destination finale. Ce concept est très utile lorsqu'il s'agit du management des déchets. Il s'appuie sur la quantification des matières premières et des énergies utilisées, et aussi sur l'évaluation des flux d'énergies perdus et des différents effluents (liquides, solides, gazeux), durant tout le cycle de vie d'un produit.

Pour ce qui est du traitement de la fraction solide des boues de forage, cet outil d'analyse est un excellent moyen pour faire le bilan de toutes les étapes liées à la conception et à l'utilisation d'un fluide de forage jusqu'à sa destination finale (enfouissement, traitement, etc.). L'ACV peut aussi aider au choix du type de procédé de traitement à envisager (Dada, 2011).

Il s'agit d'un système complexe de fluides à base d'eau (WBM) ou d'huile (OBM) avec plusieurs produits chimiques et additifs minéraux. La formulation de ces boues est réglée avec précision selon les conditions physico-chimiques de forage qui changent avec la profondeur et la nature des formations géologiques franchises. A Hassi-Messaoud sur le terrain, les boues à base d'eau (WBM) sont souvent utilisées dans les 26 premières phases du puits, tandis que les 16', 12", 8", 6" phases sont percées avec de la boue à base d'huile (OBM) sur une profondeur de 3500 m en moyenne

### **Conclusion**

Les rejets pétroliers présentent des risques pour l'environnement à cause de leurs compositions pouvant dépasser les limites maximales conventionnelles par l'état algérien (degré de contamination de ces rejets est d'environ 9.61%, donc cette valeur dépasse la valeur maximale conventionnelle sur déchet brut et qui est de 5%) (Hadj Abbas, 2011).

Les effets sur l'environnement diffèrent d'un additif à l'autre et le fluide complet donne généralement des pourcentages d'endommagement plus faibles comparativement aux additifs seuls. Par ailleurs, les fluides OBM sont moins endommageants que les WBM, et l'optimisation de la dimension des solides présents dans la formulation, permet la réduction de cet endommagement (Khodja, 2008). Cependant, les risques que représentent les boues de forage vis-à-vis de l'environnement nécessitent des recherches approfondies de la part des scientifiques afin de minimiser au maximum leur l'impact aussi bien pour l'homme et pour

l'environnement en général.

Le quatrième et dernier chapitre est destiné à l'application des différentes étapes de la méthodologie établie au deuxième chapitre, et dont une étape consacrée à l'analyse du cycle de vie des boues de forage, en vue d'une détermination des impacts environnementaux qui lui sont associés.

***Chapitre IV :***  
***Etude de cas***

## Introduction

Chaque fois qu'un des facteurs clés de l'environnement de l'entreprise évolue, il risque d'avoir un impact sur l'équilibre de l'entreprise. Pour surveiller l'évolution de son environnement global et anticiper ses changements, l'entreprise doit effectuer un diagnostic stratégique en se servant de certains outils adéquats.

Ce chapitre va faire l'objet d'une contribution à établir un diagnostic stratégique de l'entreprise ENTP en se concentrant uniquement sur le facteur « Ecologie » (ou Environnement) par l'application de deux outils du management stratégique qui sont: l'outil PESTEL et l'ACV. Le choix est porté sur ces deux types d'analyse stratégique, après une longue recherche bibliographique d'une part, et par rapport à l'objectif du travail de ce mémoire d'autre part, sachant que les entreprises doivent prendre en compte l'impact environnemental de leurs activités, pour répondre aux demandes du marché et aux réglementations.

Il est à noter que l'application de l'analyse PESTEL de façon complète et relativement à tous les facteurs, nécessite la participation de tout un groupe de responsables de différentes spécialités et ayant des missions différentes au sein de l'entreprise. Quant au responsable HSE, il est appelé à participer dans le volet « Environnement, Ecologie », car les questions environnementales représentent aujourd'hui un enjeu stratégique pour l'entreprise. Par ailleurs, d'autres enjeux sont également assez importants tels que:

- ❖ Anticiper les menaces conjoncturelles et structurelles.
- ❖ Devenir pérenne malgré les aléas du marché et les mutations des clients.
- ❖ Identifier et choisir les meilleures opportunités de développement.
- ❖ Avoir une vision claire de ses forces et faiblesses.
- ❖ Trouver la meilleure orientation stratégique.
- ❖ Définir la meilleure organisation et un plan d'action réaliste pour y parvenir (projet d'entreprise).

En règle générale, il s'avère que les dirigeants connaissent relativement bien leurs forces et faiblesses internes, mais ont une vision plus partielle de leurs environnements. Ainsi, l'analyse externe constitue l'enjeu majeur du diagnostic et également la réflexion la plus délicate à mener. Rappelons que l'objectif de l'analyse stratégique d'une organisation est de choisir une stratégie de changement adaptée, d'accroître son efficacité, de mieux utiliser le potentiel et les limites d'une organisation et enfin d'éviter les pertes d'énergie (Gaudier & Vergnaud, 2009).

Ce quatrième et dernier chapitre consiste à appliquer la méthodologie déjà établie en fin du deuxième chapitre, afin de démontrer l'importance de l'application du modèle proposé s'inspirant de la démarche du management stratégique.

## **IV.1- Etape 1 : Présentation de la situation interne de l'entreprise ENTP**

Avant toute application de l'outil d'analyse PESTEL (aspect Ecologie), il est indispensable de présenter, en premier lieu, la situation interne de l'entreprise qui fait l'objet de ce mémoire, de façon à établir un état des lieux sur sa structure, son système de management ainsi que sa politique particulièrement dans le domaine de l'impact environnemental de ses activités. Par la suite, un tableau récapitulatif de ses forces et faiblesses sera établi.

### **IV.1.1- Présentation de l'entreprise**

#### **IV.1.1.1- Historique de l'ENTP**

ENTP (Enterprise Nationale des Travaux aux Puits, siège social : Hassi Messaoud, Ouargla) est une entreprise de forage et de work-over créée à la suite de la restructuration du secteur des hydrocarbures, par décret n°81-171 du 1<sup>er</sup> août 1981, et devient opérationnelle en janvier 1983. En Juin 1989, ENTP se constitua en entreprise publique économique, société par action (EPE-SPA). En 1989, ENTP intègre le Groupe Services Hydrocarbures (GHS), Sonatrach-Holding-Services est son actionnaire majoritaire avec détention de 51% de son capital. Celui-ci entièrement libéré, a évolué par paliers successifs de 40 millions DA à 300, puis à 800, 1600, 2400 millions de DA en 2005 et 14 800 000 000,00 DA en 2007. Ces actionnaires étaient :

- Le Holding Service Para Pétroliers SPP/SPA (51%).
- La société de gestion des travaux énergétiques TRAVEN (49%).

En Janvier 2005 : C'est le transfert des actions détenues par la société de gestion des participations TRAVEN dissoute, vers la S de Gestion des Participations dénommée « INDJAB ». Décembre 2005 : Cession des actions détenues par SGPINDJAB (49%) en faveur du Holding Sonatrach « SPP Spa », ENTP devient 100% Sonatrach. Avec un capital d'expérience de plus de trente-cinq (35) années d'expérience en forage et work-over, ENTP est le premier contracteur de forage en Algérie.

#### **IV.1.1.2- Activités principales et potentiel humain et matériel**

Les activités principales dispensées par ENTP couvrent le forage des puits d'hydrocarbures, le work-over, le forage des puits d'eau de grande profondeur pour les besoins du secteur de l'hydraulique. D'autres activités importantes, relevant du soutien logistique y sont également dispensées : maintenance, transport, hôtellerie et moyens communs.

Concernant le potentiel humain et matériel, notons que l'effectif global au 31/03/2013 est de 7050 agents avec un nombre d'appareils de forage de 59 et une base industrielle de 594 930 m<sup>2</sup> (dont 55 415 m<sup>2</sup> couverts). Les principaux clients de l'ENTP sont : Sonatrach-DF (Forage : exploration ou développement), Sonatrach-DP (Work-Over) et Groupement Sonatrach-Sinopec.

#### **IV.1.1.3- Stratégies et perspective**

Plusieurs stratégies et perspectives de l'ENTP sont à signaler, telles que par exemple :

- ✓ Maintenir une trésorerie positive ;
- ✓ Améliorer la rentabilité de l'entreprise ;
- ✓ Satisfaire les clients internes et externes à 100% ;
- ✓ Améliorer les performances de gestion de l'entreprise ;
- ✓ Améliorer les systèmes d'information et de communication de l'entreprise ;
- ✓ Maintenir la part de marché ;
- ✓ Diversifier les activités de l'entreprise ;
- ✓ Améliorer les conditions de vie et de travail ;
- ✓ Développer la composante humaine et renforcer les compétences ;
- ✓ Prévenir les préjudices personnels et l'atteinte à la santé au travail ;
- ✓ Préserver l'environnement et prévenir la pollution.

D'autre part, la culture de l'ENTP s'appuie sur les valeurs suivantes : le respect des engagements pris, la confiance et l'esprit d'équipe, le professionnalisme et la compétitivité, et l'exemplarité et la transparence. Ces valeurs constituent pour tout le personnel, un référentiel commun et partagé (Manuel QHSE, 2014).

#### **IV.1.1.4- Références normatives**

Le système de management intégré « qualité-santé-sécurité-environnement » de l'ENTP fait référence aux exigences suivantes :

- **Norme ISO 9000/2005** : « Système de management de la qualité-Principes essentiels et vocabulaires ».
- **Norme ISO 9001/2008** : « Système de management de la qualité-Exigences ».
- **ISO 9004/2000** : « Système de management de la qualité-Lignes directrices pour l'amélioration des performances ».
- **Norme ISO 14001/2004** : « Système de management environnemental-Exigences et lignes directrices pour son utilisation ».
- **Référentiel OHSAS 18001/2007** : « Système de management de la santé et de la sécurité au travail-Exigences ».

L'ENTP a certifié son système de management intégré « qualité-santé-sécurité-environnement » le 30 mai 2005 (Manuel QHSE, 2014).

#### IV.1.1.5- Organisation de l'ENTP

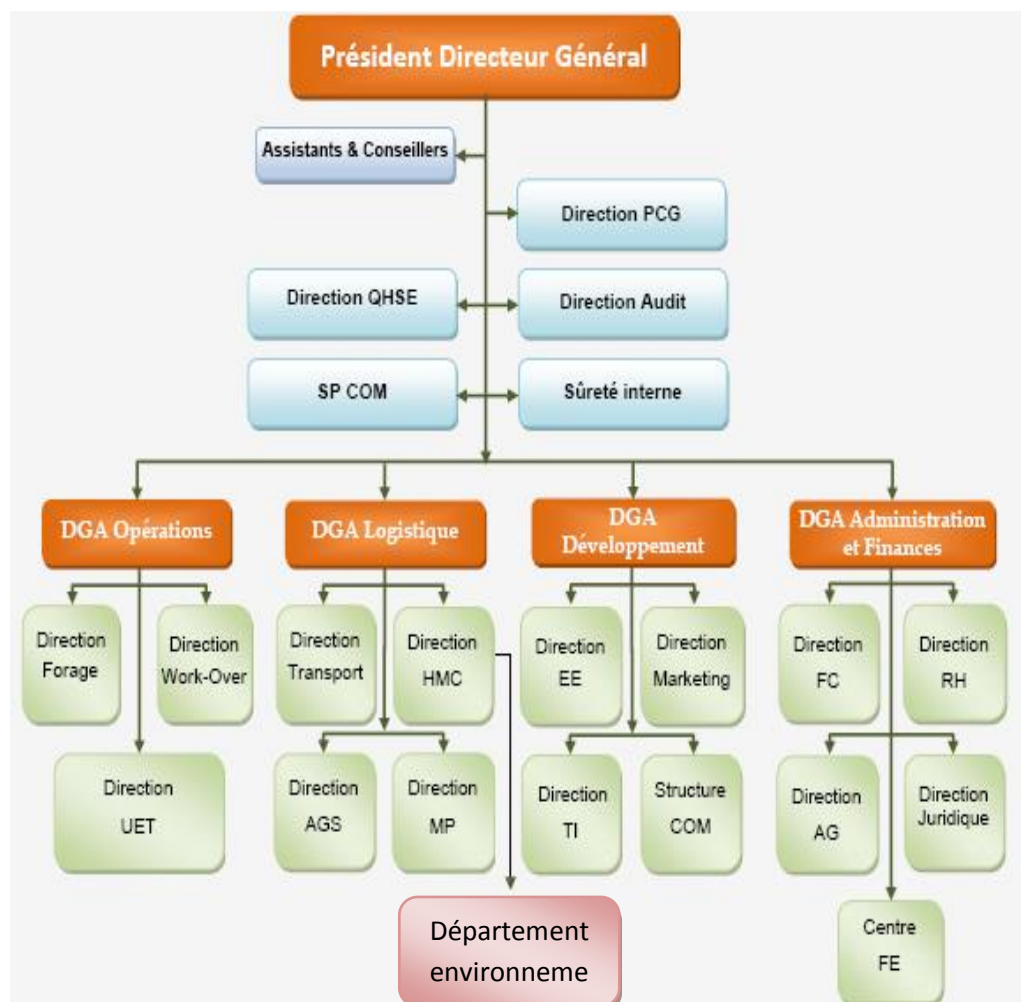


Figure IV.1 : Organigramme de l'ENTP (Manuel QHSE, 2014)

Remarquons que le département environnement ne figure pas dans l'organigramme de l'entreprise et donc il n'est malheureusement pas directement lié à la direction de l'ENTP, ce qui le prive d'avoir plus d'autonomie afin de pouvoir mieux gérer l'impact environnemental relatif aux activités de l'entreprise. Actuellement, ce département est attaché à la direction hôtellerie et moyens communs (HMC) dont le personnel ne donnera pas assez d'importance à l'environnement qui est le dernier de ses soucis. Ceci représente ainsi une vraie **faiblesse** pour l'entreprise au niveau de son système de management environnemental.

#### **IV.1.2. Situation interne de l'entreprise vis-à-vis de l'environnement**

Il s'agit ici de faire un inventaire des forces et faiblesses de l'entreprise. Notons que deux types de ressources ont une place importante dans la stratégie de l'entreprise : les ressources financières (elles conditionnent la survie de l'entreprise et lui fournissent les moyens monétaires de son développement) et les ressources humaines (sans lesquelles il ne peut y avoir d'activité ou de projet). Pour être efficaces, ces ressources doivent pouvoir bénéficier d'une organisation adaptée à la stratégie établie

##### **IV.1.2.1-Politique environnement de l'ENTP**

L'ambition de la direction de l'ENTP est de demeurer, à l'échelle régionale, leader dans le domaine de forage et de work-over. Ainsi, l'ENTP exploite et utilise tous les moyens qui lui permettent de satisfaire les besoins de ses clients et d'aller au-devant de leurs attentes, tout en mettant l'accent sur :

- ✓ La mise à niveau technologique de ses appareils de forage et de work-over,
- ✓ Le développement des compétences nécessaires par la formation en QHSE et le rajeunissement de son personnel,
- ✓ La participation et la consultation du personnel pour toutes les questions de santé/sécurité dans leur travail (Manuel QHSE, 2014).

Remarquons ici l'**absence** du terme « **environnement** » qui nécessite également de la considération à travers la participation et la consultation du personnel de façon permanente.

En harmonie avec la politique du groupe SONATRACH, ENTP gère ses activités, conformément aux référentiels cités plus haut. A ce titre, ENTP s'engage à :

- se conformer à la réglementation actuelle et à venir, se rapportant aux dangers en



termes de santé-sécurité au travail et aux aspects environnementaux et toutes autres exigences réglementaires applicables,

- prévenir les préjudices personnels et atteintes à la santé,
- prévenir la pollution,
- s'améliorer continuellement en matière de qualité, santé, sécurité et environnement,
- appliquer et maintenir régulièrement son système QHSE,
- assurer une communication efficace avec les parties intéressées,
- faire respecter la politique QHSE de l'entreprise par ses sous-traitants,
- être à l'écoute des riverains et leur apporter soutien,
- améliorer continuellement son organisation et ses processus de fonctionnement par la prévention des non-conformités et la résolution des dysfonctionnements.

Les objectifs de l'ENTP traduisant sa politique, sont suivis et revus périodiquement (Manuel QHSE ENTP, 2014).

#### **IV.1.2.2. Buts stratégiques de l'entreprise ENTP**

D'après le programme de management QHSE de l'entreprise ENTP pour l'année 2014, on distingue certains buts stratégiques en rapport direct ou indirect avec l'aspect environnemental, tels que :

##### **A. Préserver l'environnement et prévenir la pollution**

C'est l'un des buts stratégiques de l'entreprise pour lequel on cite plusieurs objectifs opérationnels qui sont les suivants :

- Déstocker les déchets spéciaux (DS) et spéciaux dangereux (DSD) pour des fins de recyclage et valorisation en respectant les étapes suivantes :
  - assurer la collecte et le tri des déchets à 100% et les transférer vers l'aire de stockage des déchets de l'entreprise;
  - réduire le stock de 85% des DS et DSD de la nomenclature des déchets (Assainir l'aire de stockage des déchets ; Conclure des conventions avec des récupérateurs agréés, Assurer la gestion des déchets).
- Zéro déversements des produits dangereux (huiles, gasoil, peinture, diluant) en éliminant les déversements et les fuites des produits dangereux (Mettre en place les bacs de rétention ; Prévenir les déversements par la mise en place des moyens appropriés).
- Améliorer la qualité des eaux usées rejetées en assurant la conformité

réglementaire (seuils limites) : analyser les eaux usées et mettre en place des déshuileurs, dégraisseurs et moyens de rétention.

- Prendre en charge les émissions atmosphériques : identifier les points d'émissions au niveau des chantiers et mesurer les émissions (finaliser le cahier de charge et lancer l'appel d'offre ; Mesurage des émissions et reporting) (Programme de management QHSE, 2014).

### **B. Développer la composante humaine et renforcer les compétences :**

Les objectifs opérationnels relatifs à ce but stratégique sont les suivants :

- a. Recruter le personnel prévu pour l'activité forage.
- b. Réaliser le plan de formation arrêté pour les filières suivantes :
  - 18751 jours pour le personnel de forage.
  - 20018 jours pour le personnel HSE.
  - 13481 jours pour le personnel de maintenance (Programme de management QHSE, 2014).

Remarquons bien que le nombre de jours destinés à la formation du personnel HSE est bien plus important que celui relatif aux deux autres filières, ce qui est un bon signe de l'intérêt de cette spécialité au sein de l'entreprise et représente ainsi un point positif (une **force**) relativement à l'aspect des ressources humaines au sein de l'entreprise ENTP.

- c. Réaliser la formation MBA des managers de l'entreprise.

#### **IV.1.2.3- Rapport analyse environnementale de l'ENTP**

Le tableau ci-après issu du rapport analyse environnementale de l'entreprise (2014), est un tableau récapitulatif des différentes situations (ou aspect) susceptibles d'avoir des impacts sur l'environnement, avec les moyens de maîtrise correspondants.

**Tableau IV.1. : Rapport analyse environnementale (ENTP, 2014)**

<b>Situation/Aspect</b>	<b>Impact</b>	<b>Moyens de maîtrise</b>
Incendie	Pollution de l'air	-Vérification et inspection des équipements, Utiliser et veiller au bon fonctionnement des instruments de mesure et détecteurs (gaz, fumée). -Application des instructions I-51-HSE, I-08-HSE, I-24-HSE, I-05-HSE. -Assurer des simulations « PMU Incendie ». -Application du PMU Incendie
Génération des déchets : DSD Déchets ménagers	Pollution du sol, Dégradation du paysage	-Respecter le tri en appliquant le code couleur. -Application de la P.EN.66
Génération des déchets : DMA Bouteilles plastiques	Pollution du sol, Dégradation du paysage	-Respecter le tri en appliquant le code couleur. -Application de la P.EN.66
Génération des déchets : DMA Papier	Pollution du sol, Epuisement de ressource naturelle (déforestation)	-Respecter le tri en appliquant le code couleur. -Application de la P.EN.66.
Génération des déchets : DSD Cartouches d'encre	Pollution du sol (dangereux pour l'environnement)	-Respecter le tri en appliquant le code couleur. -Application de la P.EN.66
Consommation de carburant	Epuisement de ressource naturelle	Sensibiliser le personnel à :
Consommation d'électricité	Epuisement de ressource naturelle	-l'économie d'énergie et ressources, -la lutte contre le gaspillage, -l'utilisation de la lumière naturelle

Consommation d'eau	Epuisement de ressource naturelle	dans les locaux administratifs le jour.
Consommation de papier	Epuisement de ressource naturelle	

Signalons un point très important : l'analyse environnement est effectuée seulement à travers des mesures prélevées, tandis qu'aucune méthode d'analyse de l'impact environnemental des activités de l'ENTP n'est appliquée, ce qui représente une autre faiblesse au niveau de l'entreprise.

#### **IV.1.2.4- Procédure « P.EN.66 : Gestion des déchets » de l'entreprise ENTP**

Cette procédure décrit, en conformité avec la réglementation, les dispositions prises pour la gestion des déchets générés par les activités de l'entreprise. Elle traite des modalités :

- d'identification des déchets selon leur nature.
- du tri et des conditions de stockage de chaque type de déchet.
- de l'enlèvement et du traitement réservé à chaque type de déchet produit.
- de la sensibilisation du personnel de l'entreprise, et le personnel de la sous-traitance sur la politique de l'entreprise sur la prise en charge des déchets.
- de communication de la politique de la gestion des déchets avec les parties intéressées.

La procédure P.EN.66 s'applique à tous les déchets générés par les activités de l'entreprise dans les différentes structures et sites. Elle concerne les différents types de déchets générés par les activités diverses au sein de l'entreprise. On cite les exemples ci-après :

- Les Déchets Ménagers et Assimilés (DMA).
- Les Déchets Spéciaux (DS) : Pneus usagés, Déchets métalliques.
- Les Déchets Spéciaux Dangereux (DSD) : Moteurs, Matériel informatique et télécommunication, Batteries et huiles usagés, Déchets d'activités de soins, Sable contaminé, etc.

#### **IV.1.2.5- Procédure « P.EN.41 : Analyse des risques et des aspects environnementaux »**

Cette procédure décrit les dispositions à prendre pour maîtriser les risques qualité, santé/sécurité et environnement, associés aux activités de l'entreprise. Parmi les modalités qu'elle traite, on cite :

- L'identification des dangers et aspects environnementaux liés aux activités de l'entreprise,
- L'analyse des risques et aspects identifiés, afin d'évaluer leurs conséquences d'une part sur la qualité du service fourni (ainsi que sur la santé et la sécurité des travailleurs et partenaires), et d'autre part leurs impacts sur l'environnement.
- La cotation du niveau des risques et aspects évalués (niveau de criticité),
- La détermination des moyens de maîtrise et les mesures de contrôle pour les ramener à un niveau acceptable au regard de la réglementation et de la politique QHSE de l'entreprise.

Notons que cette analyse est systématiquement revue tous les trois (3) ans ou, au besoin, dans le cas d'un changement majeur d'organisation (déroulement des processus), de la technologie, de la survenance d'un accident, ou d'un changement de norme.

En outre, les aspects environnementaux identifiés sont évalués dans les conditions normales, anormales, au démarrage et à l'arrêt des activités auxquelles ils sont associés.

Cette procédure s'applique à toutes les activités de l'entreprise.

#### **IV.1.2.6- Responsabilités**

Notons l'existence de beaucoup de responsabilités qui sont communes à tous les responsables des structures et à leurs collaborateurs, dont on cite :

- Veiller à l'application des procédures et instructions ;
- Identifier toute réclamation client et tout problème relatif aux prestations offertes, aux processus, ou au Système de Management QHSE ;
- Proposer des solutions pour traiter et éviter le renouvellement des défaillances rencontrées en matières de QHSE (surtout les réserves récurrentes) ;
- Coopérer aux audits internes et externes concernant la fonction et prendre en charge le traitement des écarts relevés ;
- Rendre compte de tout incident, situation d'urgence, non-conformité, action corrective et action préventive ainsi que de la performance SST et de l'évolution de la maîtrise des risques.

#### **IV.1.2.7- Infrastructures et planification de la réalisation du produit :**

L'ENTP dispose d'installations et d'équipements appropriés et en rapport avec ses activités, leur entretien est assuré par un personnel spécialisé relevant des structures et moyens communs et de la sécurité industrielle et, si besoin, sous-traitées (procédures P.EN.10, P.EN.21). Les activités de forage, métier de l'entreprise, sont réalisées selon les clauses arrêtées contractuellement avec le client.

La maîtrise opérationnelle, du point de vue santé-sécurité-environnement, des différentes activités assurant ou contribuant directement ou indirectement au métier du forage en font l'objet d'instructions et de procédures documentées pour éliminer ou ramener à un niveau acceptable les risques et les aspects environnementaux qui leur sont associés (procédures P.EN.53, P.EN.68, etc.) (Manuel QHSE ENTP, 2014).

#### **IV.1.3- Forces et faiblesses de l'ENTP-Proposition de mise en place du référentiel COSO 2013**

Après avoir présenté, d'une part, l'entreprise ENTP ainsi que sa situation interne (sa politique environnement, ses différents buts stratégiques, son rapport analyse environnement, les procédures relatives à l'impact environnemental appliquées régulièrement, ses infrastructures, la planification dédiée à la réalisation du produit, les différentes responsabilités devant être respectées et appliquées), et d'autre part après des discussions avec certains cadres de l'entreprise, nous résumons les forces et les faiblesses de l'ENTP au niveau du tableau suivant :

**Tableau IV.2 : Synthèse sur les différentes forces et faiblesses de l'ENTP**

Forces	Faiblesses
<p>-Premier contracteur de forage en Algérie.</p> <p>-Système de management intégré (Qualité, Santé, Sécurité, Environnement) installé depuis 2005 faisant référence aux différentes normes (ex. ISO 14001).</p> <p>-Parmi les buts stratégiques : préserver l'environnement et prévenir la pollution ; Développer la composante humaine et renforcer les compétences.</p> <p>-Procédures variées, rigoureuses et documentées.</p> <p>-Excellente organisation interne (malgré l'existence de quelques lacunes).</p> <p>-Longue expérience dans le domaine du forage pétrolier.</p> <p>-Potentiel humain important.</p> <p>-Infrastructure considérable.</p>	<p>-Mauvais emplacement du département environnement.</p> <p>-Manque de communication entre le département environnement et la direction QHSE.</p> <p>-Manque d'application des méthodes d'analyse environnementale au sein de l'entreprise.</p> <p>-Manque de suivi des déchets dont se charge une entreprise tierce (manque de traçabilité vu que le département environnement n'est pas directement lié à la direction QHSE).</p> <p>-Manque de formation en matière d'environnement relative aux produits chimiques, gestion de déchets, réglementation, résolution de problèmes environnementaux, habilitation pour le personnel qui collecte les déchets.</p> <p>-Conflits entre le département environnement et le service de transport pour la collecte de déchets sur les sites d'opérations (retard dans la collecte des déchets, négligence des documents (bordereaux) de suivi des déchets).</p> <p>-Absence de matériel spécial pour la collecte de déchets.</p> <p>-Manque d'une culture environnementale appropriée chez le personnel.</p> <p>-Non-respect des consignes relatives à la protection de l'environnement de la part de certains opérateurs.</p>

**Interprétation:** Malgré que l'entreprise est dotée de plusieurs forces lui permettant de mieux gérer les problèmes environnementaux, nous avons détecté beaucoup de faiblesses au niveau de la situation interne de l'ENTP, ce qui nous amène à proposer la mise en place du référentiel COSO relatif au contrôle interne (voir annexe 3), vu son importance et sa capacité de faire élargir le périmètre de réflexions, afin de mieux gérer l'impact environnemental des activités de l'entreprise. Ce référentiel a été mis à jour afin de l'adapter aux enjeux

d'aujourd'hui et de demain (Hottin, Berge & Jourdan, 2013) tels que :

- ✓ Les risques nouveaux qui émergent et qui sont autant de nouveaux enjeux de contrôle interne ;
- ✓ Le rôle toujours plus important de la technologie (performance, sécurité, continuité, etc.) ;
- ✓ Le recours intensifié à l'externalisation avec un enjeu de bonne définition des attentes en matière de contrôle interne vis-à-vis des prestataires ;
- ✓ Les attentes accrues en matière de gouvernance (notamment les rôles des comités au niveau du conseil mais aussi de la direction générale sur des enjeux importants comme les risques, la conformité, etc.) ;
- ✓ La responsabilisation du personnel à tous les niveaux de la hiérarchie et dans toutes les entités de l'organisation ;
- ✓ La nécessité de s'adapter en permanence à un environnement interne et externe en mutation ;
- ✓ L'efficacité et l'efficience du dispositif de contrôle interne (l'articulation entre les opérationnels, les fonctions support, et l'audit interne) ;
- ✓ Les exigences de reporting au-delà de la communication financière (développement durable, environnement, qualité, etc.) (voir annexe 3).

#### **IV.2- Etape 2 : Diagnostic externe : Application de l'outil d'analyse PESTEL**

Dans la plupart du temps, l'analyse externe est conduite sous la forme de réunions rassemblant des personnes concernées par la stratégie ou des experts. Les questions qu'on doit poser pour entamer cette analyse sont les suivantes :

- ✓ Quels sont les facteurs environnementaux qui ont une influence sur l'organisation ?
- ✓ Lesquels de ces facteurs sont les plus importants à l'heure actuelle ? Et dans les années qui viennent ?

Comme il a été précisé tout au début en introduction, le type de facteurs externes qui prêtent notre attention constitue seulement l'environnement écologique. Il est à noter que les activités effectuées sur les chantiers de forage (en cours de forage, en production, après abandon et en exploitation) ont toujours représenté un risque important sur le plan humain, matériel et environnemental.



### IV.2.1- Réglementations et normes

La réglementation impose aux entreprises, par le biais de la contrainte légale dont l'état a le monopole, un cadre, qui permet de délimiter les frontières de ce qui est acceptable et de ce qui ne l'est pas (Lassagne, 2004).

Les changements législatifs et réglementaires nécessitent des adaptations de la stratégie de l'entreprise, particulièrement vis-à-vis des impacts environnementaux relativement liés à ses activités.

Ayant ratifié toutes les conventions cadre internationales notamment celles liées à la préservation de l'environnement, l'Algérie se voit contrainte d'appliquer les différentes consignes liées à la protection de l'environnement. On trouve ainsi la naissance de plusieurs lois et décrets (voir annexe 2).

Au niveau de l'ENTP, toutes les exigences légales et réglementaires en matière de santé-sécurité-environnement, applicables aux activités de l'entreprise, sont identifiées et une procédure documentée (P.EN.46 : « Gestion de la réglementation et des lois ») permettent de définir le niveau de conformité à la législation et lois en vigueur, est établie et tenue à jour (Manuel QHSE ENTP, 2014).

Cependant, en cas de non-respect des lois et réglementations, ceci représente une **menace** pour l'ENTP. D'autre part, les normes de protection de l'environnement se développent et contraignent les entreprises à s'adapter notamment en se conformant à la norme ISO 14001. Ainsi, l'ENTP doit être à jour avec l'évolution des différents référentiels et normes dont elle est certifiée.

### IV.2.2- Forages pétroliers abandonnés

En cas où l'abandon des puits n'est pas fait dans les règles, certains forages se mettent en éruption sous la pression des fluides traversés dans les couches profondes (eau, gaz, pétrole). Les risques correspondants peuvent avoir un impact aux personnes et particulièrement aux nappes souterraines et à l'environnement en général (Rampnoux & Vallaeys, 1999).

Concernant les données de base relatives aux puits de forages abandonnés par l'entreprise ENTP depuis son existence, malheureusement nous n'avons pas d'informations en ce sens. Ainsi, on peut dire qu'en cas où un inventaire des puits abandonnés sera réalisé, il peut y avoir deux possibilités :

1. Si tous les puits sont abandonnés dans les règles de l'art, alors ceci représente une

**opportunité** pour l'entreprise en reflétant ses capacités dans la maîtrise et l'application de la réglementation.

2. Dans le cas contraire, s'il s'avère l'existence de puits n'ayant pas fait l'objet d'abandon dans les normes, alors ceci va représenter une **menace** pour l'entreprise (impact environnemental catastrophique, atteinte à son image, coût de réparation considérable).

Il est recommandé pour l'ENTP d'établir un inventaire exhaustif des forages pétroliers abandonnés pour détecter ceux n'ayant pas fait l'objet d'abandon dans les règles de l'art.

### **IV.2.3- Autres enjeux de l'environnement global**

- L'entreprise ENTP doit s'engager à long terme, réagir rapidement pour faire face aux enjeux écologiques et trouver des alternatives quant aux énergies fossiles utilisées. La détérioration de l'environnement, la raréfaction du pétrole, l'émission de gaz à effet de serre sont autant de problématiques écologiques auxquelles doit faire face l'entreprise ENTP.
- En plus, les mouvements sociaux anti-pollution peuvent menacer l'entreprise, comme c'est le cas de l'exploitation du gaz du schiste, qui a connu beaucoup de manifestations aux villes du sud, afin d'empêcher que ce projet puisse avoir lieu.
- L'entreprise ENTP doit faire face à des consommateurs qui sont de plus en plus exigeants en matière de respect de l'environnement. Le secteur doit proposer des produits qui respectent la planète, équitables et éthiques.

### **IV.2.4- Récapitulatif sur les opportunités et les menaces**

A partir de ce qui précède, nous résumons les différentes opportunités et menaces (aspect environnement écologique, toujours), dont la source est bien l'environnement global de l'entreprise ENTP, et ce au sein du tableau suivant :

**Tableau IV.3 : Opportunités et menaces de l'environnement global**

Opportunités	Menaces
<p>-Identification de toutes les exigences légales et réglementaires en matière de santé-sécurité-environnement et vérification du niveau de conformité par le biais d'une procédure documentée (P.EN.46) établie et tenue à jour au sein de l'entreprise.</p> <p>-Le système de management intégré de l'ENTP fait référence aux exigences de l'ISO 14001 (système de management environnemental).</p> <p>-Diminution du nombre des non-conformités relativement à l'environnement (rapports des auditeurs externes).</p> <p>-Lors des situations d'urgence (déversements), les intervenants sont plus conscients et leur action est plus rapide.</p> <p>-Mise en place de la signalisation relative aux puits de forage (nom du puits, ses caractéristiques, des consignes pour la protection du personnel et de l'environnement).</p> <p>-Protection des bourbiers par des fils barbelés (afin d'empêcher la chute de personnes ou d'animaux).</p> <p>-Nettoyage général de tous les déchets sur les sites d'opérations de forage et work-over après chaque fin de réalisation des travaux de puits.</p> <p>-Au niveau de la base industrielle, les aires de stockage de déchets sont beaucoup mieux organisées (déchets stockés par familles).</p> <p>-La vente de déchets rapporte de l'argent pour l'entreprise.</p> <p>-Le respect des délais de déclaration annuelle des déchets, au niveau de la direction de l'environnement, afin d'éviter les taxes.</p> <p>-Bonne communication avec les parties intéressées.</p>	<p>-Problèmes avec les riverains au niveau des sites du nord.</p> <p>-Sociétés de services : négligence totale concernant l'environnement.</p> <p>-Les chauffeurs privés qui ne sont pas formés vendent les fûts (vides) des produits chimiques ce qui implique une atteinte à l'image de l'ENTP.</p> <p>-Manque d'intérêt de la part des clients (beaucoup de déversements).</p> <p>-Les fournisseurs pour la restauration ne prennent pas en charge leurs déchets.</p> <p>-Suivi de la réglementation de la part de la direction de l'environnement (envoi des mises en demeure établis contre l'ENTP).</p> <p>-Possibilité de survenance de mouvements sociaux (protestation public) antipollution. Consommateurs de plus en plus exigeants en matière de respect de l'environnement.</p> <p>-Changements législatifs et réglementaires probables.</p> <p>-Secrets de fabrication de certains produits chimiques entrant dans la composition des boues de forage, ce qui rend impossible l'estimation de leur impact environnemental.</p> <p>-Problèmes de l'ENTP avec les dromadaires : dispersion des déchets par les chameaux et risque de leur chute dans les bourbiers, sachant que la loi exige leur protection.</p> <p>-Transfert de risque (déversements, pollution, ...) lorsque l'ENTP transporte ses déchets du nord vers le sud à Hassi Messaoud pour payer ses taxes au lieu de le faire sur place.</p> <p>-Ambiguïté de la réglementation concernant la situation précédente ce qui expose l'ENTP à des mises en demeure de la part de la direction de l'environnement située au nord.</p> <p>-Compagnes médiatique en cas d'accident majeur engendrant un impact environnemental.</p> <p>-Opérations de boycott organisées par des groupes écologistes.</p>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Changements technologiques nécessaires pour diminuer les impacts de la production et de la consommation de richesses sur l'environnement.</li><li>- Météorologie : les intempéries en hiver et les températures élevées influent négativement sur le travail dans les chantiers de forage et work-over : la cadence du travail et le nombre d'arrêts augmente ce qui engendre des pertes financières.</li><li>- Catastrophes naturelles , séismes, inondations, etc: sont rares mais peuvent engendrer endommagement d'un appareil de forage, pertes humaines et atteintes à l'environnement.</li></ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Interprétation:** A partir des résultats d'application de l'analyse stratégique PESTEL, nous déduisons que l'entreprise concernée est soumise à des pressions externes auxquelles elle doit impérativement répondre. Cependant, l'ENTP doit savoir analyser et anticiper les enjeux environnementaux auxquels elle est exposée.

Malgré que ENTP (premier contracteur de forage en Algérie) a certifié son système de management intégré en mai 2005 et malgré les efforts fournis en vue d'anticiper les problèmes liés à l'environnement écologique, l'ENTP reste encore exposée à des menaces variées susceptibles de causer atteinte à son image en plus des pertes financières considérables. L'entreprise est incitée alors à surpasser ces menaces en révisant certains points organisationnels.

### IV.3- Etape 3 : Application de l'outil d'analyse ACV

#### IV.3.1- Méthodologie

La méthodologie d'analyse du cycle de vie du fluide de forage pétrolier et qui est proposée dans ce travail repose sur la définition des objectifs et du champ de l'étude, puis la modélisation du système étudié par le biais de la méthode SADT permettant d'établir un inventaire du cycle de vie de toutes les entrées et sorties de chaque processus élémentaire. Comme dernière étape de cette méthodologie, c'est l'évaluation de l'impact environnemental par l'application du logiciel Bilan Produit 2008, suivie d'une interprétation des résultats.

#### IV.3.2- Description du système

La méthode ACV sera appliquée au puits OMO-78, foré par ENTP dans le champ de Hassi-Messaoud. Le forage a été réalisé en cinq phases atteignant une profondeur totale de

1812 m. La boue utilisée dans le forage de puits est une boue à base d'huile composée d'une phase liquide (huile : diesel), d'une phase colloïdale (les argiles), d'une phase inerte (le carbonate de calcium pour contrôler la densité) en plus du traitement chimique (additifs pour améliorer les propriétés fonctionnelles).

Le forage de la première phase 26'' a été réalisé avec une boue de base d'eau (boue bentonitique) tandis que le forage des autres phases a été réalisé avec une boue à base d'huile qui est préfabriquée dans la base de SWACO ensuite livrée sur le chantier par camion-citerne.

Les additifs de boue sont livrés sur le site, tels que par exemple:

- Big bag 1,5t / 25kg (pour les additifs solides).
- Barils (pour les additifs liquides).

Le site de forage peut être divisé en deux zones : la zone de stockage et la zone de mélange.

Les données générales sur le puits sont présentées dans les tableaux en annexes 4.

La boue bentonitique utilisée dans le forage de la première phase est préparée sur site, dans la zone de mélange. Les additifs sont stockés dans la zone de stockage et sont utilisés selon les besoins. Ils sont introduits dans le circuit de boue à travers les ouvertures de venturi (mixeur) qui est relié à une pompe de mélange. Un périmètre de sécurité de 30m est établi autour de l'appareil de forage. Sauf en cas d'arrêt prévu, le forage est effectué en continu 24/24h.

### **IV.3.3- Contexte de l'étude**

Afin d'évaluer les impacts environnementaux associés aux fluides de forage pétrolier, le choix est porté sur la deuxième phase du forage, parce qu'elle est la plus rigoureuse selon le croisement des couches souterraines très sensibles en particulier l'Albien (la couche aquifère du sahara) et le type de boue utilisé (OBM).

Dans ce travail, sont considérées uniquement les phases de vie du fluide de forage à base d'huile, dès sa fabrication jusqu'à sa disposition dans des bourniers spécifiques en attente du traitement offline.

### **IV.3.4- Objectifs de l'étude**

Cette étude a pour objectifs principaux d'évaluer la performance environnementale des boues de forage et de comparer les impacts environnementaux des différentes étapes du même cycle de vie en donnant des ordres de grandeur des impacts potentiels sur l'environnement des différentes phases de vie de ce produit. Il y a également des buts secondaires de :

### **IV.3.5- Champ de l'étude**

Le produit concerné est bien entendu la boue à base d'huile utilisée pour la deuxième phase de forage qui a duré 17 jours pour atteindre une profondeur de 1812 m. En ce qui concerne les propriétés de la boue, voir annexe 4.

La fonction principale du système de produit est le traitement de la fraction solide des boues de forage. Le remède actuel des problèmes environnementaux posés par le type des boues de forages utilisées consiste à améliorer les techniques de traitement des boues de forage pour en diminuer la densité, pour cela une technique de traitement des déblais online a été mise en place.

La fonction du système de produit est le traitement des déblais de forage, en vue de récupérer la boue. Dans le cadre de cette étude, l'unité fonctionnelle retenue est donc 0.85 m<sup>3</sup> de boue récupérée par une heure.

Le coefficient de l'unité fonctionnelle :  $CFU=1/(17*24)=0.002$ .

### **IV.3.6- Description du système de production**

#### **IV.3.6.1- Fabrication de boue**

En début du puits, la boue est fabriquée dans un bassin particulier, situé à proximité des stocks de produits à boue. Elle est stockée dans les bassins de réserve. En cours de forage, la boue est entretenue soit par ajout au circuit d'un volume de boue neuve, soit par ajout d'une solution traitante, préparée dans le bassin de fabrication (ou d'entretien). Ces derniers sont équipés de mixeur, c'est-à-dire d'un entonnoir avec un jet basse pression alimenté en boue (ou en eau) par une pompe centrifuge.

#### **IV.3.6.2- Distribution de boue**

Le circuit haute pression (HP) permet l'acheminement de la boue de forage depuis le refoulement de la pompe jusqu'à la tête d'injection. On distingue les conduites de refoulement et le manifold de refoulement.

Quant au circuit basse pression (BP), il est constitué de toute l'installation boue depuis la sortie du puits jusqu'à l'aspiration des pompes. Dans l'ordre chronologique, les principales fonctions à assurer sont : le tamisage, la décantation, le dégazage, le dessablage, les traitements particuliers d'élimination des solides, la fabrication-le brassage-le stockage, la suralimentation des pompes HP et les transferts.

### **IV.3.7- Les limites du système et hypothèses**

Les limites du système sont définies par le niveau de détails nécessaires dans la modélisation pour remplir les objectifs de l'étude. Certaines étapes ou flux ont été exclus du champ de l'étude (Extraction des matières premières, Formulation des produits de boue, Transport des produits chimiques, Traitement offline). D'autres étapes sont incluses dans le champ de l'étude (Fabrication de boue, Utilisation de boue, Traitement mécanique de boue, Traitement de la fraction solide online (déblais de forage)).

Les hypothèses de départ sont les suivantes :

- Un volume de boue injectée reste dans le puits à cause du phénomène de perte par filtration
- Le processus du traitement mécanique de la boue en récupère 70%.
- Le processus de traitement des déblais online récupère 30% de boue.
- Les déchets issus des différents processus sont acheminés vers des bourbiers spécifiques par le biais d'un chargeur.

Notons que le système considéré a été modélisé par la méthode SADT (voir annexe 5)

### **IV.3.8- Inventaire du cycle de vie**

Le tableau ci-après constitue une présentation générale des données et des processus:

**Tableau IV.4:** Présentation des données et des processus.

Entrants			Processus	Sortants		
Flux élémentaire	Valeur	Unité		Flux élémentaire	Valeur	Unité
DIESEL	0.83	m3	Fabrication de boue	Boue (OBM)	1.42	m3
EAU	0.35	m3				
COAT- EH	16.18	Kg/M3				
VERSAWET	9.94	Kg/M3				
VG-69	17.04	Kg/M3				
LIME	39.76	Kg/M3				
Na Cl	125.85	Kg/M3				
BARITE	499.55	Kg/M3				
Energie électrique	30190883.29	KWh				
OBM	1.42	M3	Injection de boue dans le puits	Pertes vers le font	0.04	m3
Energie électrique	4945058.47	KWh		Perte énergétique par effet joule		
Boue + déblais	1.43	m3	Tamiser la boue	Boue	0.86	m3
				Déblais	0.57	m3
Energie électrique	1561597.41	KWh		Perte énergétique par effet joule		
Boue	0.84	m3	Dégazer la boue	Boue	0.83	m3
Energie électrique	11848.23	KWh		Perte énergétique par effet joule		



Boue	0.83	m3	Dessabler et dessilter la boue	Boue	0.82	m3
				wet	0.01	M3
Energie électrique	780798.70	KWh		Perte énergétique par effet joule		
Boue	0.82	m3	centrifuger la boue	Boue	0.69	m3
Energie électrique	11848.23	KWh			Wet	0.50
déblais	0.58	m3	Transmission des déblais	déblais	0.58	m3
Energie électrique	3459377.85	KWh			Perte énergétique par effet joule	
déblais	0.58	m3	Traitement des déblais	Dry	0.32	m3
				Boue+HGS	0.26	m3
Energie électrique	8648444.645	KWh			Perte énergétique par effet joule	
Boue+HG	0.26	m3	Centrifuger la boue récupérée	Boue	0.16	m3
				Wet	0.10	m3
Energie électrique	5189066.78	KWh			Perte énergétique par effet joule	

Pour la fabrication de la boue, le déplacement se fait par grue : manutention des produits et les faire déplacer de l'aire de stockage aux mixeurs. Pour l'élimination, le déplacement des déchets issus des différents processus est assuré par un chargeur vers des bourbiers spécifiques.

#### **IV.3.9- Calcul des impacts environnementaux par utilisation du logiciel BILAN PRODUIT 2008**

BILAN PRODUIT 2008 est un classeur Excel permettant d'estimer les impacts environnementaux des produits. Il s'agit d'un outil simplifié, qui vise à rendre accessible à

des non-spécialistes les notions et la pratique de l'écoconception. L'outil BILAN PRODUIT contient d'une part une méthodologie d'évaluation des impacts et d'autre part une base de données de matériaux, procédés de fabrication, moyens de transport, énergies, permettant de modéliser le produit. Il utilise des résultats d'ACV pour fournir les impacts correspondants.

#### IV.3.9.1- La méthodologie BILAN PRODUIT 2008

Dans une ACV, la méthode d'analyse des impacts environnementaux du système étudié se décompose généralement en deux étapes. La méthode de classification détermine quels flux issus de l'inventaire du cycle de vie (ICV) contribuent à quels effets environnementaux, tandis que la méthode de caractérisation pondère ces mêmes flux à l'intérieur de chacune des classes d'effet.

Deux catégories d'indicateurs d'impacts environnementaux sont distinguées dans la méthodologie BILAN PRODUIT :

- Les indicateurs « **Ressources** » caractérisent les consommations réelles de ressources qu'engendre le produit sur l'ensemble de son cycle de vie, tels que la consommation énergie (fossile) non renouvelable (en mégajoules-MJ) et la consommation de ressources rares (en kilogrammes d'équivalent Antimoine (kg de Sb éq.)).
- Les indicateurs « **Impacts** » caractérisent les pollutions réelles et/ou potentielles générées par le produit sur l'ensemble de son cycle de vie, tels que l'effet de serre (en kilogrammes d'équivalent dioxyde de carbone-kg de CO<sub>2</sub> éq.), l'acidification (en kilogramme d'équivalent dioxyde de soufre-kg de SO<sub>2</sub> éq.), l'eutrophisation (en kilogramme d'équivalent phosphate-kg de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>éq.), l'écotoxicité aquatique (en kilogrammes d'équivalent 1,4 dichlorobenzène-kg de 1,4 DCB éq.), etc.

#### IV.3.9.2- Résultats et interprétation

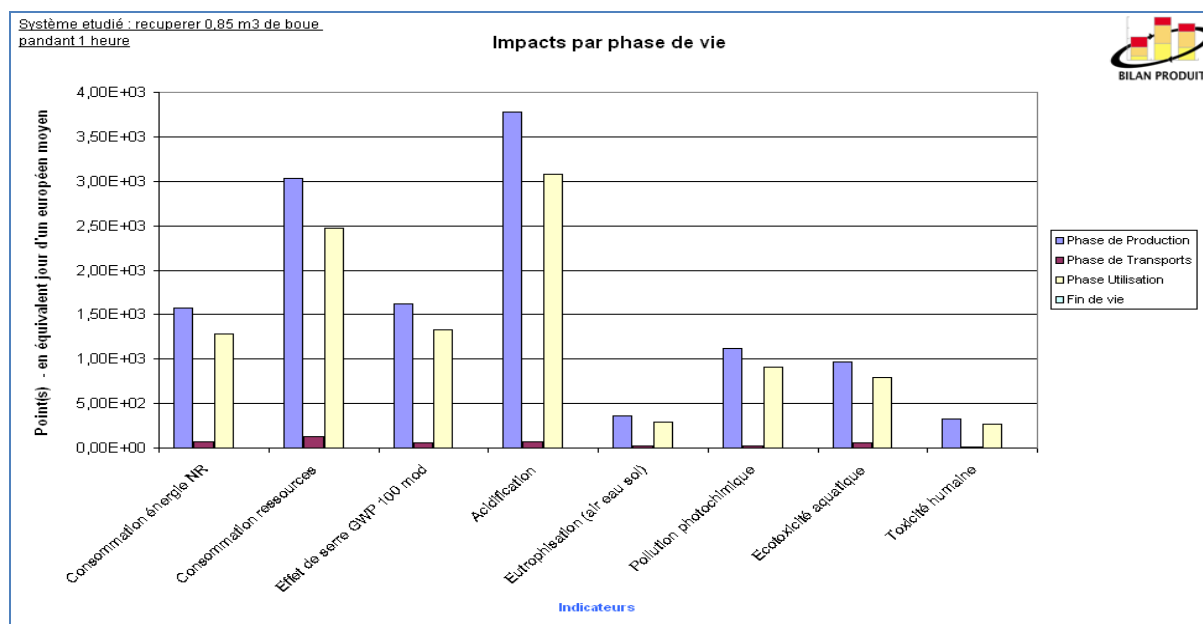
Avant de présenter les résultats obtenus par le biais du logiciel BILAN PRODUIT 2008 et relativement au cycle de vie de la boue de forage, il est jugé important de signaler la limitation de la base de données du logiciel d'une part, et d'autre part l'impossibilité de l'estimation de l'impact environnemental de certains produits chimiques entrant dans la composition des boues de forage à cause des secrets de leur fabrication. Ainsi, quelques produits tels que la barite, vg68, VERSAWET, Coat-EH ne figurent pas dans les résultats des impacts environnementaux. Les Résultats de l'ACV par la méthodologie (le logiciel) Bilan

PRODUIT 2008 sont résumés dans les tableaux et figures suivants :

**Tableau IV.5 : Résultats pour l'ensemble du cycle de vie**

Résultats					
Aide	<a href="#">Précédent</a>	Calcul des impacts	Résultats normés	Comparer	Enregistrer
<b>Impacts par phase de vie</b>					
Indicateurs	Phase de Production	Phase de Transports	Phase Utilisation	Fin de vie	
Consommation énergie NR (MJ eq)	6,61E+05	2,92E+04	5,39E+05	0,00E+00	
Consommation ressources (kg Sb eq)	2,90E+02	1,22E+01	2,36E+02	0,00E+00	
Effet de serre GWP 100 mod (kg CO2 eq)	4,57E+04	1,71E+03	3,72E+04	0,00E+00	
Acidification (kg SO2 eq)	4,64E+02	8,98E+00	3,78E+02	0,00E+00	
Eutrophisation (air eau sol) (kg PO4--- eq)	3,75E+01	2,43E+00	3,06E+01	0,00E+00	
Pollution photochimique (kg C2H4)	1,67E+01	2,83E-01	1,36E+01	0,00E+00	
Ecotoxicité aquatique (kg 1,4-DB eq)	2,72E+03	1,66E+02	2,22E+03	0,00E+00	
Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq)	1,86E+04	4,53E+02	1,52E+04	0,00E+00	

Ces résultats sont ensuite représentés par le biais de la figure suivante permettant de montrer les différents impacts environnementaux relatifs à chacune des phases du cycle de vie de la boue de forage :



**Figure IV.2: Impacts par phase de vie**

**Interprétation :** La figure ci-dessous nous montre que la phase de production est la plus

impactante sur l'environnement. Cette phase est responsable de tous les impacts pris dans l'étude et qu'on peut classer par ordre décroissant comme suit : l'acidification, la consommation des ressources, l'effet de serre, la consommation d'énergies non renouvelables, la pollution photochimique, l'écotoxicité aquatique, etc.

Nous pouvons remarquer également que la phase d'utilisation engendre d'importants impacts environnementaux dont nous citons principalement l'acidification, la consommation des ressources, l'effet de serre et la consommation des énergies renouvelables.

Quant à la phase de transport, de faibles impacts environnementaux (par rapport aux autres phases) sont à signaler tels que la consommation des ressources, l'épuisement des énergies non renouvelables, l'effet de serre, l'acidification et l'écotoxicité aquatique.

Enfin, et durant la phase finale du cycle de vie des boues de forage, c'est l'absence totale de l'impact environnemental étant donné que durant cette phase, la boue perd sa composition initiale et donc ne représente aucun danger pour l'environnement.

**Tableau IV.6 : Résultats phase de production**

Impacts par Sous-ensemble - Phase de Production					
Indicateurs	Diesel (diesel)	Eau déionisée (eau)	Electricité fuel moyenne France (énergie électrique)	NaOH (lime)	NaCl (sel)
Consommation énergie NR (MJ eq)	9,04E+01	1,21E-02	6,61E+05	4,24E-01	7,73E-01
Consommation ressources (kg Sb eq)	3,97E-02	3,90E-06	2,90E+02	2,33E-04	3,04E-04
Effet de serre GWP 100 mod (kg CO2 eq)	8,44E-01	5,55E-04	4,57E+04	3,50E-02	4,52E-02
Acidification (kg SO2 eq)	1,01E-02	2,61E-06	4,64E+02	3,18E-04	2,22E-04
Eutrophisation (air eau sol) (kg PO4--- eq)	1,46E-03	1,62E-06	3,75E+01	9,53E-05	1,67E-04
Pollution photochimique (kg C2H4)	5,75E-04	1,23E-07	1,67E+01	1,06E-05	1,03E-05
Ecotoxicité aquatique (kg 1,4-DB eq)	1,36E-01	3,08E-04	2,72E+03	1,36E-02	3,35E-02
Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq)	6,42E-01	4,53E-04	1,86E+04	3,13E-02	8,35E-02

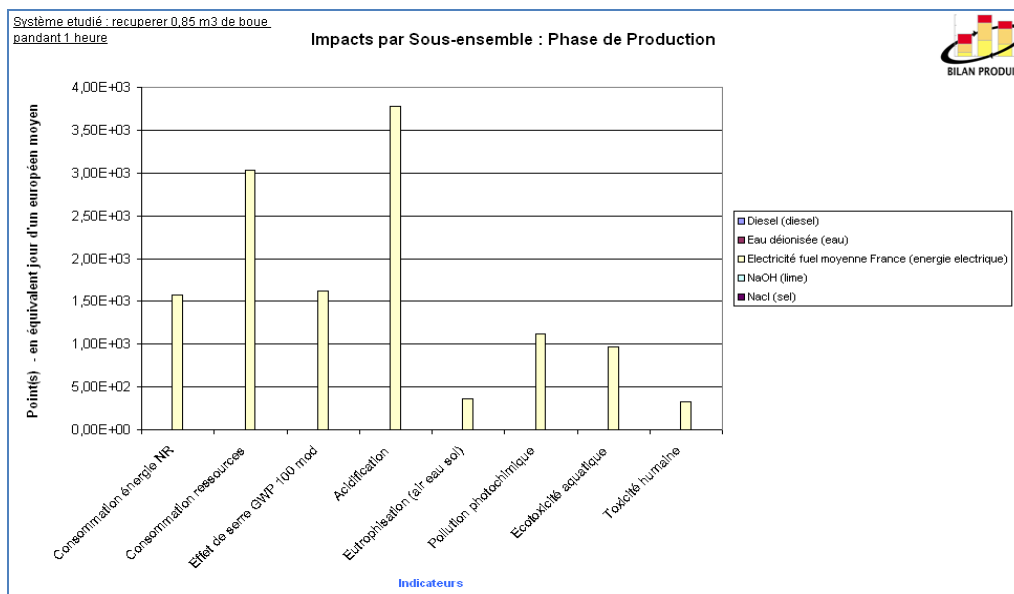


Figure IV.3: Impacts par phase de production

**Interprétation:** Les impacts environnementaux sont distribués par sous-ensembles, afin d’en savoir plus sur les causes de cette implication de distribution des huit impacts environnementaux.

Ainsi et d’après la figure IV.2, nous pouvons constater clairement que la consommation de combustibles fossiles (gasoil) pour produire de l’électricité, est la cause principale –durant la phase de production–qui entraîne plusieurs impacts sur l’environnement et qui ont été cités précédemment.

Tableau IV.7 : Résultats phase de déplacement

Impacts par Sous-ensemble - Phase de Transports

Indicateurs	Petit camion 3,5 à 16 T (moyenne européenne) (déplacement pour élimination)	Petit camion 3,5 à 16 T (moyenne européenne) (déplacement pour fabrication)
Consommation énergie NR (MJ eq)	9,89E+00	2,92E+04
Consommation ressources (kg Sb eq)	4,12E-03	1,22E+01
Effet de serre GWP 100 mod (kg CO2 eq)	5,80E-01	1,71E+03
Acidification (kg SO2 eq)	3,04E-03	8,98E+00
Eutrophisation (air eau sol) (kg PO4--- eq)	8,23E-04	2,43E+00
Pollution photochimique (kg C2H4)	9,57E-05	2,83E-01
Ecotoxicité aquatique (kg 1,4-DB eq)	5,64E-02	1,66E+02
Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq)	1,53E-01	4,53E+02

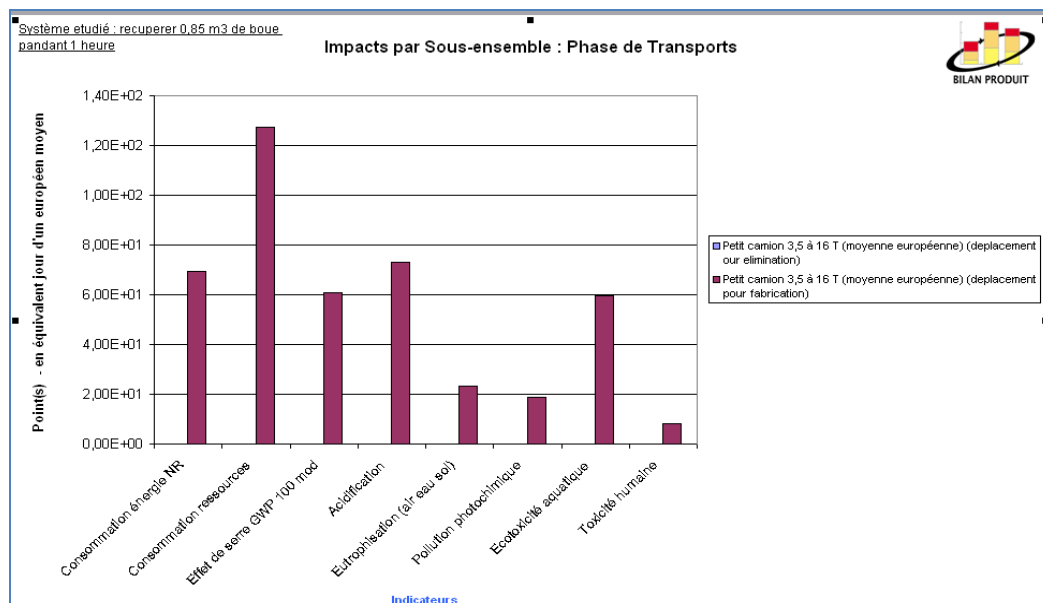


Figure IV.4 : Impacts par phase de déplacement

**Interprétation :** Il s’agit ici de la phase de déplacement des boues entre l’espace de stockage et la zone de production. D’après la figure IV.4, cette phase est responsable de l’impact potentiel de la consommation des ressources, de l’acidification, de la consommation d’énergies non renouvelables, de l’effet de serre, de l’écotoxicité, etc. Cela est dû à la consommation de combustibles fossiles (gasoil) pour la production d’électricité.

Tableau IV.8 : Résultats phase utilisation

Impacts par Sous-ensemble - Phase Utilisation				
Indicateurs	Electricité fuel moyenne	Electricité fuel moyenne	Electricité fuel moyenne	Electricité fuel moyenne
	France (centrifuger la boue)	France (centrifuger la boue recuperer par verti-G)	France (degazer la boue)	France (dessabler et dessilter la boue)
Consommation énergie NR (MJ eq)	2,59E+02	1,14E+05	2,59E+02	1,71E+04
Consommation ressources (kg Sb eq)	1,14E-01	4,98E+01	1,14E-01	7,50E+00
Effet de serre GWP 100 mod (kg CO2 eq)	1,79E+01	7,85E+03	1,79E+01	1,18E+03
Acidification (kg SO2 eq)	1,82E-01	7,97E+01	1,82E-01	1,20E+01
Eutrophication (air eau sol) (kg PO4--- eq)	1,47E-02	6,45E+00	1,47E-02	9,71E-01
Pollution photochimique (kg C2H4)	6,57E-03	2,88E+00	6,57E-03	4,33E-01
Ecotoxicité aquatique (kg 1,4-DB eq)	1,07E+00	4,67E+02	1,07E+00	7,03E+01
Toxicité humaine (kg 1,4-DB eq)	7,30E+00	3,20E+03	7,30E+00	4,81E+02

Electricité fuel moyenne France (injecter la boue dans le puits)	Electricité fuel moyenne France (tamiser la boue)	Electricité fuel moyenne France (traiter les déblais)	Electricité fuel moyenne France (transmettre les déblais)
1,08E+05	3,42E+04	1,89E+05	7,57E+04
4,75E+01	1,50E+01	8,30E+01	3,32E+01
7,48E+03	2,36E+03	1,31E+04	5,23E+03
7,60E+01	2,40E+01	1,33E+02	5,32E+01
6,15E+00	1,94E+00	1,08E+01	4,30E+00
2,74E+00	8,65E-01	4,79E+00	1,92E+00
4,45E+02	1,41E+02	7,79E+02	3,12E+02
3,05E+03	9,63E+02	5,33E+03	2,13E+03

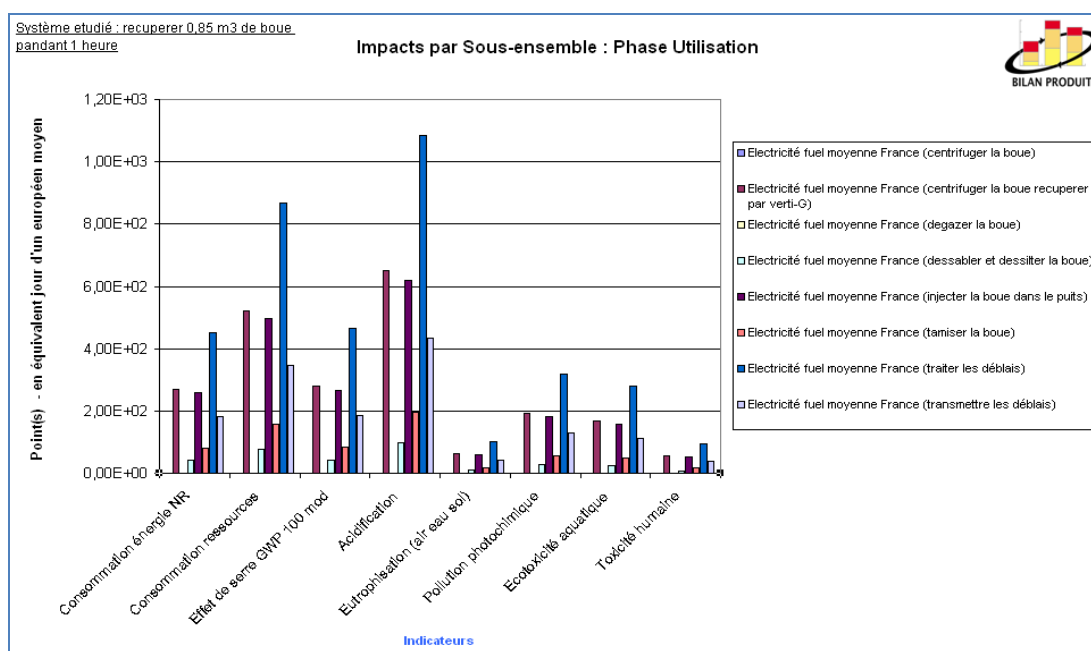


Figure IV.5 : Impacts par phase d'utilisation

**Interprétation :** A travers ces résultats, nous constatons que la phase d'utilisation est très impactante, particulièrement l'étape de traitement des déblais. Elle est responsable de l'impact potentiel d'acidification, de la consommation des ressources, l'épuisement d'énergie non renouvelable, de l'effet de serre ainsi que d'autres impacts sur l'environnement. Cela est dû à la consommation de combustibles fossiles (gasoil) nécessaire à la production d'électricité.

De façon générale, nous déduisons à travers ces résultats et leurs interprétations, que les

impacts les plus significatifs des différents sous-systèmes, augmentent en fonction de la transmission des déblais, de l'injection et de la centrifugation de la boue récupérée (verti-g), et également à cause de certaines lacunes au niveau de la gestion des déchets.

Il est à noter que l'utilisation de produits prêts à l'emploi représente une menace pour l'entreprise car la composition chimique de certains produits n'est pas indiquée sur la fiche de données de sécurité. Dans ce cas, il est impossible de vérifier que les phases de risques définies par le fabricant sont en adéquation avec la toxicité du produit.

#### **IV.4- Etape 4 : Choix stratégiques et modèle proposé**

##### **IV.4.1- Choix stratégiques**

A travers les résultats liés aux différentes étapes précédentes du modèle proposé, nous suggérons les choix stratégiques suivants en vue d'une amélioration des performances du volet « environnement écologique » de l'ENTP :

- Vient en premier lieu le COSO 2013 du contrôle interne auquel pourra se référer l'ENTP étant donné qu'il est destiné à fournir une assurance raisonnable quant à la réalisation d'objectifs liés aux opérations, au reporting et à la conformité.
- Prêter plus d'intention sur les faiblesses internes et les menaces externes et leur trouver des solutions efficaces et efficientes, avant qu'elles ne se développent et prennent plus d'ampleur.
- Préserver les forces internes et opportunités externes et leur apporter plus d'amélioration possible en vue d'un meilleur rendement vis-à-vis de l'environnement.
- Etre à jour avec les versions les plus récentes des différents référentiels constituant le système de management intégré de l'entreprise.
- Il serait nécessaire d'utiliser les méthodes, techniques et outils d'analyse environnementale (ACV, Bilan Carbone, Check-list, etc.) pour une meilleure identification des impacts environnementaux.
- Etre toujours en écoute, entente et satisfaction des parties prenantes (personnel, clients, sous-traitants, assureurs, riverains, etc.).

Quant à la phase du déploiement stratégique, c'est à l'entreprise de mettre en œuvre



les changements appropriés aux choix stratégiques établis, de définir les mesures tactiques et d'adapter le système de management, afin de traduire la stratégie désignée par des actions opérationnelles.

#### **IV.4.2- Modèle simplifié**

La figure suivante montre le modèle proposé sous sa forme simplifiée :

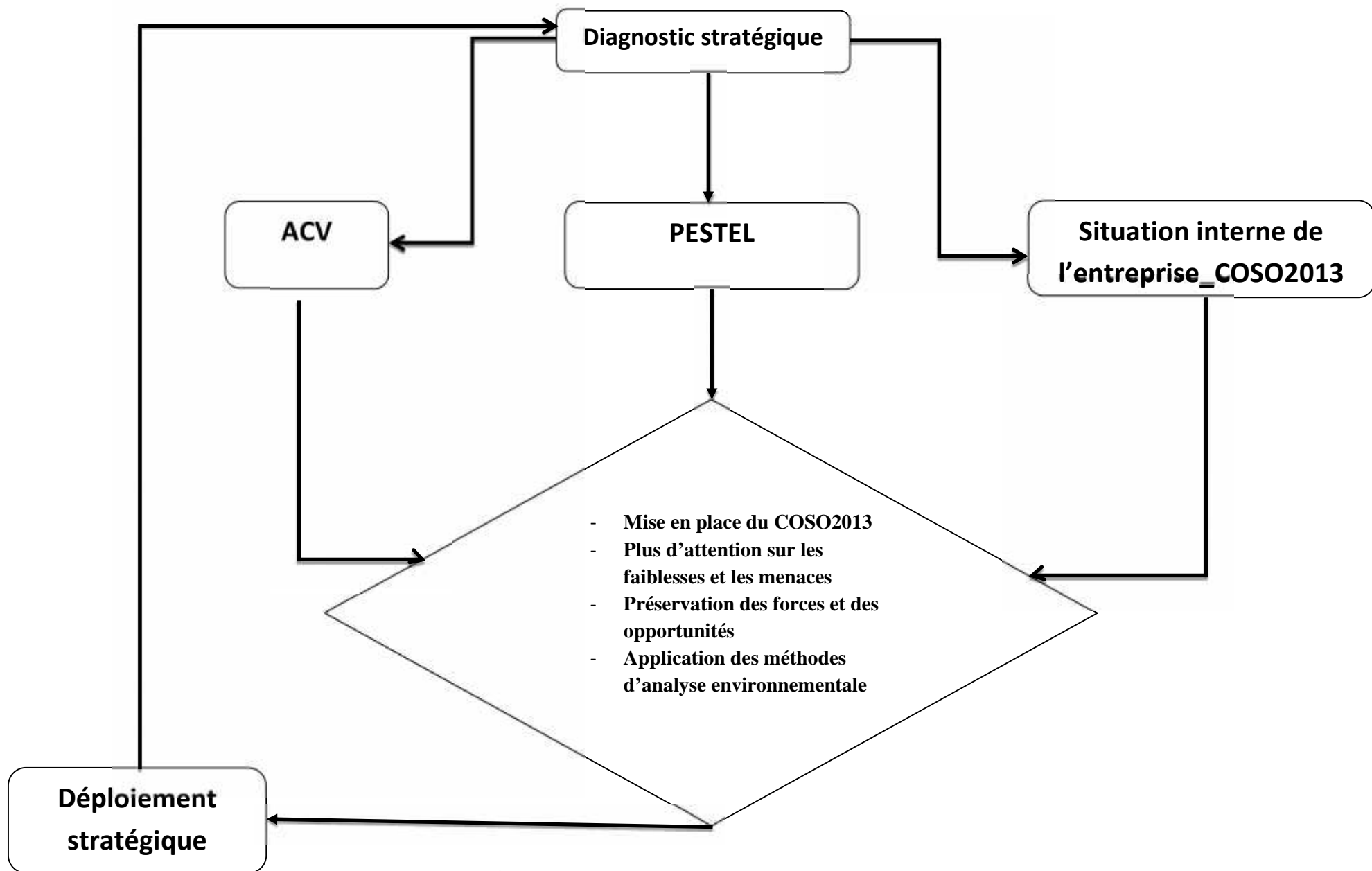
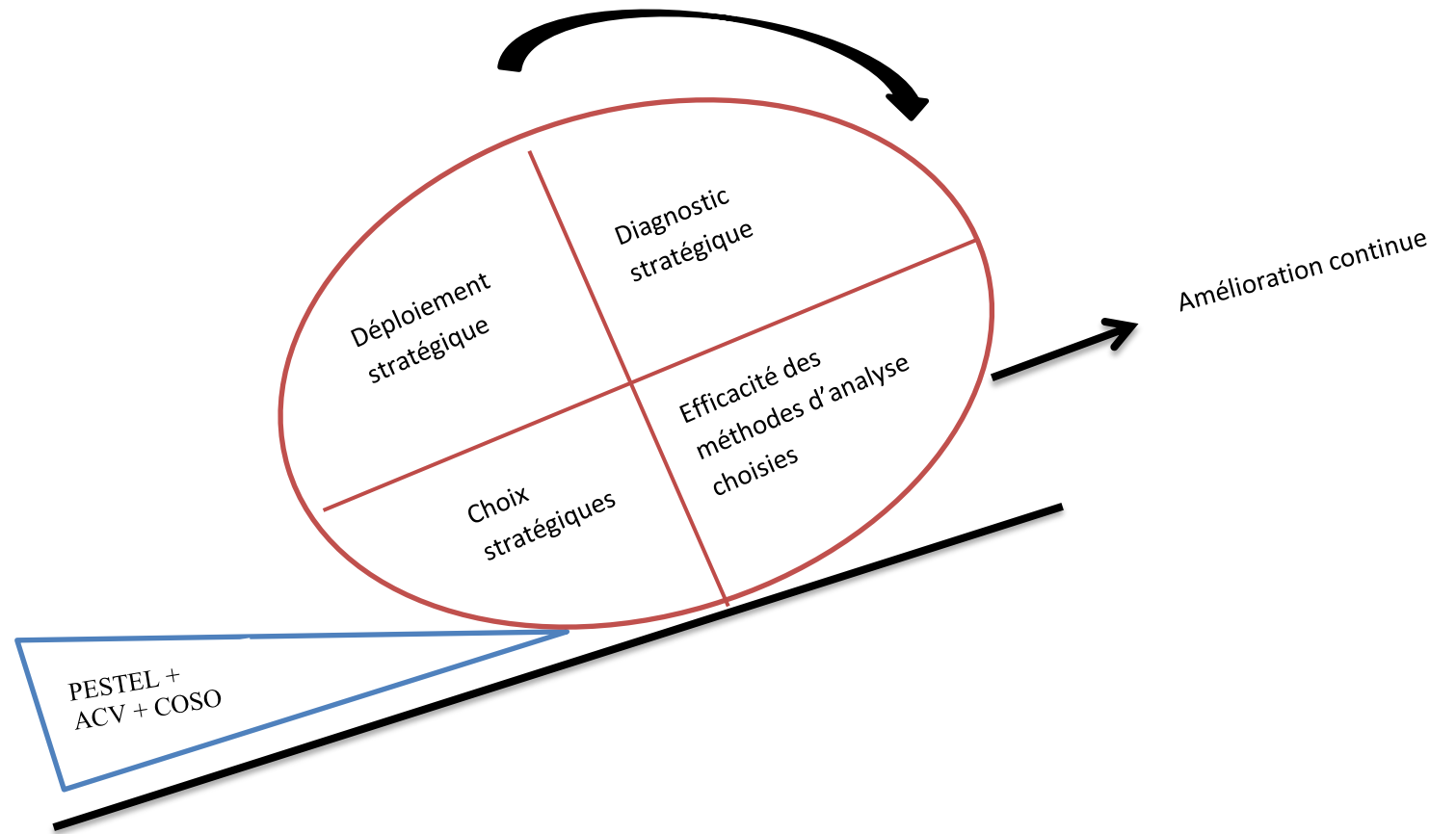


Figure IV.6 : Modèle simplifié (proposé par nos soins)

#### **IV.4.3- Analogie du modèle avec la roue de Deming**

En faisant une analogie avec le principe de l'amélioration continue (Roue de Deming PDCA), nous obtenons le schéma ci-après (figure IV.7). D'après l'application des méthodes précédentes (PESTEL et ACV), il s'avère que ces deux outils d'analyse stratégique, en plus du référentiel de contrôle interne COSO 2013, servent ensemble comme étant la cale qui pousse la roue de l'amélioration continue des performances environnementales de l'entreprise ENTP, tout en faisant une certaine analogie avec la démarche du diagnostic stratégique appliquée (particulièrement les deux premières phases : diagnostic et choix stratégiques). L'analogie entre le modèle proposé et la roue de Deming s'exprime comme suit :

- P (Plan, Prévoir) : c'est la phase de diagnostic stratégique qui permet de prévoir l'effet négatif des menaces externes et faiblesses internes sur l'entreprise. Au cours de cette phase, il faut choisir les deux outils d'analyse stratégique utilisés dans ce mémoire (PESTEL et ACV).
- D (Do, exécuter) : il s'agit là de vérifier l'efficacité des méthodes d'analyse stratégique appliquées afin d'estimer leur degré d'importance à travers les résultats obtenus.
- C (Check, vérifier) : cette phase consiste à établir des choix stratégiques liés relativement aux résultats du diagnostic stratégique et de vérifier leur faisabilité suivant les moyens humains, techniques et organisationnels de l'entreprise.
- A (Act, agir) : cette dernière phase est consacrée au déploiement stratégique qui revient aux décideurs.



**Figure IV.7 :** Analogie du modèle proposé avec la roue de Deming PDCA (proposé par nos soins)

#### **IV.5- Etape 5 : Synthèse sur la méthodologie appliquée**

- L'analyse de la situation interne de l'entreprise nous a permis de détecter ses forces et ses faiblesses quant à ses engagements dans la protection de l'environnement. Une telle analyse est indispensable au niveau du diagnostic stratégique, afin de permettre à l'entreprise d'avoir une idée détaillée sur les lacunes au sein de son système de management, pour pouvoir apporter les améliorations nécessaires. Dans ce sens, nous proposons à l'ENTP de se servir du référentiel COSO 2013, car il constitue une remarquable référence en matière de mise en œuvre et maintenance du dispositif de contrôle interne. D'autre part, l'entreprise devra instaurer une culture environnementale au niveau du personnel et assurer des formations adéquates dans les pratiques environnementales relatives aux différents processus susceptibles d'impacter l'environnement de par la nature des activités qui leur sont associées. Les formations et les informations doivent avoir lieu en permanence.
- L'analyse PESTEL de sa part, s'avère très utile étant donné qu'elle nous a permis d'avoir une idée exhaustive sur les opportunités et les menaces des facteurs environnementaux susceptibles d'influer positivement ou négativement sur l'entreprise. Les menaces touchent en premier lieu l'image de l'ENTP, les pertes financières probables, la perte des contrats et des marchés, en plus de la perte de confiance avec les clients et les parties prenantes (ou intéressées). Réciproquement, les opportunités améliorent énormément cette image et contribuent à minimiser les dégâts. Ainsi, l'entreprise devra intensifier ses efforts (organisationnels, humains et techniques) afin d'éliminer(ou à la limite réduire) l'effet des différentes menaces externes.
- L'application de la méthode d'analyse du cycle de vie (ACV) s'avère intéressante quant à la détermination des différents impacts environnementaux. Il est recommandé que cette analyse soit effectuée avec d'autres logiciels ayant une base de données plus vaste ce qui permettra d'aboutir à des résultats plus précis concernant les impacts environnementaux générés par les activités de l'ENTP. Ainsi, l'entreprise doit favoriser une utilisation rationnelle des énergies tout en augmentant son budget de R&D interne et le réorienter en centrant ses recherches sur l'impact environnemental des activités pétrolières et favoriser les études de l'analyse du cycle de vie des boues de forage et des eaux usées.

- Ainsi, nous constatons que le diagnostic stratégique constitué de deux analyses (l'une interne et l'autre externe) est très efficace quant à la détermination des points positifs et négatifs liés à la situation interne de l'entreprise ou bien à son environnement global. Il constitue la plate-forme solide permettant aux décideurs d'établir des choix stratégiques ayant pour objectif d'améliorer ses actions vis-à-vis de son environnement. Un autre avantage relatif à ce modèle, est qu'il est aussi bien applicable aux grandes firmes qu'au PME, sans aucun changement au niveau des différentes parties qui le constituent.
- Finalement, nous pouvons dire que le modèle proposé sert à améliorer énormément et de manière continue, les performances de l'entreprise ENTP afin de protéger son environnement écologique, de préserver son image, d'éviter les pertes financières, de satisfaire les parties intéressées pour préserver sa position et rester toujours le premier contracteur de forage en Algérie. Ce modèle proposé devra être appliqué au lancement de la démarche stratégique avec ses différentes étapes, en faisant par la suite des choix stratégiques adéquats suivant les capacités de l'entreprise et ses facteurs clés de succès, et enfin en exploitant tous les moyens humains, techniques et organisationnels pour le déploiement stratégique.

## **Conclusion**

Les activités effectuées sur les chantiers de forage (en cours de forage, en production, après abandon et en exploitation), ont toujours représenté un risque important sur le plan humain matériel et environnement. Ainsi, Il est primordial pour les entreprises d'anticiper les évolutions de l'environnement, d'en faire une opportunité de développement, plutôt que d'en subir les contrecoups.

Dans ce quatrième chapitre, nous avons appliqué le modèle proposé au deuxième chapitre en prenant comme exemple l'entreprise ENTP. Ainsi, nous constatons que l'utilisation de l'analyse PESTEL est indispensable car un changement de l'environnement macro-économique d'une entreprise peut lui être fatal.

Par ailleurs, l'application de la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV) relative aux boues de forage par l'utilisation du logiciel Bilan Produit, a permis d'évaluer huit impact environnementaux associés à ce produit. Ceci nous conduit à déduire l'utilité des analyses du

cycle de vie pour les boues de forage, ou même pour d'autres produits, telles que les eaux indispensables au niveau des sites de forage pétroliers.

En effet, l'entreprise ENTP doit s'engager à long terme, réagir rapidement pour faire face aux enjeux écologiques et trouver des alternatives quant aux énergies fossiles utilisées

En guise de conclusion, nous pouvons constater que le modèle proposé dans ce travail est très intéressant du moment où d'une part il est susceptible d'identifier les différents facteurs environnementaux pouvant influencer positivement ou négativement sur l'entreprise, et d'autre part ce modèle peut être appliqué à tout type d'entreprise (grande firme ou PME), ce qui représente un avantage primordial.

# *Conclusion générale*



## **Conclusion générale**

Il convient, avant de présenter nos conclusions vis-à-vis de ce travail, de rappeler que toute entreprise entretient des relations permanentes avec son environnement, c'est pourquoi elle doit trouver sa place dans ce dernier dont l'instabilité et la complexité rendent parfois difficile l'élaboration des grands axes de l'action stratégique. Cependant, la prise en compte des facteurs écologiques peut donc, si elle s'inscrit dans une démarche d'anticipation, amener la firme à renforcer sa position concurrentielle. Pour ce faire, l'écologie doit non seulement devenir l'un des principaux fondements de sa stratégie, mais également trouver son expression dans l'ensemble des actions mises en œuvre au sein de l'organisation. L'intégration de l'écologie dans la stratégie de l'entreprise la conduit progressivement à développer un certain nombre de savoir-faire qu'elle peut mettre à profit pour renforcer sa position concurrentielle (Persais, 2002). La stratégie qui n'a de raison d'être que si elle contribue à la pérennité de l'entreprise, doit remettre les classes de risques au centre des préoccupations (Hafsi & Martinet, 2007).

C'est dans ce contexte que l'idée de proposer un modèle standard (pourquoi pas) permettant d'améliorer les décisions stratégiques relatives aux problèmes de l'environnement (écologique) a vu naissance, tout en s'inspirant de la démarche du management stratégique qui consiste à établir un diagnostic stratégique suivi de l'identification des choix stratégiques reposant sur les résultats de la phase précédente et finalement la mise en œuvre des décisions stratégiques qui doivent être bien étudiées.

Dans ce travail, nous nous sommes particulièrement concentrées sur la première étape du management stratégique ou diagnostic stratégique. En effet, plusieurs outils d'analyse peuvent servir dans la mise en exergue de l'apport du management stratégique dans le management des risques environnementaux. A travers une recherche bibliographique, il s'est avéré que deux outils sont les plus adéquats relativement à l'objectif initial de ce travail : l'outil PESTEL qui permet de mieux positionner l'environnement en vue de permettre aux décideurs de bien gérer les risques environnementaux à un niveau stratégique, et l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) du produit, qui est également un outil d'aide à la décision stratégique du moment où cet outil permet d'avoir tous les renseignements relatifs à l'impact environnemental d'un produit à travers ses différentes phases de vie.

Il est à noter que l'un des principaux apports de la matrice d'analyse PESTEL est de

permettre à l'entreprise d'avoir un point de vue complet sur son environnement concurrentiel. Cette perspective macroéconomique peut ainsi permettre aux décideurs de mieux appréhender la situation stratégique de l'entreprise et de prendre les décisions optimales (Besson & Deschamps, 2010). Par ailleurs, et par rapport aux trois piliers du développement durable (Social, Economique, Ecologique), le modèle PESTEL propose des piliers complémentaires qui, sans être ignorés par les auteurs du développement durable, sont considérés comme moins prioritaires ou mieux intégrés par les entreprises (Olivier, 2012).

Dans le domaine de l'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux, nous constatons que l'ACV est l'outil le plus adéquat. Sa pratique et sa diffusion actuelle contribuent à en faire un instrument de plus en plus performant et reconnu, vu le nombre croissant de logiciels destinés à ce type d'études. Il peut être utilisé au sein de démarches de développement durable, notamment celles orientées sur les produits. En effet, l'Analyse du Cycle de Vie des boues de forage ayant été réalisée dans ce travail, nous a permis d'identifier les différents impacts environnementaux significatifs et dont nous citons : l'épuisement des ressources non renouvelables, l'acidification, l'effet de serre, la pollution (de l'air, de l'eau et du sol), etc. Cependant, il est indispensable d'améliorer les procédés de traitement des déblais en cours de forage, de renforcer les études et l'application de l'ACV relatives aux boues de forage, aux déchets associés aux différentes activités de forage ainsi qu'aux eaux utilisées le long du processus considéré.

Après avoir réalisé ce modeste travail, nous constatons bien que le diagnostic stratégique n'est jamais une œuvre de clôture d'objet, mais au contraire une tâche en perpétuelle reconstruction (Christian, 1999). D'autre part, et afin d'établir des choix stratégiques dans le domaine de l'amélioration de la maîtrise des risques environnementaux, il convient de s'assurer de la bonne compréhension de la situation de l'entreprise à travers ses ressources internes (organisation) et son contexte d'évolution externe (environnement).

Par ailleurs, notons que l'intégration de la dimension environnementale dans les pratiques, l'organisation et le fonctionnement de l'entreprise s'inscrit dans une démarche globale et permet de :

- Mieux répondre aux attentes des clients, fournisseurs et riverains ;
- Réduire les impacts environnementaux ;
- Mieux maîtriser les coûts ;
- Sensibiliser le personnel de l'entreprise.

Notre projet était de proposer un modèle issu du management stratégique afin

d'améliorer les performances environnementales et donc de réduire au maximum les risques environnementaux liés aux activités d'une entreprise donnée. En respectant la démarche stratégique constituée de trois étapes, et en se concentrant particulièrement sur l'étape principale qui est celle du diagnostic stratégique, nous nous sommes servis de l'analyse de la situation interne de l'entreprise pour identifier ses forces et ses faiblesses, de l'analyse PESTEL afin de détecter les différentes opportunités et menaces de l'environnement externe susceptibles d'influer positivement ou négativement l'entreprise concernée (ENTP), et enfin de l'analyse du cycle de vie (ACV) des boues de forage venant compléter cette étude en permettant l'identification des impacts environnementaux associés à ces fluides. Nous considérons, ainsi, que le modèle proposé et appliqué dans ce mémoire, est parfaitement complet et standard, d'une part parce qu'il nous a permis de déceler tous les points positifs et négatifs, internes et externes à l'entreprise, et d'autre part étant donné que ce même modèle peut être appliqué aussi bien aux grandes firmes qu'aux PME. De plus, ce modèle représente la preuve qu'il est possible de gérer le management environnemental à un niveau stratégique. Ce qui précède admet toutes les réponses positives aux hypothèses préétablies en introduction générale.

Signalons qu'un tel diagnostic stratégique assez détaillé, est capable de constituer une plate-forme solide en vue de l'élaboration des choix stratégiques les plus convenables à l'entreprise ENTP, parmi lesquels, nous citons la mise en œuvre du référentiel de contrôle interne COSO 2013 qui permet aux entreprises d'adapter leur système de contrôle interne (SCI) conformément aux prescriptions et d'identifier les éventuels besoins d'optimisation. En effet, le système de management environnemental et le processus de contrôle interne doivent fonctionner de manière imbriquée et coordonnée pour atteindre l'objectif de maîtrise des risques environnementaux qui leur est assigné.

Cette contribution, même si elle contient certaines lacunes, ouvre des perspectives méthodologiques dans le même sens que ce mémoire. Ainsi et comme perspective à des études futures relatives au diagnostic stratégique de l'environnement global de l'entreprise ENTP, il est important de préciser qu'une analyse PESTEL complète, exhaustive et bien faite (ce qu'il faut faire, ou facteurs clés de succès) repose sur les résultats de la grille SWOT (ce qu'on peut faire, ou capacités stratégiques). Ainsi, l'union des deux modèles PESTEL et SWOT fera la force et contribuera aux meilleurs résultats possibles car, appliqués ensembles, ces deux modèles servent à déterminer les actions à mener (choix stratégiques) relativement à une meilleure maîtrise des risques environnementaux. Notons que l'analyse SWOT nécessite

la disponibilité de beaucoup d'informations sur les activités principales de l'entreprise (celles qui sont créatrices de valeur), sur ses activités de soutien (ressources humaines, recherche et développement) ce qui permet d'avoir une bonne vue schématique de l'entreprise.

# *Annexes*

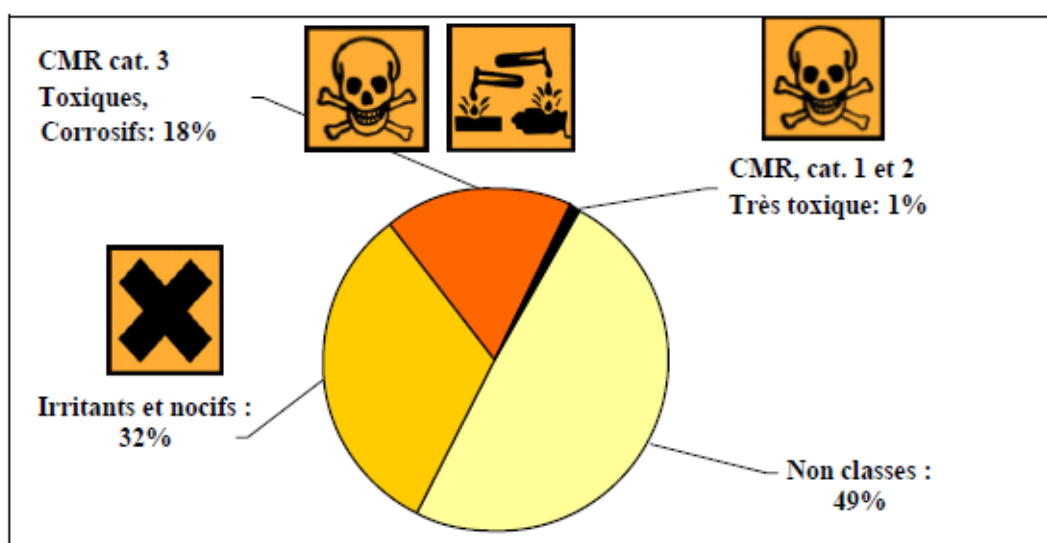
## Annexe 1

### Dangers chimiques liés aux forages pétroliers

#### I- Dangers chimiques associés aux produits utilisés dans les boues de forage

La figure 1 répartit les différents produits utilisés en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques sans tenir compte des quantités utilisées et de la nature physique (produits générant des poussières par exemple) des produits. Cette première analyse permet de mettre en évidence que :

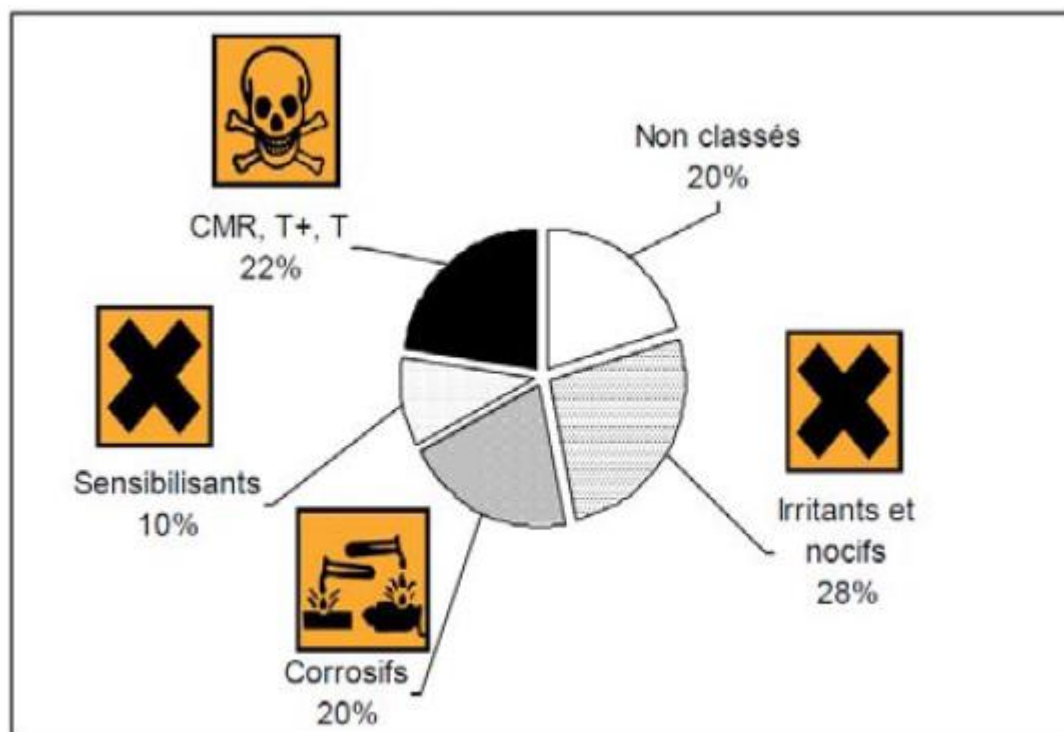
- Environ la moitié des produits utilisés sont non classés par la réglementation européenne et donc présentent à priori en l'état des connaissances actuelles peu de dangers pour la santé humaine ;
- Très peu de produits très toxiques (T+) sont utilisés ;
- Environ un tiers des produits sont nocifs ou irritants.



**Figure 1 :** Répartition des produits utilisés dans les boues et ciments en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques (Guerin, 2006)

## II- Identification des dangers associés aux produits de stimulation ou fluides de fracturation

La figure suivante répartit les différents produits utilisés en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques sans tenir compte des quantités utilisées et de la nature physique (produits générant des poussières par exemple) des produits.



**Figure2 :** Répartition des produits utilisés dans les fluides de stimulation/contrôle des sables en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques (Guerin, 2006)

## Annexe 2

### Cadre réglementaire national

- **Loi 01-19 du 12 décembre 2001** relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets.
  - **Article 15 :** Les déchets spéciaux **ne peuvent être traités que dans des installations autorisées** par le ministre chargé de l'environnement conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.
  - **Article 19 :** Il est interdit à tout générateur et /ou détenteur de déchets spéciaux dangereux de les remettre ou de les faire remettre à :
    - ✓ toute autre personne que l'exploitant d'une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets,
    - ✓ tout exploitant d'une installation non autorisée pour le traitement des dits déchets.
  - **Article 62 :** Quiconque remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux en vue de leur traitement, à une personne exploitant une installation non autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets, est punie d'un emprisonnement de six (6) mois à deux (2) ans et d'une amende de quatre cent mille (400.000) à huit cent mille (800.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.
- **Loi 03-10 du 17 juillet 2003** relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

**Décret exécutif n°03-478 du 09 décembre 2003** définissant les modalités de gestion des déchets d'activité de soin.

#### **Déclaration des déchets spéciaux dangereux**

- **Décret exécutif n°04-410 du 14 décembre 2004** fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.
  - ✓ **Article 3 :** Sont qualifiées d'installations de traitement des déchets toutes installations destinées à la valorisation, au stockage et à l'élimination des déchets, notamment :
    - les centres d'enfouissements techniques de déchets spéciaux ;
    - les installations d'incinération des déchets spéciaux ;
    - les installations de co-incinération ;
    - les installations de traitement physico-chimique des déchets ;



-les installations de valorisation des déchets ;

-etc.

✓ **Article 12 :** L'admission des déchets spéciaux sur le site d'installation est conditionnée par l'obtention d'un certificat d'acceptation préalable délivré par l'exploitant de l'installation de traitement pour une durée d'un (1) an, période à l'issue de laquelle la procédure d'obtention doit être renouvelée.

➤ **Décret exécutif n°05-315 du 10 septembre 2005** fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.

Depuis la date de publication du décret en 2005, les informations relatives à la nature, la quantité, les caractéristiques, le traitement des déchets et les mesures prises et à prévoir pour éviter la production des déchets, qui constituent la déclaration des déchets spéciaux dangereux, sont établies dans un formulaire qui doit être transmis à l'administration chargée de l'environnement, dans un délai n'excédant pas trois (3) mois au-delà de la clôture de l'année considérée par la dite déclaration.

#### **Aspects HSE dans la loi sur les hydrocarbures**

✓ **Article 18 : Les études environnementales**

« Toute personne doit, avant d'entreprendre toute activité objet de la présente loi, préparer et soumettre à l'approbation de l'autorité de régulation des hydrocarbures, une **étude d'impact environnementale et un plan de gestion de l'environnement** comprenant obligatoirement la description des mesures de prévention et de gestion des risques environnementaux associés aux dites activités conformément à la législation et réglementation en vigueur en matière d'environnement".

✓ **Article 80 : Les obligations en cas d'abandon et réhabilitation des sites**

« Pour tout ouvrage dont l'état ne désire pas le transfert de propriété, le contractant devra prendre en charge tous **les coûts d'abandon et/ou de restauration du site** prévus par le contrat conformément aux textes réglementaires en matière de sécurité industrielle et d'environnement ».

➤ **Décret exécutif n°06-104 du 28 février 2006** fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.

➤ **Décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006** définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

➤ **Décret exécutif n°07-144 du 19 mai 2007** fixant la nomenclature des ICPE.

## **Annexe 3**

### **Le référentiel COSO 2013 pour le contrôle interne**

#### **I- Un peu d'historique**

A la suite de plusieurs scandales financiers qui ont secoué les Etats-Unis (Enron, WorldCom) et l'Europe (Parmalate), et même l'Algérie (Alkhalifa, Sonatrach), les manipulations comptables ont remis en cause les systèmes de contrôle interne et externe. A cet égard, plusieurs pays ont promulgué des lois dites de sécurité financière afin de redonner confiance aux investisseurs et épargnants.

Depuis plus de vingt ans, le COSO ( Committee Of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) est une référence incontournable dans le domaine du contrôle interne à travers le monde. Une étude a été menée et a abouti en 1992, à la publication d'un rapport intitulé « *Internal Control-Integrated Framework* », plus connu sous l'appellation « COSO » dans lequel il a été formulé un cadre conceptuel du contrôle interne intégré qui servira de modèle de référence en la matière. Ce rapport, qui deviendra après le COSO1. En 2004, un nouveau référentiel COSO2 est élaboré. Ce dernier est axé davantage sur le processus de management des risques en entreprise, reflétant ainsi un périmètre plus large de réflexions. La nouvelle version de ce référentiel a vu le jour en 2013 et prendra effet à partir du 15 décembre 2014 (Saidi, 2014).

#### **II- Définition du contrôle interne**

Le cadre intégré du contrôle interne est un référentiel de concepts constituant une approche nouvelle du contrôle interne visant à concilier les impératifs d'efficacité et d'efficience. Ce référentiel a, fondamentalement, une vocation d'évaluation et d'auto-évaluation du contrôle interne en place (Abderraouf, 2009).

La définition du contrôle interne selon le COSO 2013 est la suivante : « *Le contrôle interne est un processus mis en œuvre par le conseil, le management et les collaborateurs, et qui est destiné à fournir une assurance raisonnable quant à la réalisation d'objectifs liés aux opérations, au reporting et à la conformité* ». Ainsi, ce référentiel permet aux entreprises d'adapter leur système de contrôle interne conformément aux prescriptions et d'identifier les éventuels besoins d'optimisation.

#### **III- Présentation du référentiel de contrôle interne**

Souvent appelé « le cube », le COSO met en évidence la relation entre trois types de composants :

- Les objectifs de l'organisation (en haut sur cube) ;
- Les structures de l'organisation (à droite du cube) ;
- Une déclinaison de huit éléments de la gestion des risques et du contrôle interne (sur le devant du cube).

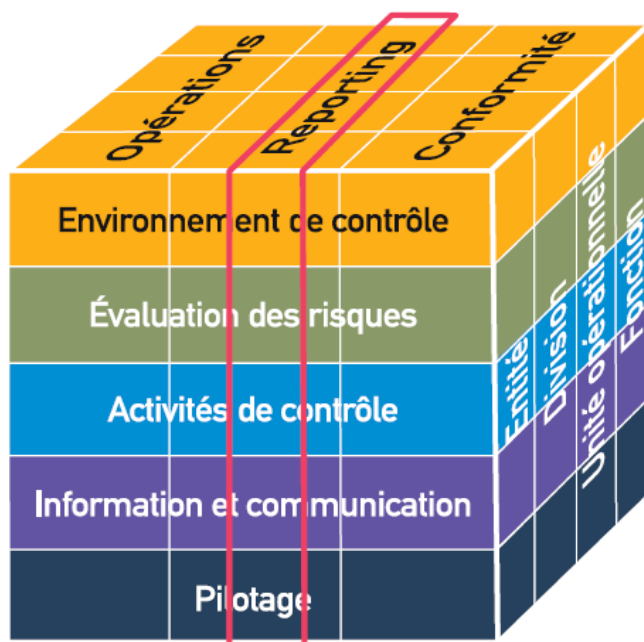


Figure 3 : Différentes faces du cube référentiel COSO 2013

#### IV- Rôle et objectifs du référentiel COSO

Le COSO conçoit le contrôle interne comme une solution à un large éventail des risques. Le cadre intégré du contrôle interne constituant le référentiel COSO est formé par :

1. une définition large du contrôle interne,
2. la décomposition du système de contrôle interne en cinq éléments ou composantes (environnement de contrôle, évaluation des risques, activités de contrôle, information et communication, pilotage (le contrôle du contrôle interne)),
3. les rôles et responsabilités du contrôle interne,
4. les critères d'efficacité,
5. et, les limites du contrôle interne.

D'après le COSO, le contrôle interne fournit une assurance raisonnable quant à la réalisation des trois catégories et objectifs suivants :

- a. La réalisation et l'optimisation des opérations.
- b. La fiabilité des informations financières.
- c. La conformité aux lois et aux règlements en vigueur.

Précisons que le système de contrôle interne ne peut fournir d'assurance raisonnable qu'au regard de la gestion administrative liée aux objectifs opérationnels en fournissant au management et aux dirigeants une assurance raisonnable d'être informés de façon fiable et en temps opportun dans quelle mesure l'entreprise est en train de réaliser ses objectifs (Abderraouf, 2009). Cependant, le COSO 2013 permet d'identifier trois nouveaux risques :

- A. Risques de fraude : détournement d'actifs, manipulation des comptes, corruption, fraude au président.
- B. Risques liés aux sous-traitants : environnement, qualité, approvisionnement, main d'œuvre.
- C. Risques technologiques : cybercriminalité, cloud, réseaux sociaux, protection des données personnelles.

## **V- Les acteurs du contrôle interne**

Tous les membres du personnel ont une responsabilité, plus ou moins grande, en matière de contrôle interne. Il est l'affaire de tous, des organes de gouvernance à l'ensemble des collaborateurs de la société. Cependant, seules les personnes appartenant à l'entreprise font partie du système de contrôle interne car elles contribuent chacune à sa façon à l'efficacité du système. Les tiers peuvent également jouer un rôle dans la réalisation des objectifs de l'organisation, mais le simple fait de contribuer directement ou indirectement à la réalisation des objectifs, n'implique pas qu'il font partie du système de contrôle interne (Saidi, 2014).

## **VI- Actions à envisager pour se mettre en conformité avec le COSO 2013**

Pour se mettre en conformité avec ce référentiel, l'organisation peut :

- ❖ Faire un diagnostic sur la base des 17 principes pour identifier les axes d'amélioration nécessaires au niveau des axes et des entités ;
- ❖ Approfondir certains sujets sur la base des 17 principes (par exemple la prise en compte des tiers dans l'évaluation du contrôle interne, l'utilisation des nouvelles technologies, notamment en ce qui concerne la sécurité des bases de données, etc.).

Et cela tout en veillant à l'articulation effective de ces 17 principes.

## **VII- Limites du contrôle interne**

Le contrôle interne, aussi bien conçu et aussi bien appliqué soit-il, ne peut offrir qu'une assurance raisonnable de réalisation des objectifs en raison de plusieurs limites telles que :

- Le COSO précise que le système de contrôle interne ne peut prévenir un jugement erroné ou une mauvaise décision, ou bien encore un événement extérieur pouvant entraîner l'échec des objectifs d'exploitation.
- La contrainte rapport coût-avantages impose une contingence aux procédures et dispositifs de contrôle à mettre en place.
- Les mesures de contrôle ne peuvent pas, en toute circonstance, empêcher la survenance d'un dysfonctionnement ou d'une défaillance humaine ou d'une erreur.
- La collusion entre plusieurs personnes peut faire échouer les contrôles (Saidi, 2014).

## Annexe 4

## Différentes données pour l'ACV

Tableau 1: Propriétés de l'intervalle.

Propriétés de l'intervalle	26"	16"	12 1/4"	8 3/8"	6"
Trou Ouvert (Mètre)	517	1812	935	54	177
Taille de l'enveloppe (Pouces)	18"5/8	13"3/8	9"5/8	7"	/
Profondeur de l'enveloppe (Mètre)	517	2329	3264	3318	3318
Volume du trou M3	177	235	71	2	3
Volume de l'enveloppe M3	83	182	129	116	-
Volume Total M3	177	318	253	131	119
Type de fluides	Boue de Pioche	RelaxedVersaDril OBM			OBM CONV.
Ratio Huile/Eau		70/30 85/15	85/15 90/10	90/10	95/5

Tableau2 : Les propriétés de la boue.

Poids de boue	1.25 SG (au-dessus de TURONIEN )
YP à 150o F	18 – 24 lbs/100 ft2.
LSYP à 150o F	8 – 13.
Initial Gels (lbs/100 ft2)	12 – 18 lbs/100ft2
HT-HP @ 200o F & 500 psi	< 10 cc's
Stabilité électrique	> 600 volts
NaCl % par Wt	26 % (saturée NaCl saumure)
alcalinité (PoM)	2.0 - 2.5 cc's of 0.1 N H2SO4
LGS % par volume	< 5
Rapport huile/eau	70/30 to 85/15 @ fin de l'interval

**Tableau3** : *Lithologie de la deuxième phase de forage.*

Senonien( Anhydritique )	Anhydrite et Dolomite.
Senonien( Salifere )	Salt.
Turonien	Chalkylimestone.
Cenomanien	Anhydrite, and Shale.
Albien	Sandstone and Silty Clay.
Aptien	Dolomite.
Barremien	Shale and Sandstone.
Neocomien	Claystone and Sandstone.
Malm	Shale, limestone, and Sandstone.
Dogger Argileux	Shale, and Sandstone.
Dogger Lagunaire	Anhydrite.

**Tableau4**: *Déplacements.*

Déplacement	Stockage - fabrication	Elimination
Charge [t]	708,32	0,94
Distance [km]	4,7	0,012
Déplacement [t.km]	3329104	1128

## Annexe 5

### La méthode SADT

#### Introduction

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à recenser, caractériser, hiérarchiser et valoriser les fonctions du système en mettant en évidence les agencements, les relations entre les différents éléments et constituants qui le composent. Plusieurs méthodes sont utilisées dans le but de réaliser ce genre d'analyse, telle que la méthode SADT qui utilise des règles et un formalisme complexe. Ce type d'analyse de décomposition fonctionnelle permet de modéliser et de décrire graphiquement des systèmes techniques. On procède par analyses successives descendantes, c'est-à-dire en allant du plus général vers le plus détaillé.

#### I- Objectifs de la SADT

« La SADT permet non seulement de décrire les tâches du projet et leurs interactions, mais aussi de décrire le système que le projet vise à étudier, créer ou modifier, en mettant notamment en évidence les parties qui constituent le système, la finalité, le fonctionnement de chacune, et les interfaces entre les diverses parties qui font qu'un système n'est pas une simple collection d'éléments indépendants, mais une organisation structurée de ceux-ci dans une finalité précise » (Lissandre, 1990).

#### II- Concepts fondamentaux de la SADT

Les concepts fondamentaux spécifiques à la méthode SADT sont les suivants :

1- La SADT analyse un système en construisant un modèle dont le but est d'en exprimer une compréhension complète et de le situer dans son contexte. Plusieurs modèles selon différents points de vue peuvent s'avérer nécessaires.

2- Analyse du système : descendante, hiérarchique, modulaire, structurée.

3- La SADT décrit le « QUOI » (où la méthode est efficace) et non le « COMMENT » (différentes solutions envisagées pour la réalisation du QUOI).

4- La SADT modélise à la fois les choses, données, objets, noms.

5- La SADT est un langage semi-formel = {texte + graphiques (boîtes, flèches)}.

6- La SADT favorise le travail en équipe discipliné et coordonné.

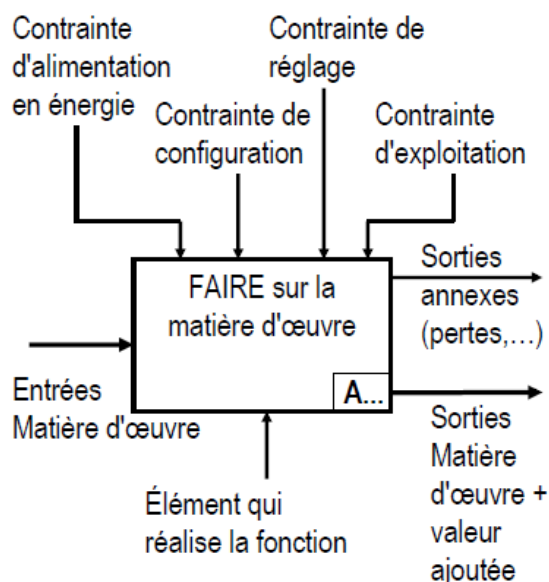
7- La SADT oblige à consigner par écrit tous les choix effectués pendant l'analyse.

#### III- Le langage SADT

- Un modèle SADT est un ensemble de diagrammes ordonnés hiérarchiquement.
- Au niveau le plus général : diagramme de niveau « 1 ». Il montre le contexte du système à analyser : les sources et destinations des informations arrivant et sortant

de la « boîte » à analyser, c'est-à-dire ses interfaces avec l'extérieur. Mais ce niveau-là est rarement représenté dans une analyse SADT où l'on trouve généralement le niveau A-0 tout en haut.

- Au niveau inférieur, on montre juste la boîte principale (appelée boîte 0), dans un diagramme appelé « 0 » (représente la fonction globale). Cette boîte se décompose elle-même en un diagramme de niveau inférieur (niveau « 0 »), qui contient les boîtes 1, 2, 3,...
- Chaque boîte  $i$  se décompose elle-même en un diagramme  $i_1, i_2, i_3, i_4, \dots$
- Chaque diagramme du modèle peut être considéré comme un diagramme père (synthèse de ses diagrammes enfants) ou comme diagramme fils (analyse d'une partie (boîte) de son diagramme père).
- Chaque diagramme de niveau inférieur apporte un nombre limité de détails sur un sujet bien délimité. Une boîte est décomposée en un diagramme comportant entre trois boîtes au minimum et six boîtes au maximum (sauf quelques cas particuliers).
- Selon SADT, l'univers qui nous entoure (et donc le modèle) est composé de données (objets, substantifs) et d'actions (événements, activités, verbes). En SADT, il y a dualité entre activités et données.
- Un diagramme peut être un actigramme (activités :  $A_i$ ) ou un datagramme (données :  $D_i$ ).

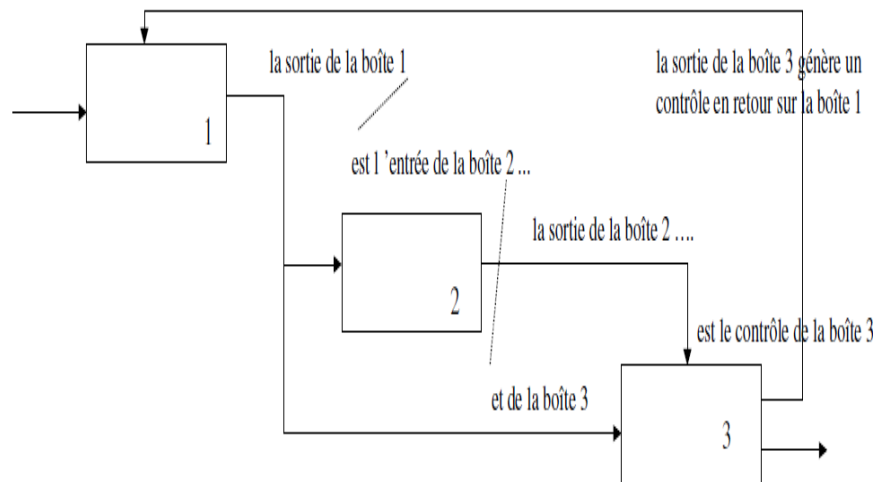


**Figure 4 :** Représentation graphique d'un diagramme

#### IV- Connexion entre les boîtes

La connexion de la sortie d'une boîte à une ou plusieurs autres boîtes montre une relation de contrainte entre ces boîtes, c'est-à-dire que la boîte destination ne s'active que si l'autre boîte lui fournit la donnée.





**Figure 5** : Connexion entre les boites

## V- Codes MECS

- M : Mécanismes ou Moyens (flèches entrantes en bas) : supports de la fonction qui représentent les éléments matériels. Il s'agit de l'acteur principal de l'activité. Ce sont les éléments physiques ou technologiques qui réalisent la fonction, ou encore qui « supportent l'activité » (matériels, logiciels, personnels).
- E : Entrées (flèches entrantes à gauche) : entrées de matières d'œuvre qui sont transformées par la fonction considérée (matière, énergie, données, services). Elles sont nécessaires au fonctionnement de l'activité.
- C : Contraintes de pilotage ou de commande (données de contrôle : flèches entrantes en haut) : ce sont les paramètres de contrôle qui provoquent ou modifient la mise en œuvre de la fonction (paramètres de configuration, paramètre de réglage, données d'exploitation ou consignes de fonctionnement, mise en énergie ou présence de la matière d'œuvre).
- S : Sorties (flèches sortantes à droite) : données créées par l'activité ou réponses à ce que deviennent les entrées une fois l'activité exercée (sortie de matière d'œuvre dotée de la valeur ajoutée; flux d'informations associées au processus, sous-produits, déchets,...).

## VI- Démarche de la SADT

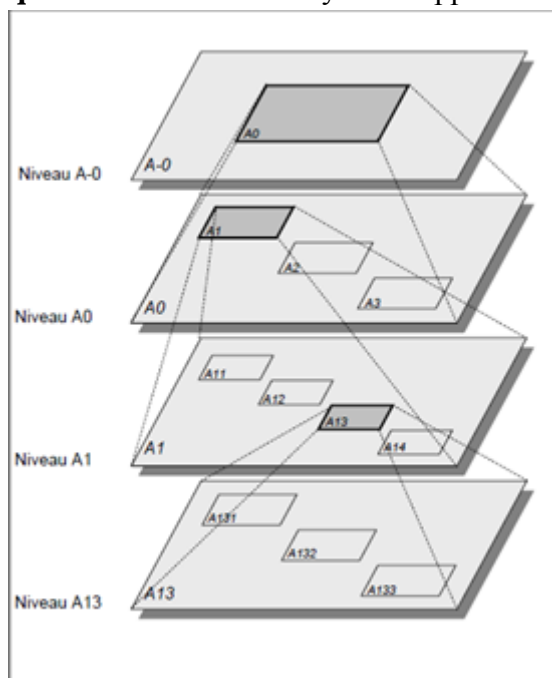
- Définir une frontière du modèle qui n'exclut ou ne scinde, un élément participant directement à sa fonction dans toutes ses phases de fonctionnement.
- Définir de quel point de vue est construit le modèle, car s'il veut tout représenter, il est illisible. La perception d'un système, mais surtout les informations nécessaires, ne sont pas les mêmes pour l'utilisateur, le concepteur ou le technicien de maintenance.

- Une fois distinguées (la matière d'œuvre et la valeur ajoutée que lui apporte le système), on peut définir avec précision sa fonction et les données de contrôle qui le modulent.
- La première phase est la modélisation du système qui en montre les fonctions. Le contexte est identifié par les flèches qui entrent ou sortent de cette boîte mère.
- La décomposition en éléments, ou sous-fonctions de cette boîte-mère permet d'affiner la perception du système et sa structure. Ces éléments ou boîtes sont des activités.
- Les diagrammes ainsi construits sont des actigrammes.
- Si le niveau de décomposition ne permet pas une totale compréhension du système, on procède à une nouvelle construction plus détaillée.

## VII- Construction du modèle

Le modèle SADT est un diagramme à « boîtes descendantes », il part du général pour aller au particulier. La description du système s'effectue alors sous la forme d'une suite cohérente d'actigrammes. A chaque niveau et pour chaque fonction on devra répondre aux questions :

- **Que faire ?** Définition de la fonction.
- **Sur quoi ?** Définition de la matière d'œuvre.
- **Pourquoi ?** Définition de la valeur ajoutée.
- **Avec quoi ?** Définition du moyen et support d'activité.



**Figure 6 :** Diagrammes SADT

Il est à noter que la réalisation d'une décomposition fonctionnelle par la méthode SADT peut avoir support d'aide à partir du dossier technique, par l'observation du système en fonctionnement ou bien par l'identification des chaînes opératives élémentaires.

### **VIII- Points forts de la méthode SADT**

Cette méthode présente plusieurs points forts tels que :

- Permettre l'analyse et la compréhension de systèmes complexes.
- C'est un outil de communication pour l'équipe, le client et la hiérarchie.
- Permettre des spécifications précises, complètes et de qualité.
- Très bonne lisibilité.
- Nombre restreint de concepts donc apprentissage rapide.
- Structure hiérarchique très modulaire.

### **IX- Limites du modèle SADT**

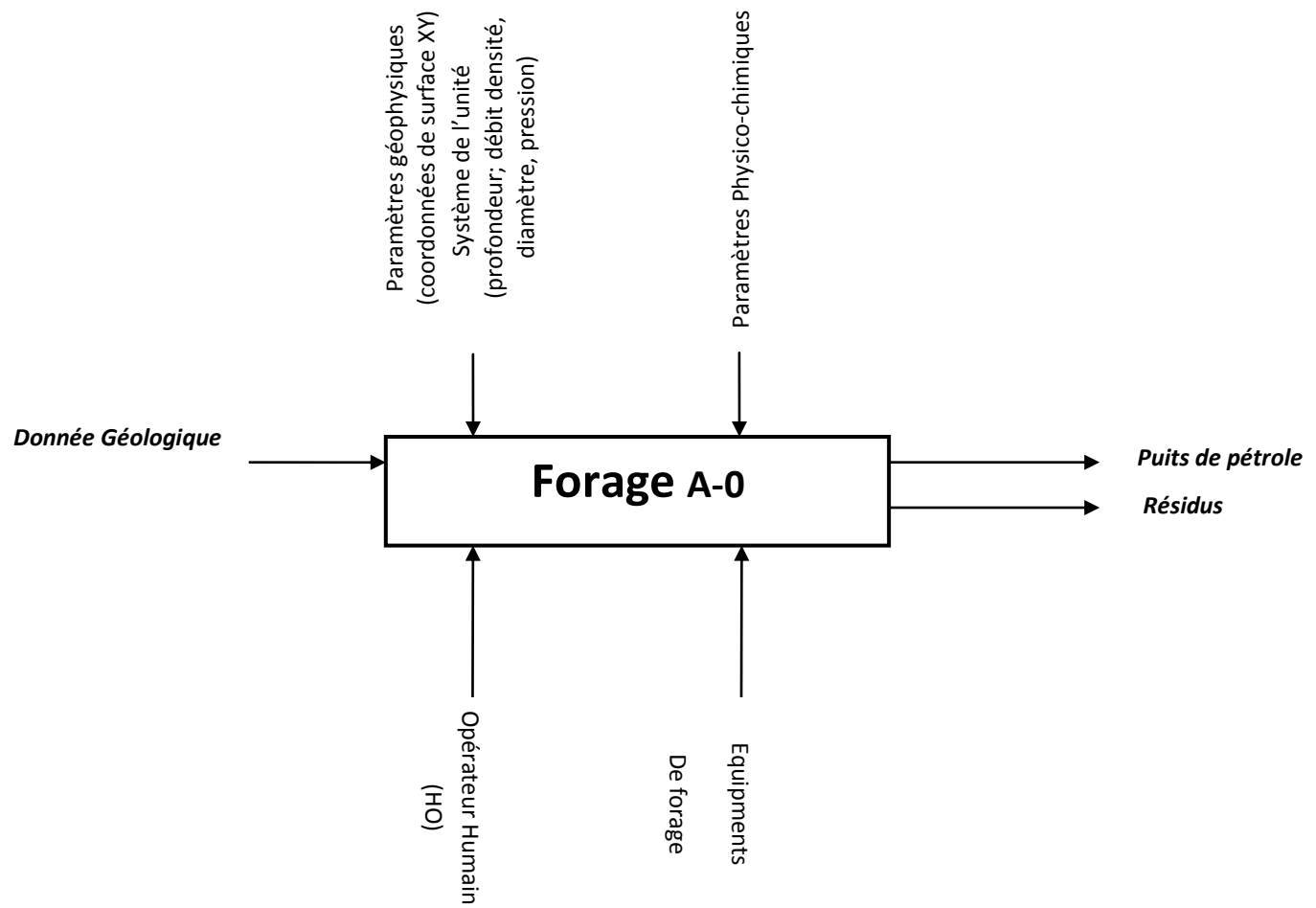
Comme toute méthode, le modèle SADT présente certaines limites dont nous citons :

- Long à construire.
- Difficile à réaliser.
- Le modèle SADT ne distingue pas les différents types de flux entrants et sortants d'une activité, ce qui peut provoquer une confusion lors de l'interprétation du modèle obtenu.
- Son emploi est réduit à l'utilisation de son formalisme graphique.
- Aspect dynamique limité.
- Cohérence entre actigramme et datagramme parfois difficile.

### **Conclusion**

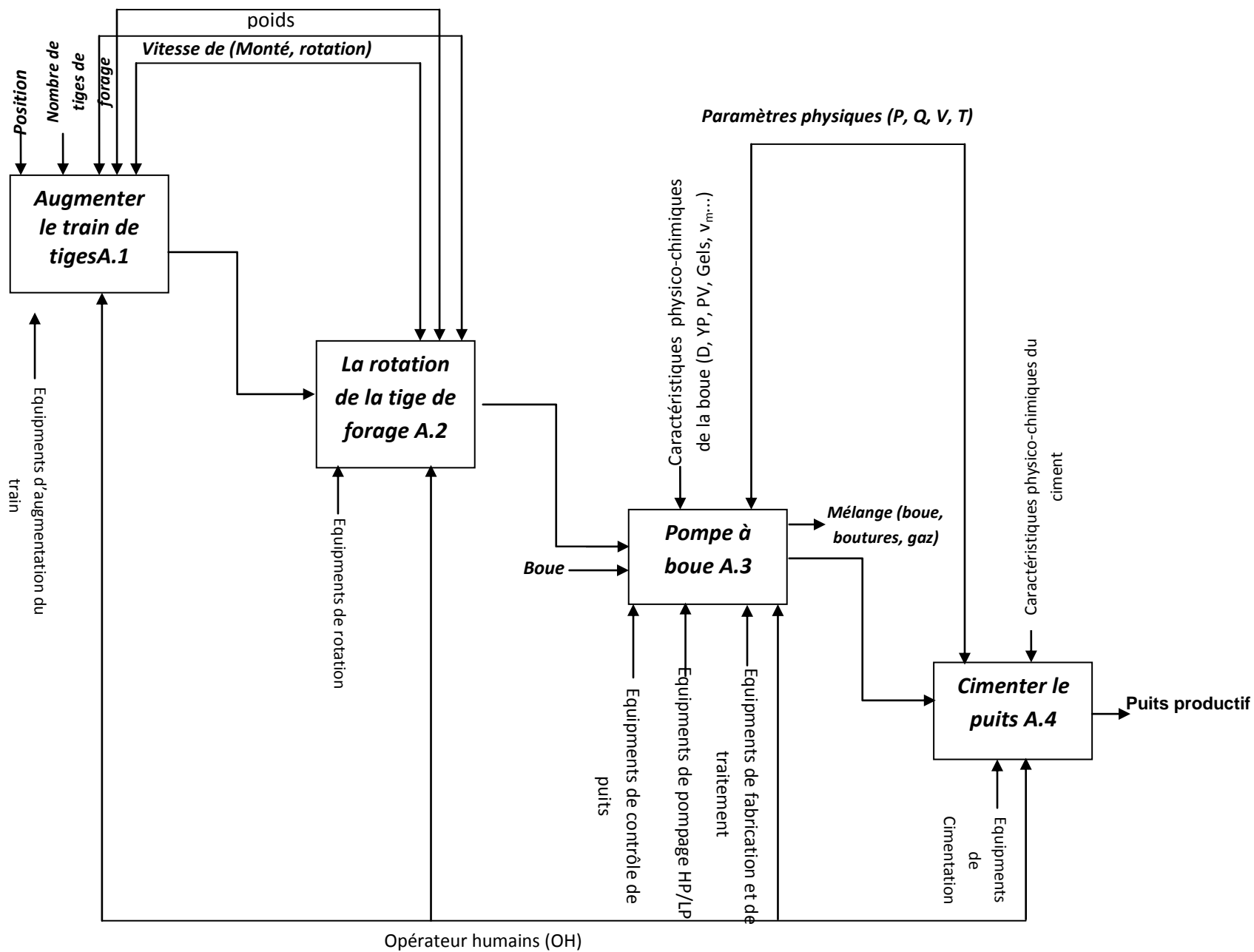
Le modèle SADT est l'une des méthodes fonctionnelles les plus utilisées pour les systèmes industriels. Elle sert spécialement à présenter une vue structurée sur le système global, qui est généralement complexe. C'est un outil graphique de représentation. Il oblige à consigner par écrit les décisions d'une équipe de travail. Ceci permet progressivement de créer une documentation complète servant de référence.

Si cette méthode est utilisée complètement (actigrammes et datagrammes), elle permet de programmer directement un système automatisé, car elle est très puissante et valable à de très gros systèmes.



**A-0 Forage d'un puits**

Diamètre des câbles et piston



**A-0 forage d'un puits**

Caractéristiques Physico-chimiques de la boue (D, YP, PV, Gels,  $v_m$ ...)

Paramètres Physiques (P, Q, V, T)

- DIESEL 0.83m<sup>3</sup>
- EAU 0.35m<sup>3</sup>
- ENDUIRE- EH 16.18Kg/M<sup>3</sup>
- VERSAWET 9.94Kg/M<sup>3</sup> VG-
- 6917.04Kg/M<sup>3</sup>
- LIME 39.76Kg/M<sup>3</sup>
- Na Cl 125.85Kg/M<sup>3</sup>
- BARITE 499.55Kg/M<sup>3</sup>

Energie électrique  
30190883.29KWh

Equipements de fabrication (réservoir de réserve, mélangeurs et agitateurs)

Fabrication de la boue A.3.1

Boue 1.42m<sup>3</sup>

Energie électrique  
4945058.47KWh

Equipements de pompage (de réservoir de circulation, circuits HP / LP, tuyaux)

Aspiration / déchargement de la boue A.3.2

Boue sous-pression 1.42m<sup>3</sup>

Pivotant, tiges de forage, anneau

Injection de la boue dans le puits A.3.3

Les pertes du fond de puits 0.04m<sup>3</sup>

Boue sous-pression 1.42m<sup>3</sup>

Récupération de la boue A.3.4

Ligne de flux, ligne à craquer, boîte de boue

Boue + boutures 1.43

Energie électrique  
44385.2609962

Equipements de traitement (agitateur de schiste, Compresseur, nettoyeur de boue, verti-G, centrifugeuses)

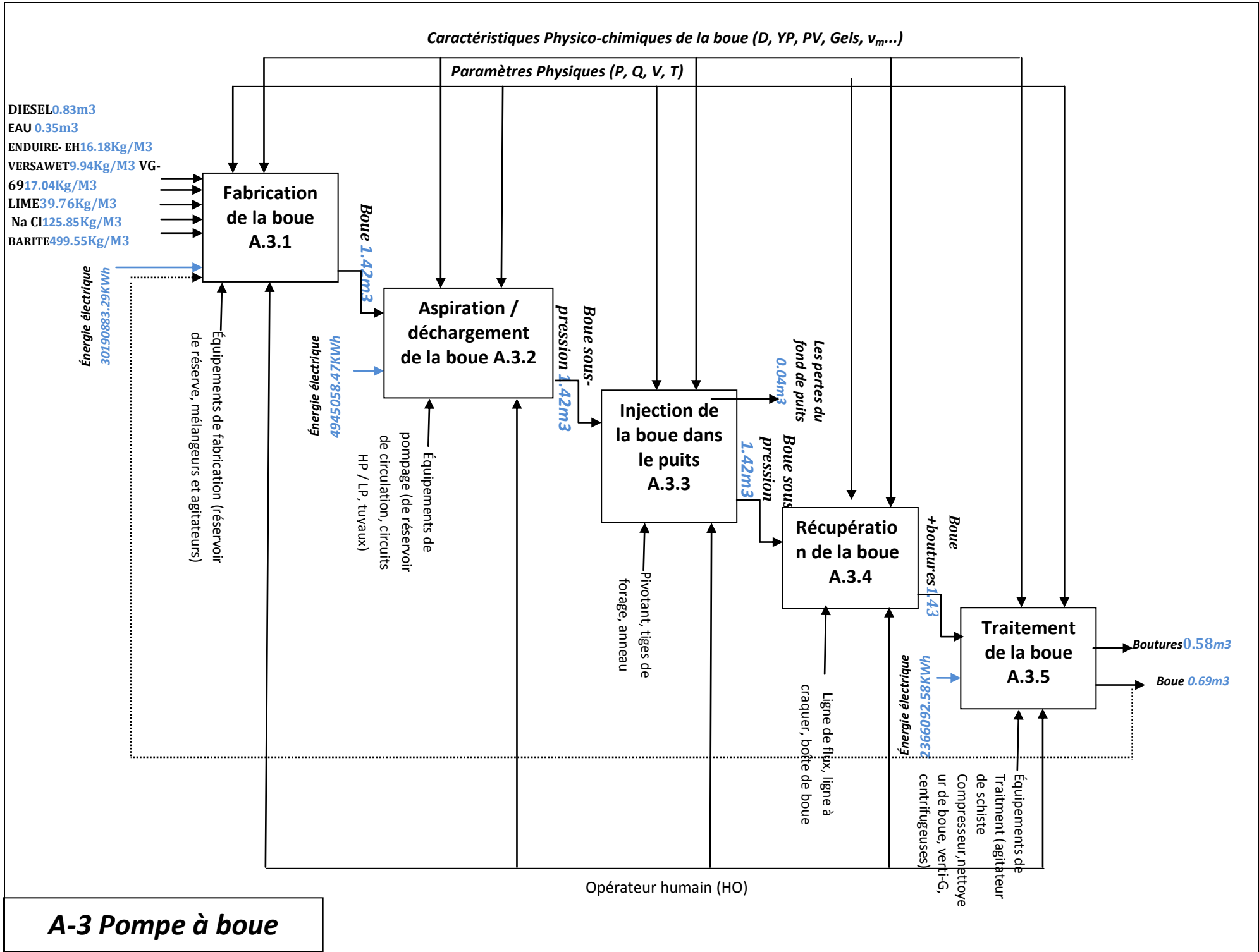
Traitement de la boue A.3.5

Boutures 0.58m<sup>3</sup>

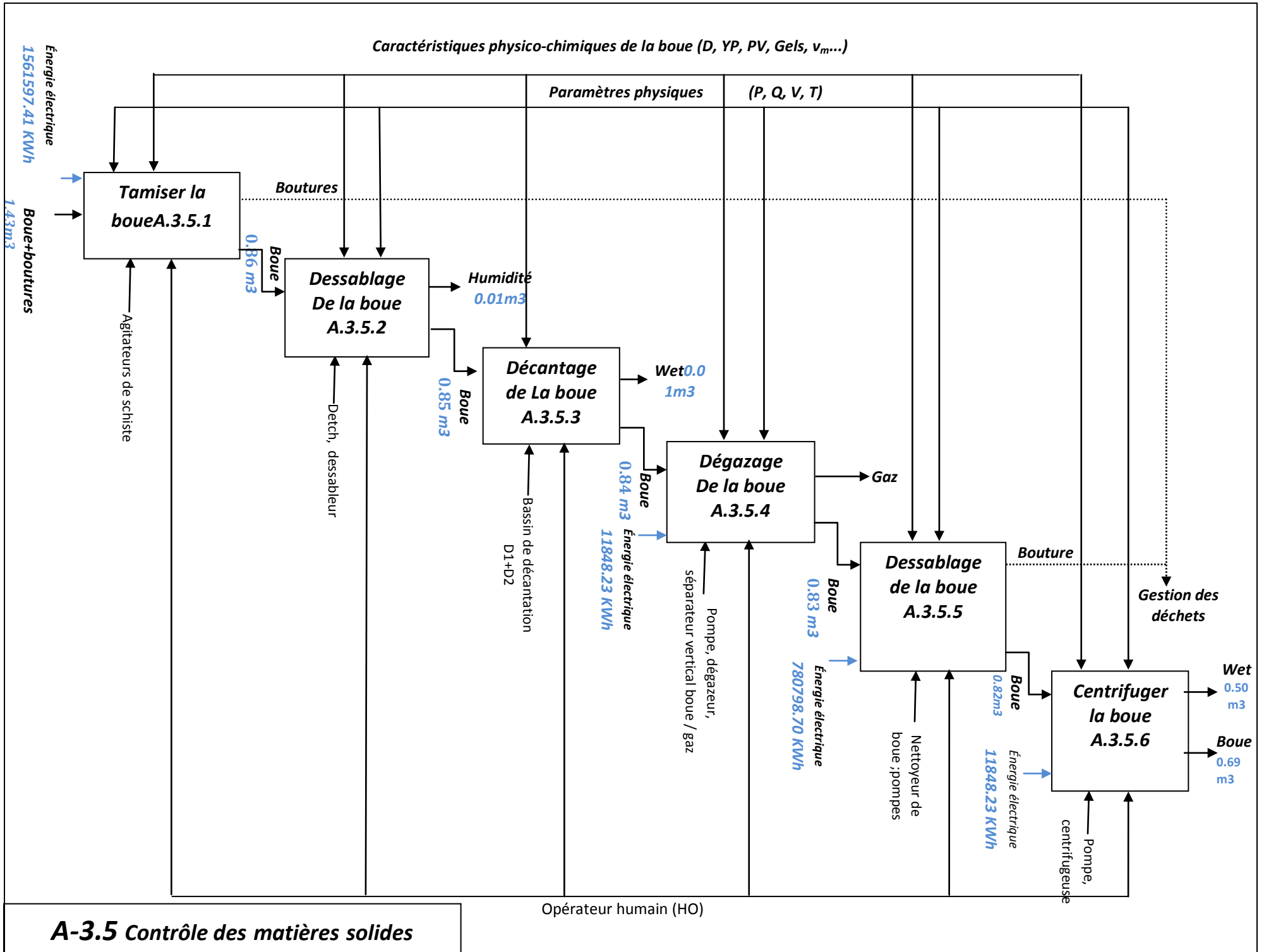
Boue 0.69m<sup>3</sup>

Opérateur humain (HO)

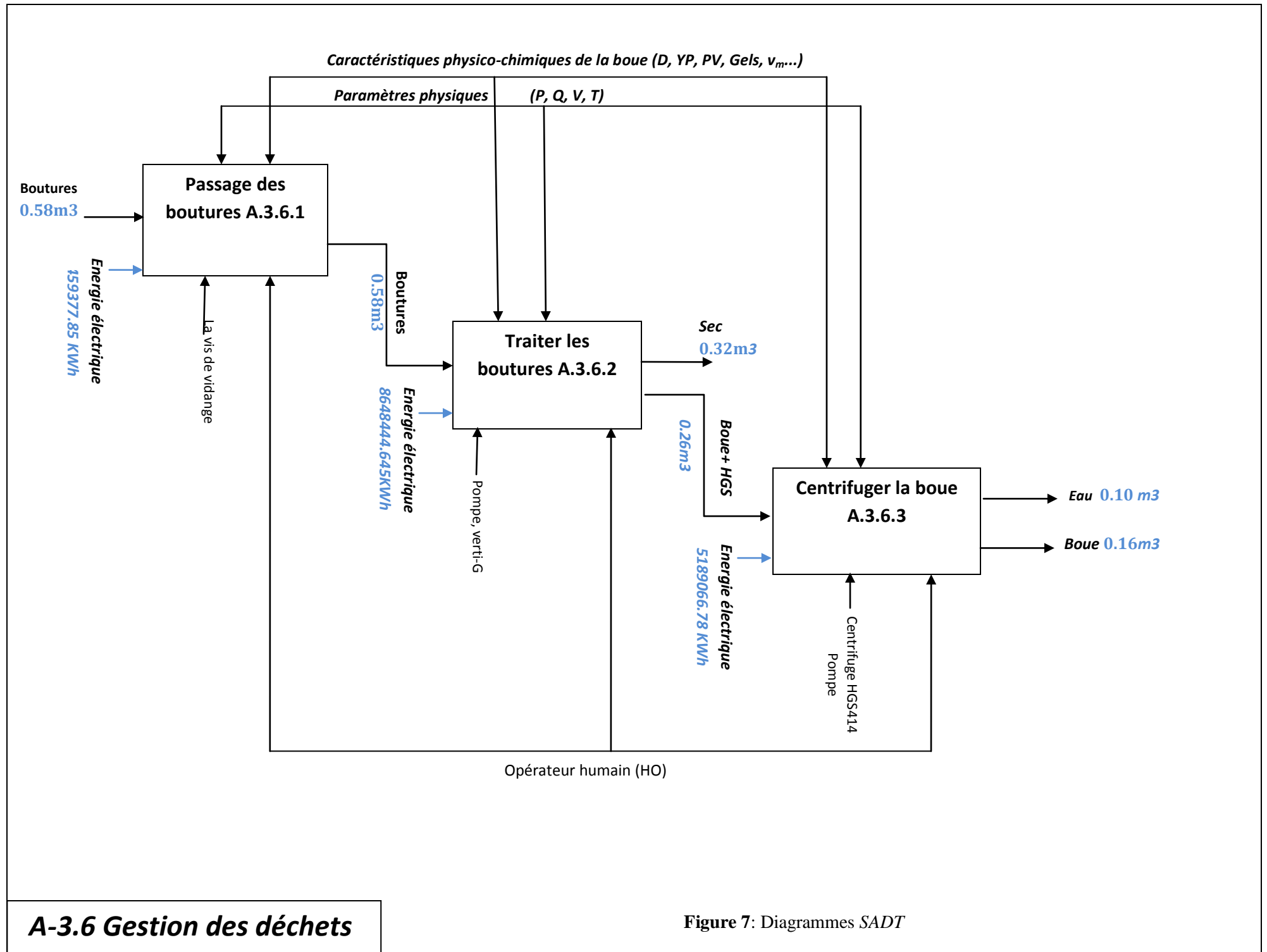
A-3 Pompe à boue



Caractéristiques physico-chimiques de la boue (D, YP, PV, Gels,  $v_m$ ...)



**A-3.5 Contrôle des matières solides**





# *Références Bibliographiques*

# Références bibliographiques

## Bibliographie

Asquin, A., Wissler, M., (2000). *Lean Management : enjeux stratégiques et perspectives pour les activités tertiaires. IX<sup>ème</sup> Conférence Internationale de Management Stratégique- « Perspectives en Management Stratégique »*. AIMS, Montpellier : 24, 25, 26 mai.

Auregan, P., Joffre, P., Loilier, T., Tellier, A., (2007). *L'approche projet du management stratégique : quelles contributions pour quel positionnement ?* Finance Contrôle Stratégie-Volume 10, n°4, p.217-250.

Barriat, V.A., (2003). *Les systèmes de management environnemental. Guide pratique pour les représentants des travailleurs*. FTU (Fondation Travail Université).

Besson, B., Deschamps, C., (2010). *Méthodes d'analyse appliquées à l'intelligence économique. PORTAIL DE L'IE. Centre de ressources et d'information sur l'intelligence économique et stratégique*. Livre blanc réalisé par l'Institut de la Communication de l'Université de Poitiers.

Boiral, O., (2004). *Environnement et économie : une relation équivoque*. Vertigo-La revue en sciences de l'environnement, Vol 5, No 2.

Boumane, A., Talbi, A., Bouami, D., Tahon, C. & Hamouche, A., (2004). *Vers une méthodologie d'analyse de l'existant appliquée dans le cadre d'une stratégie d'intégration des fonctions de l'entreprise*. Revue Française de Gestion Industrielle. Vol. X, n° x, p.1.

Chiron, X., Geronimi, M., (2006). *Management des organisations*. Editions Magnard. ISBN 2-210-10614-1.

Bouyouf, F., (2010). *Le management stratégique de la responsabilité sociale des entreprises*. Thèse de doctorat en sciences de gestion.

Dada, M.A., (2011). *Optimisation d'un procédé de traitement des boues de forage*. Mémoire de magister de l'Université M'Hamed BOUGARA, Boumerdes.

De Launière, M.A., (2008). *Les outils management stratégique pour un développement local stratégique*. Edition Sans Papiers, volume 95.

Di Giulio, J., (2011). *Le management de la qualité, de la sécurité et de l'environnement*. Université de Reims, France.

Essid, M., (2007). *Quels outils de contrôle pour décliner les stratégies environnementales ? Comptabilité et environnement*. PESOR-Université PARIS XI.

Garibaldi, G., (2008). *Analyse stratégique. Collection stratégie. Groupe EYROLLES.* Editions d'organisation. Troisième édition, quatrième tirage, p.134.

Gaudier, P., Vergnaud, T., (2009). *L'autodiagnostic stratégique-Mode d'emploi.* URIOPSS. Pôle de coopération. Rhône-Alpes.

Godet, M., Monti, R., Meunier, F., Roubelat, F., (2004). *La boîte à outils de prospective stratégique.* Cahiers du LIPSOR n°5. Paris.

Guerin, C., (2006). *Evaluation des risques professionnels des métiers du forage.* Ecole Nationale de la Santé Publique, Rennes.

Hadj Abbas, A., (2011). *Les bourbiers des forages pétroliers et des unités de production : Impacts sur l'environnement et technique de traitement.* Mémoire de magister de l'Université Kasdi Merbah, Ouargla.

Hafsi, T., Martinet, A.C., (2007). *Stratégie et management stratégique des entreprises : un regard historique et critique.* Gestion, volume 32, numéro 3.

Hamzi, R., (2008). *Modélisation et impacts à court terme d'un incendie en milieu ouvert sur l'environnement.* Thèse d'état de l'Université de Batna.

Harouz, L., (2012). *Essai d'analyse de stratégies de redressement d'entreprises en difficulté : Cas de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM).* Mémoire de magister en sciences économiques de l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou.

Hottin, J.P., Berge, F., Jourdan, C., (2013). *COSO 2013-Une opportunité pour optimiser votre contrôle interne dans un environnement en mutation.* Pocket Guide, pwc. Institut français de l'audit et du contrôle interne.

Houe Ngouna, R., (2006). *Modélisation des connaissances normatives en vue de l'évaluation de la recyclabilité d'un produit en conception : Des normes aux contraintes.*

Jolliet, O., Saade, M., Crettaz, P., (2005). *Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan.* Presses polytechniques et universitaires romandes. CH-1015 Lausanne, Suisse.

Khodja, M., (2008). *Les fluides de forage : Etude des performances et considérations environnementales.* Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.

Kloff, S., Wicks, C., (2004). *Gestion environnementale de l'exploitation de pétrole offshore et du transport maritime pétrolier.* CEESP.

Koenig, G., (1996). *Management Stratégique : Paradoxes, interactions et apprentissage*. Editions Nathan, ISBN.

Koenig, G., (2004). *Management stratégique : Projets, interactions et contextes*. Dunod, Paris.

Lassagne, M., (2004). *Gestion des risques industriels majeurs et management stratégique de l'entreprise : le cas de l'industrie maritime*. 13<sup>e</sup> conférence de l'AIMS. Normandie. Vallée de seine.

Lefèvre, P., (2002). *Théories et stratégie du management*. Les Cahiers de l'Actif- N°314-317.

Lissandre, M., (1990). *Maîtriser SADT*. Edition Armand Colin, p-14.

Loulachi, A., (2009). *Etude des performances dans un système mixte tensioactif-polymère dans les fluides de forage : Aspect stabilité des argiles et endommagement des réservoirs*. Mémoire de magister de l'Université M'Hamed Bougara-Boumerdes.

Marchesnay, M., (2004). *Management stratégique*. Les éditions de l'ADREG. (ISBN : 2-9518007-1-1).

Marmuse, C., (1999). *Le diagnostic stratégique : Une démarche de construction de sens*. Finance Contrôle Stratégie-Volume 2, N°4, p.77-104.

Martinet, A.C., (2008). *50 ans de recherche en stratégie : normalisation ou pluralisme épistémologique ?* Finance Contrôle Stratégie-vol.11, hors-série, p.39-66.

Michel, X., Cavaillé, P., Coll, (2009). *Management des risques pour un développement durable : Qualité, Santé, Sécurité, Environnement*. Dunod Paris.

Mondoukpe Lagnika, S.B., (2009). *La gestion des risques environnementaux au sein des entreprises immobilières*. Université du Québec à Montréal.

Persais, E., (2002). *L'écologie comme atout stratégique : une validation de l'approche ressources par la méthode PLS*. Finance Contrôle Stratégie-Volume 5, N°3, p 195-230. Université de poitiers.

Pfahler, W., Wiese, H., (2000). *Les stratégies des entreprises-une analyse par les théories des jeux*, p.25. Université de Leipzig, Allemagne. Traduit de l'allemand par : Laurent, D.

Portha, J.F., (2008). *Méthodologie pour tenir compte de l'impact environnemental d'un procédé lors de sa conception*. Laboratoire de thermodynamique des milieux polyphasés. IFP Lyon.

Quennet, S., (2009). Analyse des thèmes développés autour de la stratégie-Programme de management des entreprises.

Rampnoux, N., Vallaeys, S., (1999). *Appui à la police des eaux souterraines. Evaluation des risques des anciens forages pétroliers pour les eaux souterraines et l'environnement-Région PACA*. Rapport BRGM R 40347.

Sai As, M., Metais, E., (2001). *Stratégie d'entreprise : évolution de la pensée*. Finance Contrôle Stratégie-Volume 4, N°1, p.183-213.

Saidi, Y., (2014). *L'impact de l'évolution du référentiel COSO sur l'activation du contrôle interne dans l'entreprise-Avec référence le cas de l'Algérie*. Revue des Sciences Humaines-Université Mohamed Khider Biskra, N°34/35.

Seguin, F., Hafsi, T. & Demers, C., (2008). *Le management stratégique : de l'analyse à l'action*. Les Editions Transcontinental. ISBN 978-2-89472-327-2.

Simon, V., (2011). *Le tableau de bord prospectif, un nouveau système de management stratégique pour ASBL*. Louvain School of Management, Campus Namur.

Talbi, A., Hamouche, A., H., Tahon, C., (2002). *Analyse de l'entreprise dans une démarche d'intégration*. AP II-JESA. Volume 36-n°8.

Torset, C., (2005). *La réflexion stratégique : Objet et outil de recherche pour le management stratégique*. Manuscrit auteur, publié dans « XIVème conférence internationale de management stratégique, Angers : France ».

Vinel, M., (2011). *Le système de management par étapes appliqué à une PME*. Dumas-00608615, version 1.

Voyant, O., (2012). *Contribution à l'identification d'une cartographie de l'environnement externe : cas d'une PME familiale Belge*. Université Jean Moulin, Lyon 3, ISEOR.

Yaich, A., (2009). *Cadre intégré du contrôle interne (COSO I)*. La revue comptable et financière, n°84-Deuxième trimestre.

### **Sitographie :**

<http://www.merkapt.com> (Dernière consultation : le 03/12/2014).

<https://perso.univ-lyon2.fr> (Dernière consultation : le 24/12/2014).

<http://www2.cndp.fr> (Dernière consultation : le 30/12/2014).

<http://www.piloter.org/strategie/matrice-swot.htm> (Dernière consultation: le 13/12/2014).

<http://storage.canalblog.com> (Dernière consultation : le 20/01/2015).

<http://s3.e-monsite.com> (Dernière consultation : le 24/01/2015).

<http://hamid.bachir.pagesperso-orange.fr> (Dernière consultation : le 24/01/2015).

<http://antoninaillet.fr> (Dernière consultation: le 24/01/2015).

<http://www.cndp.fr> (Dernière consultation : le 28/01/2015).

Manuel QHSE ENTP, Version 07 Mars 2014.

Programme de management QHSE. ENTP, 2014.

Rapport analyse environnementale. Structure : ENTP. Date : 10/05/2014.

## Apport du Management Stratégique dans le Management des Risques Environnementaux

**Résumé :** En Algérie, la maîtrise des risques environnementaux n'a pas atteint un niveau d'importance de manière à faire recours au management stratégique pour trouver des solutions efficaces, efficientes et économiques, en agissant au sommet de la pyramide hiérarchique managériale. Ainsi, une question intéressante se pose : comment anticiper les problèmes liés à l'impact environnemental à travers le management stratégique ? Pour répondre à cette question, nous proposons un modèle constitué de deux outils d'analyse utilisés en diagnostic stratégique : le PESTEL et l'ACV, dont la combinaison est susceptible de favoriser la réduction des impacts l'environnementaux par une meilleure maîtrise des risques environnementaux, ce qui contribue efficacement à l'amélioration des performances environnementales.

**Mots-clés :** Management stratégique ; Management environnemental ; PESTEL ; ACV ; Boues de forage ; ENTP.

### The Contribution of Strategic Management in the environmental risks Management

**Summary:** In Algeria, the control of environmental risks did not reach a level of importance so as to make recourse to strategic management to find solutions effective, efficient and economic, while acting at the top of the managerial hierarchical pyramid. Thus, a question arises: how to anticipate the problems involved in the environmental impact through strategic management? To answer this question, we propose a model made up of two tools of analytical used in strategic diagnosis and that are the PESTEL and the LCA whose combination is likely to suport the reduction of the environmental impacts, which effectively contributes to the improvement of environmental performance.

**Keywords:** Strategic Management; Environmental Management; PESTEL ; LCA ; Drillingmuds ; Proposed model ; ENTP.

### مساهمة الإدارة الاستراتيجية في إدارة المخاطر البيئية

**ملخص:** في الجزائر، لم تصل إدارة المخاطر البيئية على مستوى من الأهمية وذلك لجعل استخدام الإدارة الاستراتيجية للعثور على فعالية، وكفاءة واقتصاداً، التي تعمل في قمة الهرم الإداري. وهكذا، فإن السؤال الذي يطرح نفسه: كيف يمكن توقع المشاكل المتعلقة بالأثر البيئي من خلال الإدارة الاستراتيجية؟ للإجابة على هذا السؤال، نقترح نموذجاً يتكون من أداتين من أدوات التحليل المستخدمة في التحليل الاستراتيجي وهي PESTEL و AVC ، التي من المرجح أن تساعد على التقليل من الآثار البيئية. والتي تساهم بشكل فعال في تحسين المحيط البيئي .

**كلمات رئيسية:** الإدارة الاستراتيجية ; الإدارة البيئية ; PESTEL ; ACV ; سوائل الحفر ; النموذج المقترح ; ENTP.