

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

*Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche Scientifique*

UNIVERSITE M'HAMED BOUGUERRA BOUMERDES

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES INDUSTRIELS



Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme Master en

Hygiène et sécurité industrielle

Thème

Etude de la possibilité d'améliorer la maîtrise des risques de l'éruption d'un puits du forage pétrolier



Présenté par :

➤ ARAR Adel

Encadré par :

Mr. Z. ZAOUANI

Nom et prénom	Grade	Signature

Promotion juin 2018

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier en premier lieu ALLAH qui ma donné la force pour mener à bien l'étude de ce projet

Mes sincères remerciements vont tout naturellement à l'encadreur de ce mémoire Mr ZOUIAN, E pour son soutien et ses conseils

L'ensemble des enseignants durant mon cursus

Je tiens aussi à remercier tout l'équipe de SOANATRACH /DF Hassi Messouad ainsi tout l personnel du chantier TP-198 pour leurs aide de ce projet Et finalement je suis très reconnaissant de l'aide et des conseils de tous ce qui contribué directement et indirectement à la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Adel .A





Dédicace

Je dédie aimablement ce modeste travail à:

- *Mes parents, mes frères, et toute la famille*
- *A tout mes amis et collègues de cette promotion.*
- *A tout ceux qui ont participés de près ou de loin pour la réalisation de ce travail et ceux qui m'espèrent la réussite*

ARAR ADEL

liste des tableaux

Chapitre 01	
<i>Tab1.1</i> Fiche technique du puits GEAN#2	07
<i>Tab 1.2</i> Garniture de forage	21
<i>Tab1.3</i> les phases de forage	23
Chapitre 02	
<i>Tab2.1</i> Information sur les méthodes.	38
<i>Tab2.2</i> Représentation symbolique des événements d'après Villemeur (1988)	39
<i>Tab2.3</i> Légende des évènements figurant sur le modèle du nœud papillon	44
Chapitre 03	
<i>Tab 3.1</i> Retour d'expérience des éruptions	47
<i>Tab 3.2</i> Statistiques de fréquence de la venue	51

Liste des Figures

Chapitre 01	
<i>Fig.1.1 : Organigramme du SONATRACH</i>	03
<i>Fig. 1.2 : division forage Hassi Messaoud.</i>	05
<i>Fig. 1.3 : Organisation de la Division Forage</i>	06
<i>Fig. 1.4 Plan de position du puits GEAN-2</i>	08
Fig1.5 Moteurs Diesel	11
<i>Fig. 1.6 Générateurs d'électricité</i>	11
<i>Fig1.7 Salle des SCR</i>	12
<i>Fig1.8 le Mat</i>	13
<i>Fig1.9 Le mouflage</i>	12
<i>Fig. 1.10 Circuit de la boue</i>	14
<i>Fig 1.11 Manifold de duses</i>	15
<i>Fig1.12 Schéma du BOP</i>	17
<i>Fig 1.13 Koomy</i>	17
<i>Fig 1.14 Chock Panel</i>	18
<i>Fig 1.15 Outil à molettes (Outil tricône)</i>	18
<i>Fig 1.16 La forme des dents des outils tricônes</i>	19
<i>Fig 1.17 Outil diamant</i>	19
<i>Fig 1.18 Outil PDC</i>	19
<i>Fig. 1.19 Les couronnes de carottage</i>	20
<i>Fig 1.20 Le tubage et la cimentation</i>	22
Fig 1.21 Plan de site de forage	24
<i>Fig 1.22 Schéma synoptique de l'appareil de forage</i>	27
Chapitre 02	
Fig 2.2 étapes de la gestion des risques	31

<i>Fig 2.3 processus de la gestion du risque</i>	32
<i>Fig 2.4: Démarche pour l'élaboration d'un arbre des défaillances</i>	41
<i>Fig 2.5 Exemple d'arbre d'évènements réduit</i>	43
<i>Fig2.6 : Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon</i>	43
Chapitre 03	
<i>Fig 3.1 La formation de terre</i>	47

ABREVIATIONS

SONATRACH : Société Nationale pour la Recherche, le Transport et la Commercialisation des Hydrocarbures

ISO : Organisation International de Normalisation

CEI : Commission Electrotechnique International

TP : appareil de forage de l'entreprise nationale de Travaux Puits

ENF : Entreprise National de Forage

HP : Horse Power (unité de puissance)

OD : Out side Diameter ;(diamètre extérieur)

ID : In side Diameter ;(diamètre intérieur)

BOP : Blow Out Preventer (système anti-eruption)

" : Unité de mesure le pousse

POI : Plan d'Opération Interne

PPI : Plan Particulier d'Intervention

PII : Plan Interne d'Intervention

EPI : Equipement de Protection Individuel

DST : Drill Stem Test

ROP : Rate Of Penetraion(vitesse d'avancement)

SPM : Strock per Minut(cou par minute)

ATEX : Atmosphère Explosif

SOMMAIRE

Introduction.....	page 1
-------------------	--------

Chapitre 1 Présentation Générale

Introduction.....	page1
1.1. Présentation de la SONATRACH.....	page2
1.2. Les activités de la SONATRACH.....	page4
1.3. Présentation de la Division Forage.....	page4
1.4. Présentation de lieu de stage (chantier de forage GEAN-2).....	page7
1.4.1. Description du puits GEAN-2.....	page7
1.4.2. Plan de position et les puits voisin.....	page8
Conclusiion.....	page9
1.5. Généralité sur le forage pétrolier.....	page 9
Introduction.....	page9
1.5.1. Historique.....	page 9
1.5.2. Définitions.....	page10
1.5.3. Les différents types des appareils de forage.....	page10
1.5.4. La constitution d'un appareil de forage.....	page11
1.5.4.1. Système de Puissance (Power System).....	page11
1.5.4.2. Système de Levage (Hoisting System).....	page12
1.5.4.3. Système de Rotation (Rotating System).....	page14
1.5.4.4. Système de Circulation (Circulating System).....	page15
1.5.4.5. Système des obturateurs (BOP System).....	page16
1.5.5. Les outils de forage.....	page18
1.5.6. La garniture de forage.....	page20
1.5.7. Tubage et cimentation.....	page21
1.5.8. L'opération de forage.....	page22
1.5.9. Localisation et préparation d'un site de forage.....	page23
1.5.10. Rôles des différents acteurs au sein du processus de réalisation d'un puits sur un chantier de forage (Rôles et fonctions).....	page25
1.5.11. Schéma synoptique de l'appareil de forage.....	page 27

Conclusion.....	page28
-----------------	--------

Chapitre02: Gestion des risques

Introduction.....	page29
2.1 Des définitions.....	page29
2.2 La gestion des risques.....	page30
2.3 Etape de la gestion des risques.....	page30
2.4 Principe de la gestion des risques.....	page31
2.5 Aspect réglementaire.....	page32
2.6 Référence Algérienne.....	page33
2.7 Le système de la gestion des risques.....	page34
2.7.1 Principe.....	page34
2.7.2 Ce qu'englobe le système de gestion des risques.....	page34
2.8 Les objectifs de gestion des risques.....	page35
2.9 Les outils d'analyse des risques.....	page36
2.9.1 Approche déductif/inductif.....	page37
2.9.2 Domaine d'application.....	page37
2.9.3 Méthode des arbres.....	page39
2.9.3.1 Arbre des causes.....	page39
2.9.3.2 Arbre des événements.....	page42
2.9.3.3 Nœud de papillon.....	page43
Conclusion.....	page45

Chapitre03: Concept de la venue et de l'éruption

Application de la méthode Nœud de Papillon

Introduction.....	page46
3.1 Définition de la venue.....	page46
3.2 Définition de l'éruption.....	page46
3.3 Retour d'expérience sur les éruptions.....	page46
3.4 Pression de formation-gradient de pression.....	page47

3.5 Paramètres affectant le contrôle primaire d'une venue.....	page48
3.6 Causes des venues.....	page49
3.7 Les signes d'une venue.....	page51
3.7.1 Les signes précurseurs de la venue.....	page51
3.7.2 Les signes positifs d'une venue.....	page52
3.8 Situation peut masquer une venue.....	page53
3.9 Procédure de contrôle d'une venue.....	page53
3.10 Type de contrôle d'une venue.....	page54
3.11 Cause d'une éruption.....	page54
3.12 Elaboration de la nœud de papillon	page56
3.12.1 Description de l'événement redouté	page56
3.12.2 Application de l'arbre de défaillance.....	page57
3.12.3 Application de l'arbre des événements.....	page62
3.12.4 Nœud de Papillon	page63
3.13 Les barrières de sécurité	page64
3.14 Emplacement de barrières de sécurité.....	page67

Conclusion

Recommandations

Annexe

Annex01 feuille de manœuvre

Annexe02 méthode de contrôle d'une venue

Annexe03 permis de travail

Annexe04 safety info

Annexe05 leak of test

Bibliographie

Introduction :

Le pétrole et le gaz jouent un rôle fondamental dans l'économie mondiale, ils constituent la source la plus importante d'énergie. Le forage est l'opération la plus délicate et la plus coûteuse du processus d'exploitation de cette énergie ; quelque soit le forage sur terre (on shore) ou en mer (off shore).

Le forage pétrolier présente énormément de risques en matière de sécurité, aussi bien pour les foreurs que pour les équipements et l'environnement ; Le risque le plus dangereux est celui d'avoir une venue notamment de gaz qui pourrait être suivie d'une éruption incontrôlable. La sécurité dans une entreprise de forage constitue son problème le plus important, sa préoccupation permanente, doit s'équiper des moyens sécuritaires plus adaptés à son activité pour assurer sa continuité et son développement, en particulier ses unités de production et le chantier de forage, son environnement, et le personnel.

Les ingénieurs de forage ont développé des nouvelles procédures afin de contrôler la pression du puits, on peut considérer que l'éruption comme le problème le plus délicat et le plus dangereux dans le forage, pour cela j'ai visé dans ce projet de fin d'étude, la maîtrise des risques des éruptions et appliqué la méthode Nœud de papillon.



Introduction :

Le champ de Hassi Messaoud est considéré comme l'un des plus grands gisements dans le monde. Il fait partie d'un ensemble de structures formant la partie Nord de la province Triasique.

Le but de cette 1^{er} partie du chapitre est de donner quelques notions de base sur l'organisation de SONATRACH, elle se base sur l'activité coordonnée et la structuration relatives de la division forage.

1.1. Présentation de la SONATRACH :

SONATRACH a été fondée le 31/12/1963, et dénommée **SO**ciété **NA**tionale pour la Recherche, le **Tr**ansport et la **C**ommercialisation des **H**ydrocarbures. Cette société avait initialement pour objectif de transporter et commercialiser le pétrole et le gaz, matières importantes et les plus consommées dans le monde.

En 1966 les activités de **SONATRACH** ont commencé à s'élargir ; ainsi elle a pris en charge, l'exploration, forage, production et le raffinage.

La nationalisation des hydrocarbures en 24/02/1971 fut un grand événement qui a changé la destinée de la **SONATRACH**.

Dans la stratégie de la politique nationale de réorganisation de grande échelle de l'économie du pays, la **SONATRACH** entreprend la restructuration pour but d'assurer une meilleure gestion et d'améliorer ses performances, dont 17 entreprises industrielles de réalisation et de services sont nées de cette restructuration.

Actuellement, la compagnie algérienne **SONATRACH** conserve pour sa part la responsabilité des opérations de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de traitement, de conditionnement, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivées, elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités d'investissements existent.



Depuis cette date, la **SONATRACH** a pris en main le destin des activités pétrolières en Algérie. Avec la réorganisation de l'économie nationale début des années quatre-vingt et le lancement des opérations de restructuration des entreprises. Cette restructuration a la création de sept (07) nouvelles entreprises para pétrolier. Le schéma de la macrostructure s'articule autour de la Direction Générale, des Activités Opérationnelles et des Directions Fonctionnelles sont représentées dans la figure ci-dessous (**Fig 1.1**).

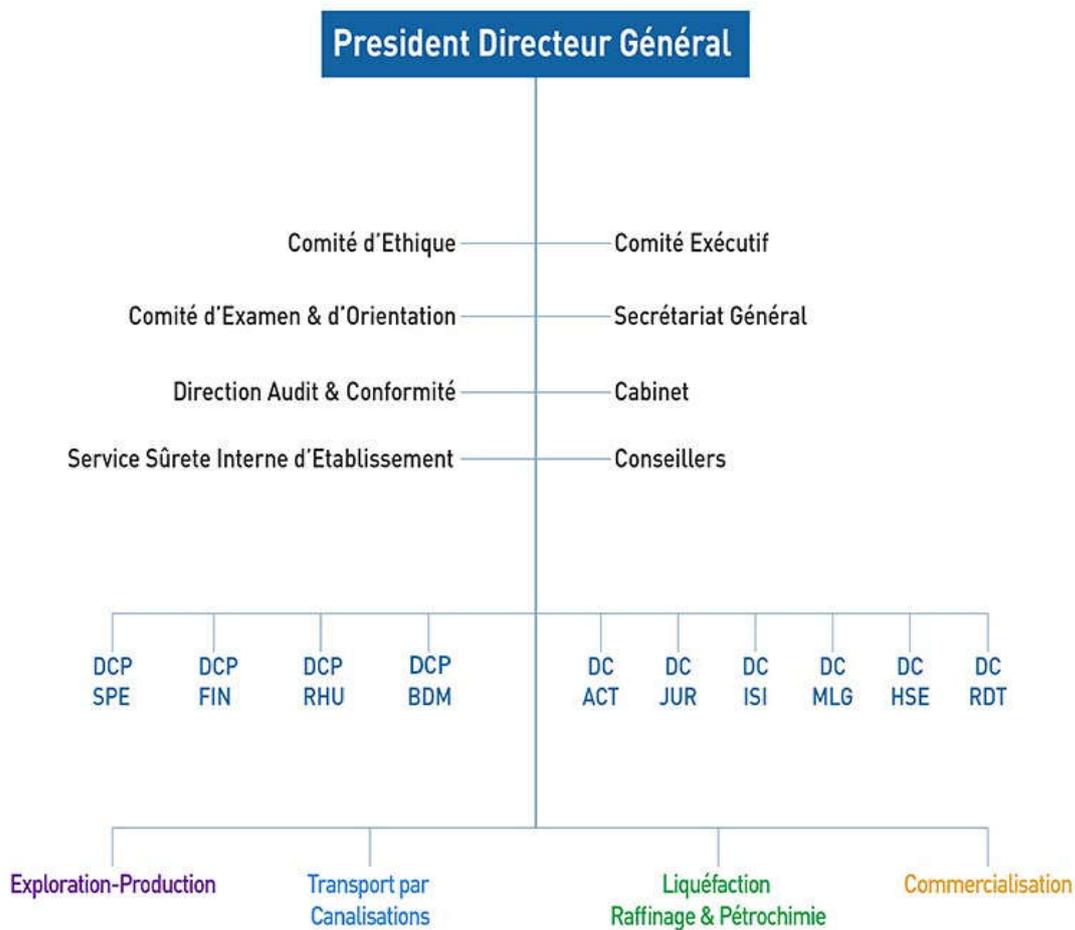


Fig.1.1 : Organigramme du SONATRACH [11]

Directions Corporate (DCP) :

1. Stratégie, Planification & Économie (SPE)
2. Finances (FIN)



3. Ressources Humaines (RHU)
4. Business Développement Marketing (BDM)

Directions Centrales :

1. Activités Centrales (ACT)
2. Juridique (JUR)
3. Informatique & Système d'Information (ISI)
4. Marchés et Logistique (MLG)
5. Santé, sécurité & environnement (HSE)
6. Recherche & Développement (RDT) : nouvelle direction chargée de promouvoir et de mettre en œuvre la recherche appliquée et de développer des technologies dans les métiers de base de l'entreprise.

1.2. Les activités de SONATRACH :

Chacune de ces activités est placée sous l'autorité d'un vice-président.

SONATRACH comporte plusieurs filiales spécialisées telles que :

- ✓ **ENAGEO** (Entreprise Nationale de Géophysique).
- ✓ **GCB** (Société Nationale de Génie Civil et Bâtiment).
- ✓ **ENSP** (Entreprise Nationale des Services aux Puits).
- ✓ **ENTP** (Entreprise Nationale des Travaux aux Puits).
- ✓ **ENAFOR** (Entreprise Nationale de Forage).
- ✓ **ENGTP** (Entreprise Nationale de Grands Travaux aux Puits).

1.3. Présentation de la Division Forage :

La Division Forage est l'une des structures de l'activité amont, elle a été créée en Avril 1987 ayant pour mission principale la supervision de l'activité forage sur le territoire national et l'implémentation d'une structure puissante d'ingénierie et de management des opérations forage en introduisant les nouvelles technologies pour l'objectif de forer des puits d'exploration et de développement de qualité et avec minimum coût et durée[10] .



Elle est composée de cinq directions fonctionnelles :

- ✓ Direction Ingénierie.
- ✓ Direction programme.
- ✓ Direction des Ressources Humaines (*RHU*).
- ✓ Direction finance et contrôle.
- ✓ Direction Assistance aux Opérations géologiques et géophysiques (*AOP*).
- ✓ Direction Mud Logging.
- ✓ Direction des Opérations Forage.



Fig 1.2 : division forage Hassi Messaoud.

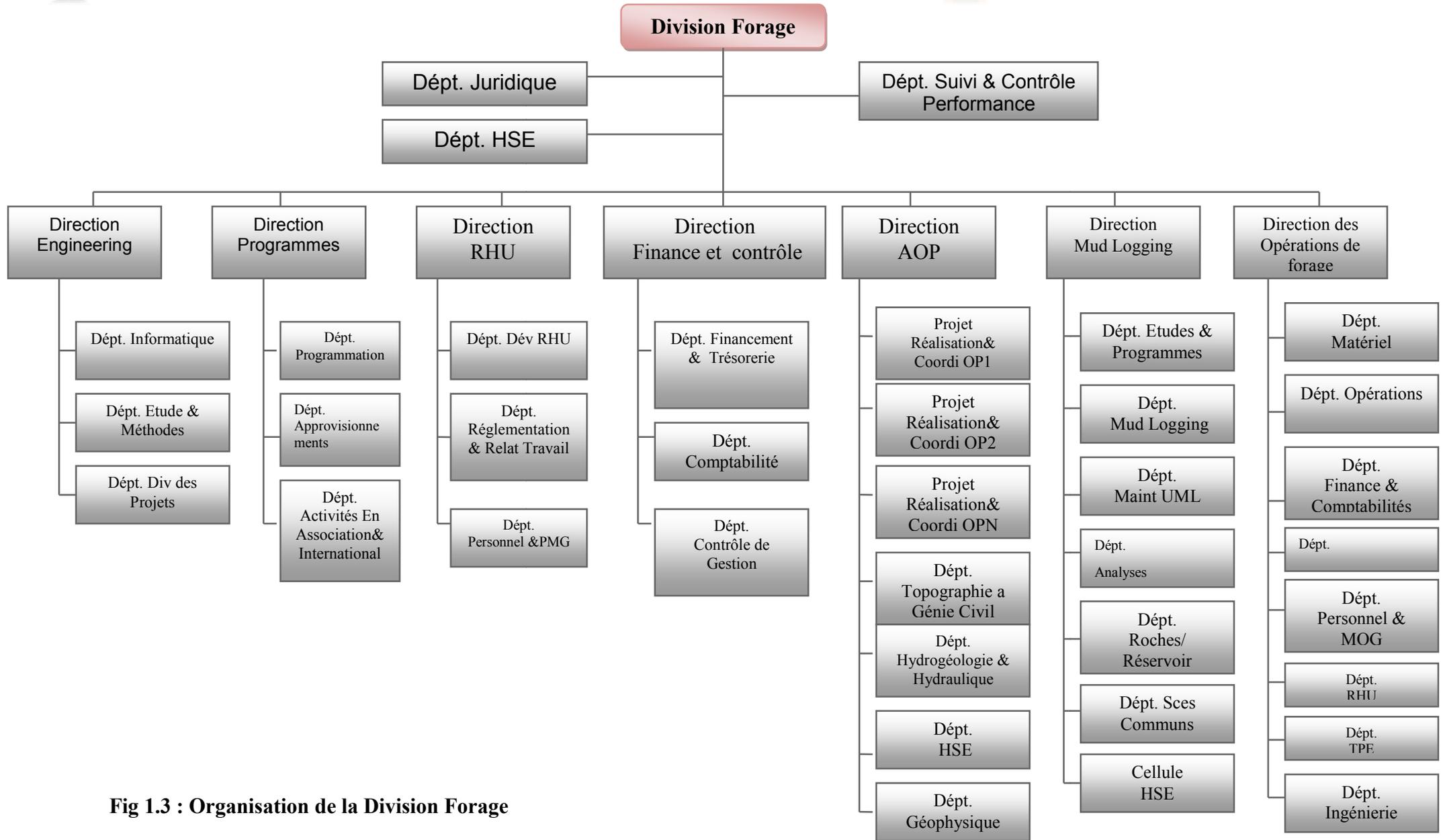


Fig 1.3 : Organisation de la Division Forage



1.4. Présentation de lieu de stage (chantier de forage GEAN-2):

1.4.1. Description du puits GEAN-2 :

Le forage d'exploration Gassi El Adem-2 (GEAN-2) est implanté sur le bloc 237 du périmètre de recherche Gassi Touil. Il a pour principal objectif, l'exploration du potentiel en hydrocarbures du réservoir du Cambrien Ri+Ra et celui du Trias carbonaté.

La profondeur finale (TD) du puits Gassi El Adem Nord-2 (GEAN-2) est prévue à 4260m (MD), dans la formation du Cambrien Ri +Ra.

Les caractéristiques du puits GEAN-2 sont mentionnées dans le tableau suivant :

Bassin	Berkine	
Wilaya	Ouargla	
Périmètre de recherche	Gassi Touil	
Bloc	237	
Classification du puits	Exploration du réservoir du Cambrien Ri et Ra et celui du Trias carbonaté.	
Emplacement	Croisement de l'Inline 1468 avec la Xline 1329, du volume 3D GEA 2012, il est Situé à 3.6 Km au sud du puits GEAN-1bis.	
Coordonnées géographiques	Latitude : 30°51'43.49153"N	Longitude : 06°49'27.20503"E
Coordonnées UTM fuseau 32	X : 291 958.339	Y : 3 416 080.17
Altitude	Zs : 184.247 m	Zt : 193.497m
Profondeur finale prévue	4260 m	
Formation d'arrêt de forage	Cambrien Ri + Ra	
Durée du forage estimée	06 mois	
Appareil de forage	TP-198	

Tableau 1. Fiche technique du forage GEAN-2

1.4.2. Plan de position et les puits voisin :

Le puits Gassi El Adem -2 (GEAN-2) se situent dans le bloc 237 du périmètre de recherche Gassi Touil, à 3.6 Km au sud du puits GEAN-1 Bis.

L'activité forage dans la région de Gassi El Adem, a débuté en 1967 par le forage d'exploration GEA-1 ; ce dernier a mis en évidence une accumulation de Gaz et de condensat dans le réservoir des Quartzites de Hamra, par contre, il a révélé un réservoir sec pour le Cambrien. S'en est suivi deux autres sondages GEA-2 (exploration) et GEA-3 (délinéation et développement). Ces deux puits n'ont montré aucun intérêt pétrolier pour le réservoir du Cambrien, mais le puits GEA-3 a été productif de gaz et de l'huile dans les réservoirs du TAGI et Quartzites de Hamra.

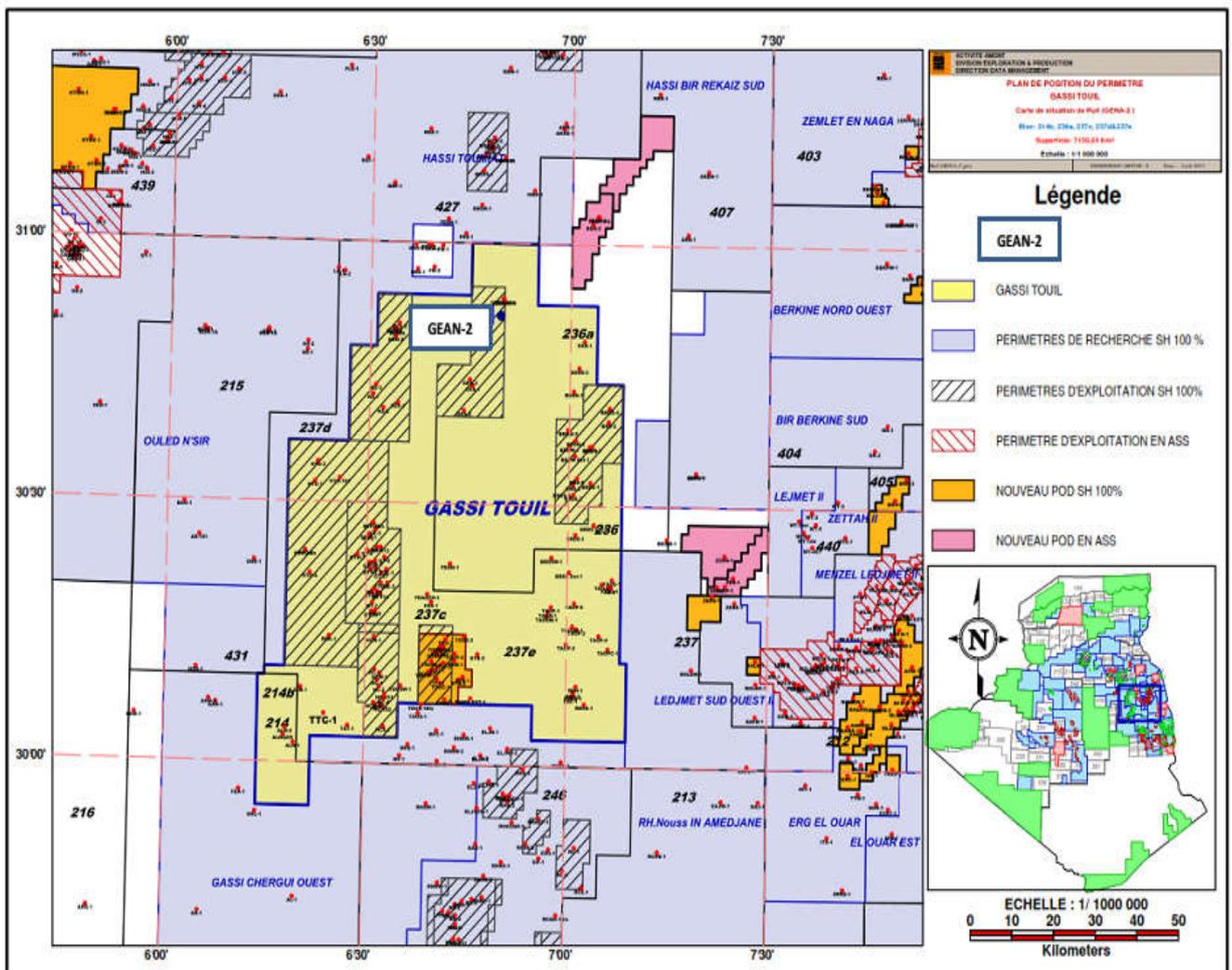


Fig 1.4.Plan de position du puits GEAN-2



Conclusion :

Cette première partie du chapitre 01 elle m'a permis de se familiariser avec les différentes structures *DOF*, et de connaître les missions et les moyens humains et matériel dont ils disposent.

J'avais pût apprécier la parfaite organisation des différentes structures et l'harmonie qui les entourent, et qui offre un cadre de travail agréable.

Il est important de signaler la volonté du personnel à faire toujours mieux afin d'améliorer les performances à tous les niveaux pour le bénéfice de la Division Forage et l'essor du groupe *SONATRACH*.

1.5. Généralité sur le forage pétrolier :

Introduction :

Le forage est un domaine plus compliqué, dans 2eme partie du chapitre donne un aperçu général sur ce dernier (sa définition, les principales opérations et les différents matériels utilisés....)

L'objectif de ce chapitre est de rappeler les principales notions de base relatives aux différents types des procédés de forage et les équipements utilisés généralement dans ces derniers.

1.5.1. Historique :

En 1889, Titus ville en Pennsylvanie le pétrole jaillissait pour la première fois sur sol des Etats-Unis, d'un puits foré à 69,5 ft(pieds) (21,18 m)

Le colonel DRAKE venait d'entrer dans l'histoire de l'exploration pétrolière.

Mais si cet événement a marqué le début industriel du forage pétrolier, il ne faut pas oublier les très nombreux puits forés bien avant pour la production d'eau, de saumure et déjà du naphte utilisé pour l'éclairage ou la médecine.

Tous ces forages anciens y compris celui de DARKE étaient forés par battage.

Un outil massif comparable au ciseau de sculpteurs fixé au bout d'une tige lourde (masse tige) elle-même suspendue à un balancier tombait sous son propre poids et débitait la roche en éclats.



Le puits était alors rempli d'eau et « la boue » résultant du mélange de l'eau et des débris de roche était vidée à l'aide d'un outil cylindrique muni d'un fond en forme de clapet. Ouvert à la descente et fermé lors de la remontée au treuil.

Au début du siècle en 1901 que ANTOLY LUCAS démontra au monde entier l'efficacité de forage rotary par la découverte du champ de SPINDELTON (TEXAS) en utilisant la combinaison d'un outil rotatif et l'injection continue de boue.

Depuis ce jour cette technique est universellement utilisée et a profité des améliorations apportées par le progrès technique. [8]

1.5.2. Définitions:

On appelle forage, l'ensemble des opérations permettant de creuser un trou soit vertical ou horizontal. L'utilisation principale des forages est la reconnaissance et l'exploitation des gisements de pétrole ou de gaz naturel. Les autres utilisations, comprennent notamment : les forages géologique ou géophysiques pour la reconnaissance des gisements. Le forage pétrolier permet d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol, susceptibles de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux. Son implantation est décidée à la suite des études géologiques et géophysiques effectuées sur un bassin sédimentaire. Ces études permettent de se faire une idée de la constitution du sous-sol et des possibilités de gisements, mais elles ne peuvent déceler avec certitude la présence d'hydrocarbures. Seuls les forages pourront confirmer les hypothèses faites et mettre en évidence la nature des fluides contenus dans les roches.

Selon le champ Il existe deux types de forage :

- ✚ **Le forage d'exploration** : incluent les opérations de forage permettant de déterminer la présence potentiel ou non d'un gisement d'hydrocarbures [8] .
- ✚ **Le forage de développement**: incluent les opérations de forage une fois qu'un gisement d'hydrocarbure a été découvert et délimité [8] .

1.5.3. Les différents types des appareils de forage :

Deux caractéristiques relativement liées interviennent dans la classification d'un appareil de forage :

- La capacité de profondeur de forage maximale
- La puissance au treuil

La règle du pouce donne d'une manière pragmatique : « Pour 100 feet de forage, il faut 10hp de puissance au treuil » D'ou :



• Appareil léger 4921' – 6561' (1500m – 2000m)	650 HP
• Appareil moyen 11482' (3500m)	1300 HP
• Appareil lourd 19685' (6000m)	2000 HP
• Appareil super lourd 26246' – 32805' (8000m – 10000m)	3000 HP

1.5.4. La constitution d'un appareil de forage :

L'appareil de forage, ou plus globalement le chantier de forage (rig) est constitué d'un ensemble regroupant cinq systèmes:

- Le système de puissance.
- Le système de levage.
- Le système de rotation.
- Le système de pompage et de circulation.
- Le système des obturateurs.

1.5.4.1. Système de Puissance (Power System):

Pour le fonctionnement de différents composants, une source d'énergie est indispensable. Elle est produite par le système de puissance.

La puissance électrique est générée par des moteurs, cette puissance est transformée en courant électrique par des générateurs de courant.

Le courant généré est distribué sur les différentes parties de la sonde par des centres appelés SCR.



Fig1.5 .Moteurs Diesel



Fig 1.6Générateurs d'électricité



Fig1.7 Salle des SCR

1.5.4.2. Système de Levage (Hoisting System):

Le système de levage est utilisé principalement pour déplacer la garniture et le tubage dans le puits. Il est basé sur les équipements suivants:

A - Le mat (Derick) :

Le mât est une structure en forme de **A** très pointu. Il a la particularité d'être articulé à sa base ce qui lui permet d'être assemblé ou démonté horizontalement puis relevé en position verticale.

Le mât de forage est composé de deux montants reliés par des entretoises et des croisillons qui reposent sur une substructure.

B - La Substructure

Le mât repose sur une substructure afin de disposer, sous le plancher de travail, d'une hauteur suffisante pour installer les obturateurs. La substructure est constituée de deux poutres horizontales en treillis de fers en Ie soudés, placées suivant le sens de la longueur et réunies par des traverses assemblées par des broches goupillées.

En plus du mât, la substructure supporte la table de rotation, le treuil [drawworks] et la garniture de forage [drilling string]. Pendant la descente de tubage, elle supporte le poids du tubage posé sur la table et celui de la garniture de forage stockée dans le gerbier.

Pour la substructure, le constructeur donne la capacité de stockage des gerbiers en fonction de la vitesse du vent et la capacité de l'assise de la table.

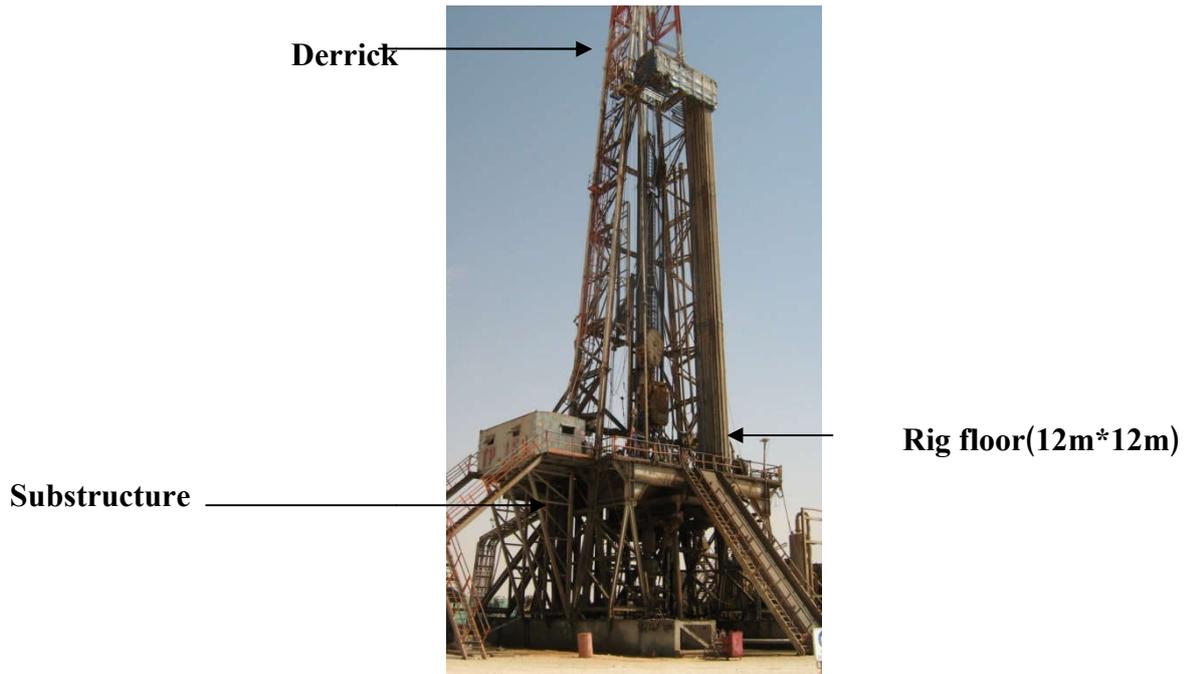


Fig 1.8 le Mat

C - Le treuil (Drawwork)

Le treuil de forage est la source de puissance du système de levage. Et généralement, il est le cœur de l'appareil de forage. Il est destiné à assurer les manœuvres de remontées et de descentes de train de sonde, ainsi que le train de tubage. Il assure par fois l'entraînement de la table de rotation, il commande les câbles cabestans et dispose d'un tambour de curage (entretien). Les principaux éléments constituant le treuil de forage sont :

- Le châssis du treuil
- L'arbre tambour.
- L'arbre des cabestans
- La boîte à vitesses.
- Le poste de commande.

D - Le mouflage (Le Moufle fixe et mobile (crown and travelling blocks):

Le mouflage est l'ensemble des différentes boucles de câble de forage intercalées entre le treuil et le point fixe et reliant les moufles fixes et mobiles.

Le moufle comprend un câble qui passe successivement sur les poulies d'un moufle fixe (crown bloc) et sur les poulies d'un moufle mobile (travelling bloc) avant de s'enrouler sur le tambour d'un treuil. L'autre extrémité du câble est fixée à un point fixe ou Réa.

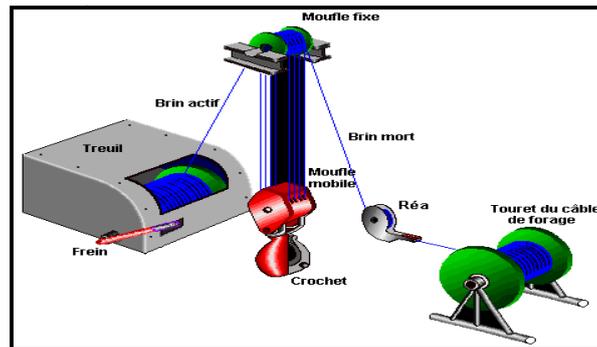


Fig1.9 Le mouflage

E - Le crochet de levage (Hook) :

Situé immédiatement sous le moufle mobile, il possède un crochet avec sécurité de verrouillage pour prendre l'anse de la tête d'injection, des oreilles pour recevoir les bras d'élevateur, un verrouillage pour ne pas tourner librement pendant le forage.

F - Le câble de forage (Drilling line) :

Le câble de forage représente la pièce d'usure de la fonction levage. L'importance et le rôle du câble nous conduit à insister sur sa technologie. Les conditions de base que le câble doit satisfaire sont :

- la résistance à la rupture par le choix de la section du câble et de la nuance d'acier.
- la flexibilité : il est obtenu en divisant la section du câble en plusieurs sections distinctes.

L'autre extrémité est fixée au niveau du treuil de forage.

La portion de câble entre le réa et le moufle fixe est appelée : brin mort.

La portion de câble entre le moufle fixe et le tambour du treuil est appelée : brin actif.

1.5.4.3. Système de Rotation (Rotating System):

A- La table de rotation :

- Permet la transmission de la rotation à la garniture de forage via la tige carrée et le Kelly bushing.
- Supporte le poids de la garniture de forage lors des manœuvres et celui du tubage lors de la descente tubage.

B- Le carré d'entraînement :

A pour rôle principal la transmission du couple de rotation, de la table de rotation à la tige d'entraînement



C - Le Top Drive :

La rotation de la garniture de forage est assurée par le système de rotation. Actuellement, il existe deux types de systèmes : Le Système "Conventionnel" et le Système de "Top-Drive".

- C'est un équipement spécial de forage.
- Il permet un forage Stand par Stand au lieu du forage Tige par tige.
- Il contient son propre système d'entraînement.
- Il nous permet de minimiser le temps total de connexion.
- Il permet le Back Reaming.
- Il possède souvent sa propre salle de commande et de conditionnement du courant Top Drive SCR.

1.5.4.4. Système de Circulation (Circulating System):

La pompe aspire la boue dans les bassins d'aspiration et la refoule par l'intermédiaire de la colonne montante, du flexible, de la tête d'injection dans la tige d'entraînement, puis au travers des tiges jusqu'à l'outil. La boue remonte ensuite dans l'espace annulaire, sort par la goulotte, passe sur le tamis vibrant sur lequel elle se débarrasse des déblais (cuttings) et tombe dans le bac de décantation et retourne au bac d'aspiration pour un nouveau cycle.

Il remplit des rôles très importants dans la surveillance géologique qui consiste à utiliser des captures au milieu des bacs et au cours de circulation de ce fluide, qui indique le niveau de boue et est-ce que il y a un gain ou perte au niveau des bacs, tous ces observations sera transmises vers le service responsable sur la surveillance géologique c'est le Mudlogging.

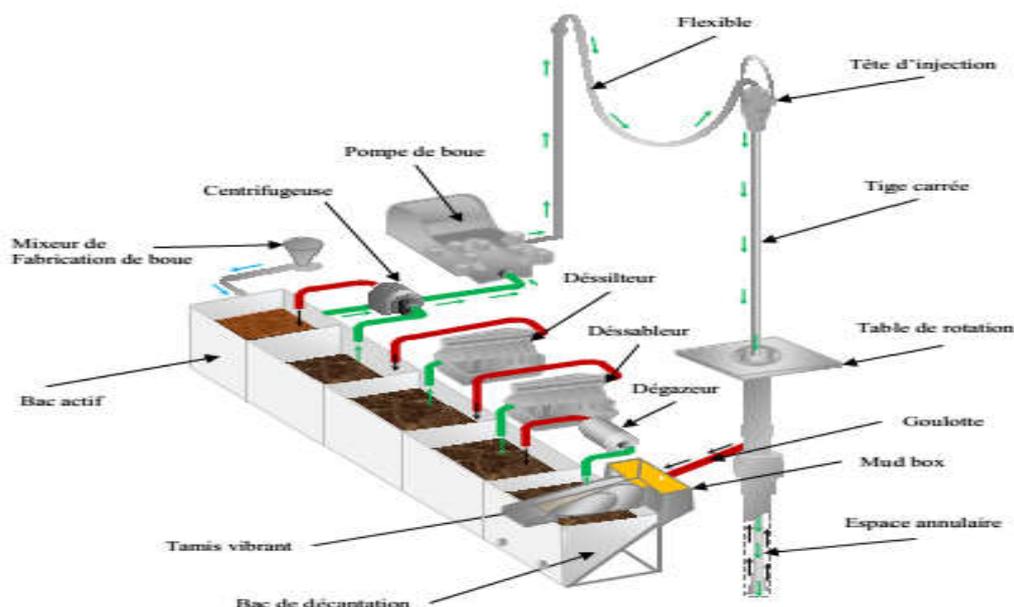


Fig 1. 10 Circuit de la boue



1.5.4.5. Système des obturateurs (BOP System):

L'obturateur et ses accessoires servent à assurer la fermeture du puits en cas de venue de fluides de formations et permettre la circulation sous pression contrôlée pour reconditionner la boue et évacuer l'effluent ayant pénétré dans le puits.

Le système des obturateurs (sécurité) se base sur une large valve à la partie supérieur du puits qui peut fermer les annulaires et les tubulaires quand le contrôle des fluides de forage est perdu.

A - Les types d'obturateurs :

Il existe plusieurs types d'obturateurs ; les obturateurs à membrane et les obturateurs à mâchoires.

➤ **Obturateurs annulaires (annular preventer):**

Il comporte une membrane en caoutchouc qui ferme sur n'importe quelle section. Cette membrane se ferme même complètement si le puits est vide.

➤ **Obturateurs à mâchoires (ram-type BOP):**

Ces équipements comportent des mâchoires en acier [rams] équipées des garnitures qui assurent l'étanchéité entre l'intérieur du puits et les tiges qui en sortent.

Généralement, on a trois types de rams d'obturation:

- ✓ **Pipe rams** : ferme sur les tiges, et ils n'offrent pas une étanchéité en cas d'open hole.
- ✓ **Blind rams** : sont utilisé pour une fermeture effective sur un open hole.
- ✓ **Shear rams** : se sont des Blind rams dont des extrémités coupantes, qui coupent complètement la tige, on trouve ce genre d'obturateur généralement dans les systèmes marins.

B - Choke Manifold:

En cas d'une venue, la fermeture du puits se fera avec un obturateur ou plusieurs.

Le choke manifold est une série de vannes, chokes, manomètres et les lignes, qui contrôlent le débit de fluide sortant du puits, pendant la fermeture de puits. Quand le puits est fermé, la circulation se fait à travers le choke manifold.

Sous ces obturateurs est placée une « **croix** » [**mud cross**] qui permet de circuler la boue et contrôler le puits lorsque les obturateurs sont fermés. Cette croix possède deux conduites :



- **kill line** : est connectée au manifold du plancher. Elle permet d'injecter la boue sous les obturateurs.
- **Choke line** : permet l'évacuation de la boue et de l'effluent. Elle est connecté à un manifold [**choke manifold**] comportant, à l'amont, deux duses [chokes] ajustables manuellement ou à distance, pour contrôler la pression de circulation, et, à l'aval, une chambre de décompression et des sorties, une vers la torche pour brûler les hydrocarbures évacués du puits, une autre vers le bourbier pour y déverser l'eau ou la boue fortement contaminée, et la troisième sortie vers le dégazeur pour dégazer la boue avant de l'injecter dans le circuit



Fig 1.11 Manifold de duses

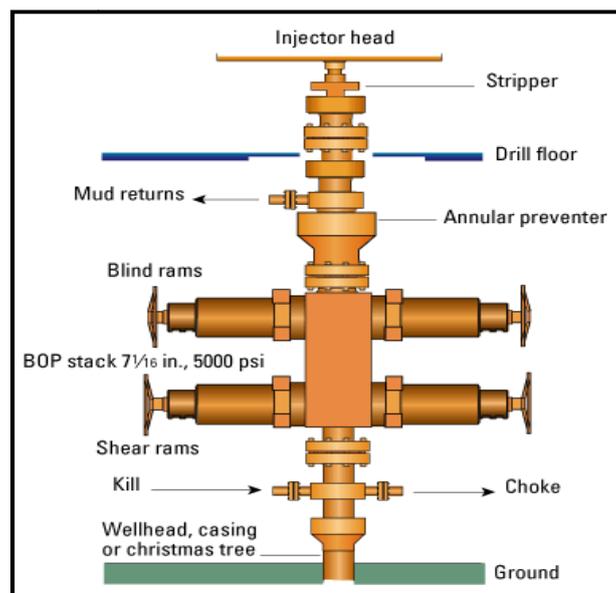


Fig 1.12 Schéma du BOP



C- Les accumulateurs ou l'unité hydraulique de commandes des BOP (le Koomy):

Il s'agit d'un accumulateur qui commande à distance les vannes du BOP. Il est capable de pomper un fluide hydraulique à haute pression pour fermer ou ouvrir les vannes du BOP.

L'air comprimé dans plusieurs bouteilles, actionne les différents organes du BOP à l'aide des consoles de commandes.



Fig 1.13 Koomy



Fig 1.14 Chock Panel

1.5.5. Les outils de forage

Il existe quatre catégories d'outil :

- Les outils à molettes.
- Les outils diamant.
- Les outils PDC.
- les couronnes de carottage.

A- Les outils à molettes (outils tricônes):

L'outil tricône comporte trois bras sur lesquels sont montés trois cônes (molettes), soit à l'aide de roulements, soit à l'aide de paliers lisses.

Le tricône est le plus utilisé. Le bicône utilisé auparavant pour la déviation est aujourd'hui peu utilisé.

L'efficacité d'un outil à molettes dépend de sa capacité à broyer la roche et à évacuer les morceaux.



Fig 1.15 Outil à molettes (Outil tricône)

Les dents peuvent être directement fraisées dans le cône ou des pastilles en carbure de tungstène serties (pour les terrains durs).

Un outil tricône pour terrain tendre possède des dents longues et espacées, tandis que les dents de celui conçu pour des terrains durs sont petites et peu espacées. Ces outils travaillent par burinage.

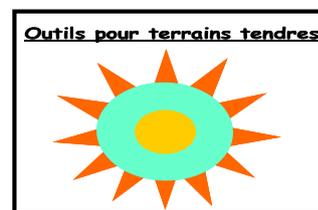
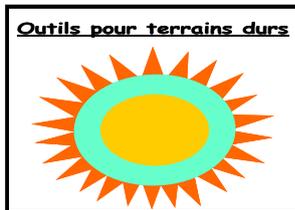


Fig 1.16 La forme des dents des outils tricônes

B - Les outils diamants:

- Contiennent du diamant naturel.
- Utilisés pour terrains très durs.
- Travaillent par abrasion.
- Possèdent des ouvertures et des lignes d'eau permettent la circulation.



Fig 1.17 Outil diamant

C - Les outils PDC (PolycristallineDiamond Compact):

- Contiennent du diamant synthétique qui a une résistance à la chaleur élevée.
- Utilisés pour tous terrains.
- Travaillent par cisaillement.
- Possèdent plusieurs duses.



Fig 1.18 Outil PDC

D - les couronnes de carottage:

Pour des études approfondies, des moraux de roches de forme cylindrique appelés carottes sont prélevés. Les outils utilisés pour l'extraction de ces carottes sont les couronnes de carottage.

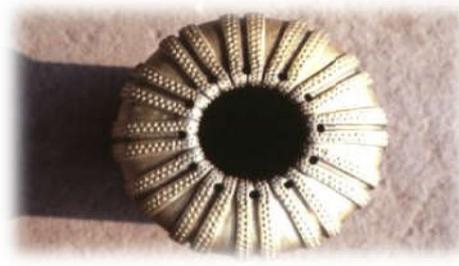


Fig 1.19 Les couronnes de carottage

1.5.6. La garniture de forage

La garniture de forage (Drill stem ou Drill string) est également appelée Train de tiges ou Train de sonde. Elle assure la liaison entre l'outil de forage et la surface. Ses principaux rôles sont :

- Permettre la rotation de l'outil pour détruire la roche
- Guider et contrôler la trajectoire de l'outil
- Mettre du poids sur l'outil
- Permettre la circulation du fluide de forage

La garniture de forage est composée de :

- ✓ Tige d'entraînement ou Kelly
- ✓ Tiges de forage ou Drill Pipe
- ✓ Tiges lourdes ou Heavy Weight Drill Pipe
- ✓ Masses-Tiges ou Drill Collar
- ✓ Accessoires tels que : Réductions, Aléseurs, Stabilisateurs, Cross over



La partie supérieure de la garniture travaille en traction tandis que la partie inférieure travaille en compression pour appliquer le poids sur l'outil

es tiges lourdes, les masses-tiges, d'autres accessoires et le trépan constituent l'assemblage de fond communément appelé BHA (Bottom Hole Assembly). Elle peut être divisée en 2 parties :

- Une partie active permettant de mettre du poids sur l'outil et contrôler sa déviation
- Une partie passive permettant d'éliminer tout flambage sur la garniture quel que soit le poids sur l'outil.

La connections entre les différents éléments de la garniture se fait par des raccords de filetages (diamètres ou types différents). Ces raccords sont appelés Cross over sub.

La garniture peut être également équipée d'obturateurs internes pour empêcher toute venue en cas de manœuvre. On distingue: Upper Kelly Valve ou Kelly Cock, Lower Kelly valve, Float Valve

La garniture usuelle:

Description	OD (")	ID (")	N Weight (kg/m)
Drill Collar	9 ^{1/2}	3	323.36
Drill Collar	8	2 13/16	224.22
Drill Collar	6 ^{1/2}	2 13/16	136.42
Drill Collar	4 ^{3/4}	2 1/4	69.58
Heavy Weight	5 ^{1/2}	3 3/8	84.93
Heavy Weight	5	3	74.50
Heavy Weight	3 ^{1/2}	2 1/16	38.70
Drill Pipe	5 ^{1/2}	4.778	32.60
Drill Pipe	5	4.276	29.10
Drill Pipe	3 ^{1/2}	2.764	19.80
Drill Pipe	2 ^{3/8}	1.815	9.90

Tableau 1.2. Garniture de forage

1.5.7. Tubage et cimentation

Le tubage d'un puits de forage est une opération qui consiste à descendre dans le puits une colonne de tubes afin de protéger les parois de l'intervalle foré. Une fois la colonne dans le puits, l'espace annulaire sera rempli de ciment pour maintenir en place les formations sujettes à des éboulements.



L'opération de tubage et cimentation sont étroitement liés et se déroulent sans discontinuité.

En fonction de la coupe lithologique, le programme forage-tubage prévoit plusieurs colonnes de tubage.

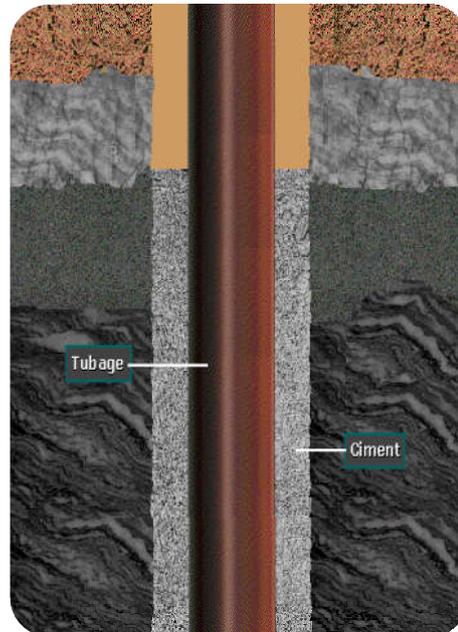


Fig 1.20 Le tubage et la cimentation

1.5.8. L'opération de forage

Après l'assemblage de BHA avec l'outil et descendre jusqu'au fond, le chef de poste entame la circulation avant de commencer le forage. La table de rotation tourne et entraîne l'outil de forage par l'intermédiaire de l'ensemble de la garniture de forage et la tige d'entraînement.

Le poids de tout ce qui est perdu au crochet est constant et connu du foreur par la Lecture du poids suspendu au crochet avant de toucher le fond (off bottom)

Le poids appliqué sur l'outil est la différence entre le poids au crochet suspendu et l'outil posé.

Les autres paramètres comme rotation et débit sont en général fixes, le chef de poste contrôle et ajuste les valeurs suivant le programme et surtout vérifie que la pression de refoulement aux Pompes reste conforme.



Au cours de forage le géologue doit analyser les échantillons pour déterminer les tops des formations géologiques.

Dans le cas ou le casing point est atteint l’outil sera remonté en surface pour descente tubage, même dans le cas d’un problème (chut de pression, perte total, avancement lent, torque élevé), l’outil sera remonté en surface.

Le forage se fait par plusieurs phases, chaque phase à son propre tubage :

Phase	Diamètre trou	Diamètre csg
1	36 "	30"
2	26"	18" 5/8
3	16"	13" 3/8
4	12" 1/4	9" 5/8
5	8" 1/2	7"
6	6"	Liner 4" 1/2

Tableau 1.3 Les phases de forage

1.5.9. Localisation et préparation d'un site de forage

Le site est situé par les coordonnées envoyées par le PED (petroleum engineering division) de Sonatrach. Une fois que le site est localisé, la terre est dégagée et nivelée pour crée une surface plate, une cave souterraine est excavée, c'est là ou le trou principal doit être foré. L'endroit de l'installation de l'appareil de forage sera bétonné. La taille dépendra du type de l'appareil, généralement couvrira une surface d'environ 60 m x de 30 m. Durant la phase de préparation, des rigoles autour de l'appareil seront construites et cela pour faciliter l'écoulement des eaux vers le bourbier.

Un bourbier, employé pour le dépôt des déblais et rejets de forages, est également excavé et garni par un plastique pour empêcher l'infiltration des fluides.

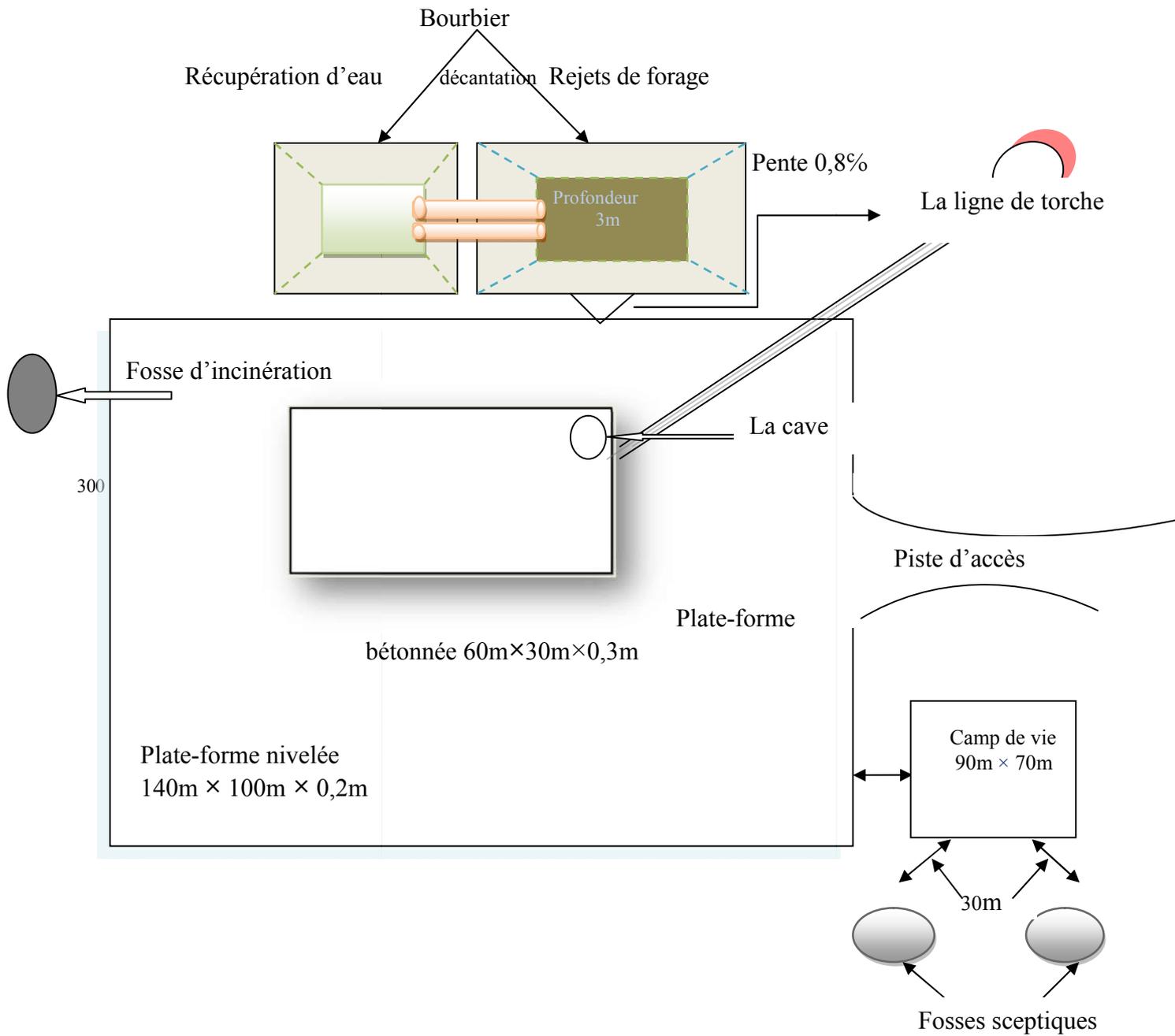


Fig 1.21 Plan de site de forage



1.5.10. Rôles des différents acteurs au sein du processus de réalisation d'un puits sur un chantier de forage (Rôles et fonctions)

Un appareil de forage travaille 24 h / 24 h ; Pour conduire un forage dans les meilleures conditions possibles :

-  Rapidité
-  Sécurité
-  Qualité
-  Coût

Il est nécessaire d'avoir un personnel dont les tâches et/ou responsabilités doivent être clairement définies :

1- Service de sécurité:

Les activités effectuées sur les chantiers de forage et les sites de production, ont toujours représenté un risque important sur le plan humain, matériel et environnement.

Durant mon séjour, la première personne qu'on a rencontrée sur site est le responsable de sécurité (HSE) qui m'a informé sur les conditions de sécurité sur chantier.

- ✓ Le port des EPI :

Un casque, lunette, chaussure de sécurité, les gants, masque, tenue de travail, éviter les zones de grande pression.

- ✓ Signalisation d'anomalies au responsable de sécurité.
- ✓ Les alarmes

Quand un incendie se produit, une venue se déclare (gain de boue), le chef de poste le signale avec des klaxons

Un coup d'alarme long de 30 seconde = une venue

Deux coups d'alarme court de 15 seconde chacun suivi de coups d'alarmes long chacun = Alerte d'un incendie ou accident grave.

2- Service supervision:

Le superviseur est le maître d'œuvre sur le chantier il a pour rôle de distribuer les tâches au personnels sur chantier et de contrôler les opérations.

3- Service forage : c'est le service qui possède l'appareil et les équipements de forage, son personnel est constitué de :



Chef chantier, Chef de poste, le second de poste, sondeurs, accrocheur, Ouvriers, Chef mécanicien, Chef électricien.

4- Service boue et traitement de boue :

C'est un service qu'est spécialisé dans la préparation et le contrôle de la boue utilisée dans le forage.

5- Service mud logging :

C'est le service pétrolier qui a pour rôle d'assurer la surveillance géologique et contrôler les paramètres de forage en temps réel et de stocker ces derniers dans une database (depth+time), analyse des gaz et analyse des données, sécurité du puits et des personnels.

Dans le cas de forage horizontal, un service de déviation est appeler à suivre la partie horizontal du puits, ainsi que dans les opérations spéciaux tel que le repêchage, Logging , cimentation.

1.5.11. Schéma synoptique de l'appareil de forage

Le schéma synoptique de l'appareil de forage est donné par la figure suivante (Figure 1.22)

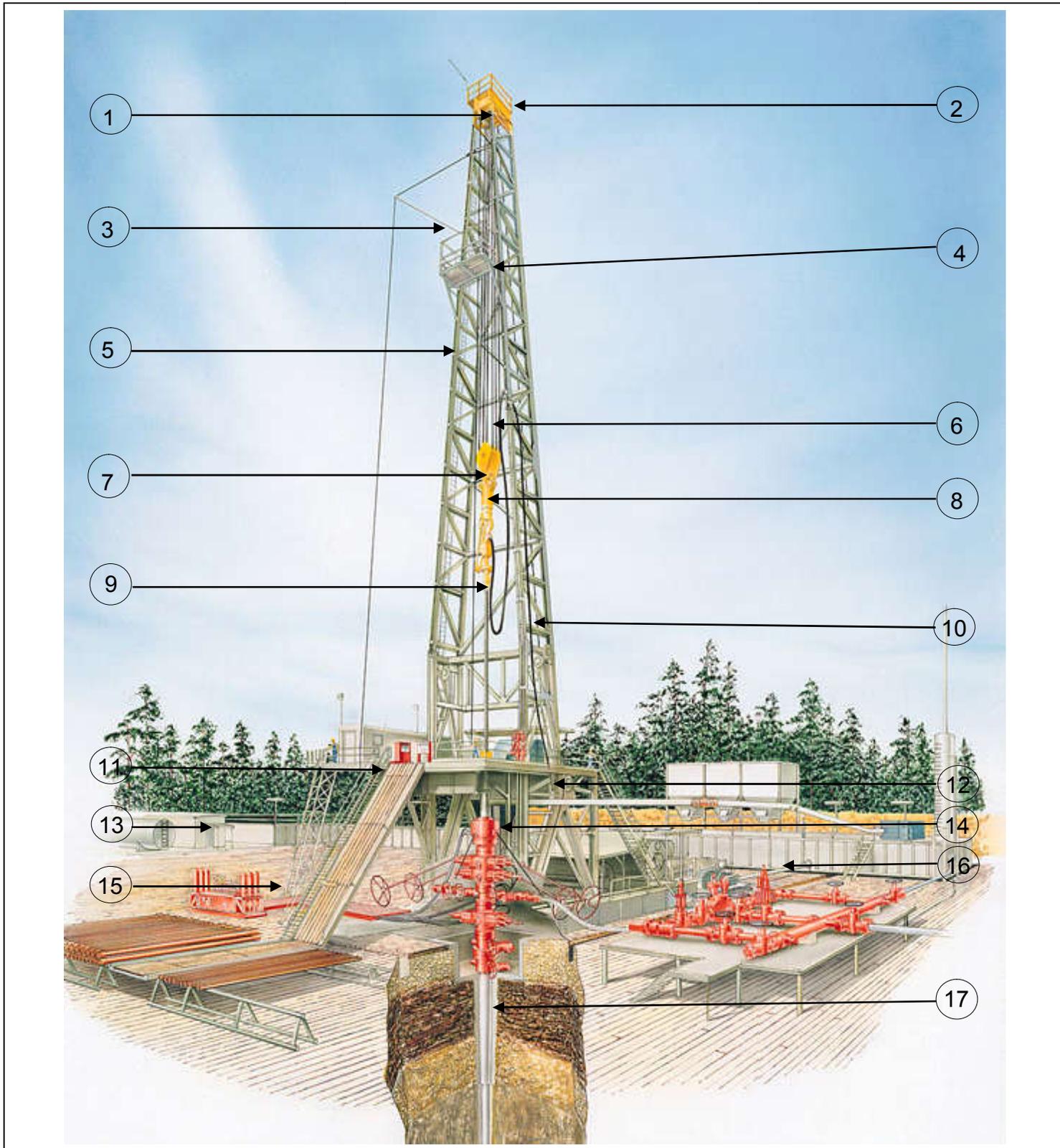


Fig 1.22 Schéma synoptique de l'appareil de forage



1. Moufle fixe (crown block).
2. Passerelle de sommet.
3. Passerelle d'accrocheur (monkey board).
4. Câble de forage.
5. Mât de forage (Mast).
6. Moufle mobile (Travelling block).
7. Crochet de levage (Hook).
8. Tête d'injection (Swivel).
9. Tige d'entraînement (kelly drive bushing).
10. Flexible d'injection.
11. Plan incliné.
12. La substructure.
13. Unité de commande hydraulique des obturateurs (koomey).
14. Bloc d'obturateurs de prévention (BOP).
15. Tiges stockée sur traîteaux.
16. Circuit de vannes (Manifold).
17. Tubages cimentés.

Conclusion

Dans cette 2eme partie du chapitre j'ai traie l'opération de forage en générale et étudions les instructions de l'appareil de forage (la sonde) en détail pour connaitre chaque composant et son rôle, c'est-à-dire j'ai réalisés une description générale sur les notions fondamentales sur le domaine de forage, ainsi que j'ai vu les équipements de sondes et les principales opérations de forage et quelques moyen de protection de puits comme : **BOP**, la boue de forage.



Introduction

Toutes les fonctions de l'entreprise sont des sources de risques. Ces risques affectent tout ou une partie des ressources humaines, matérielles ou financières de l'entreprise. Ils naissent du caractère aléatoire des facteurs internes qui régissent la vie de l'entreprise.

La gestion des risques de l'entreprise se définit donc comme démarche transversale reposant sur la recherche systémique de la variance de ces facteurs.

La gestion des risques est une démarche d'analyse de ces facteurs, puis de leur synthèse permettant d'éclairer le décideur sur les conséquences de ses décisions. La mise en œuvre de moyens de réduction de la fluctuation ou de leurs conséquences permet ensuite de réduire la fourchette d'incertitude sur le résultat final. [1]

2.1. Des définitions :

a) Le risque :

Élément caractérisant la survenue du dommage potentiel lié à une situation de danger. Il est habituellement défini par deux éléments : la probabilité de survenance du dommage et la gravité des conséquences. [2]

b) Le danger :

Une propriété intrinsèque d'une substance, d'un agent, d'une source d'énergie ou d'une situation qui peut provoquer des dommages pour les personnes, les biens et l'environnement.[2]

c) Risque industriel majeur :

Par risque industriel majeur, on peut entendre «tout événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates grave pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens et l'environnement «

d) L'incident :

L'incident est un événement non désiré, il est défini comme une perte de contrôle ou une atteinte à l'environnement.

e) L'accident :

Définie comme une perte de contrôle qui provoque une blessure, un dommage matériel ou une atteinte à l'environnement.

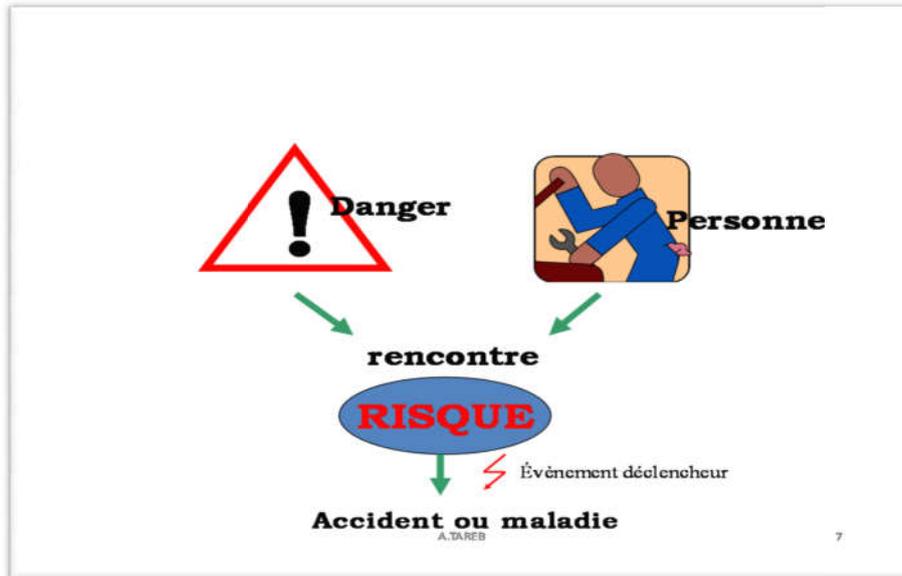


Fig.2.1 Schéma simplifié de définition de risque

2.2. La gestion des risques :

La gestion des risques consiste, dans l'industrie, comme une course de montagne, à prendre toutes les dispositions possibles pour minimiser le risque .pour cela, on peut soit supprimer l'exposition au danger, soit agir sur la gravité et /ou la probabilité, composantes du risque. Réduire la gravité, c'est effectuer une action de **protection**. Réduire la probabilité, c'est faire une action de **prévention**. La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs pour suivant peuvent concerner par exemple :

- le gain de rentabilité, de productivité,
- la gestion des couts et des délais,
- la qualité d'un produit ...

2.3. Etapes de la gestion des risques :

Les principales étapes de la gestion des risques sont les suivantes :

1. Identifier les risques
2. Réduire les risques.
3. Financer la gravité résiduelle des risques.

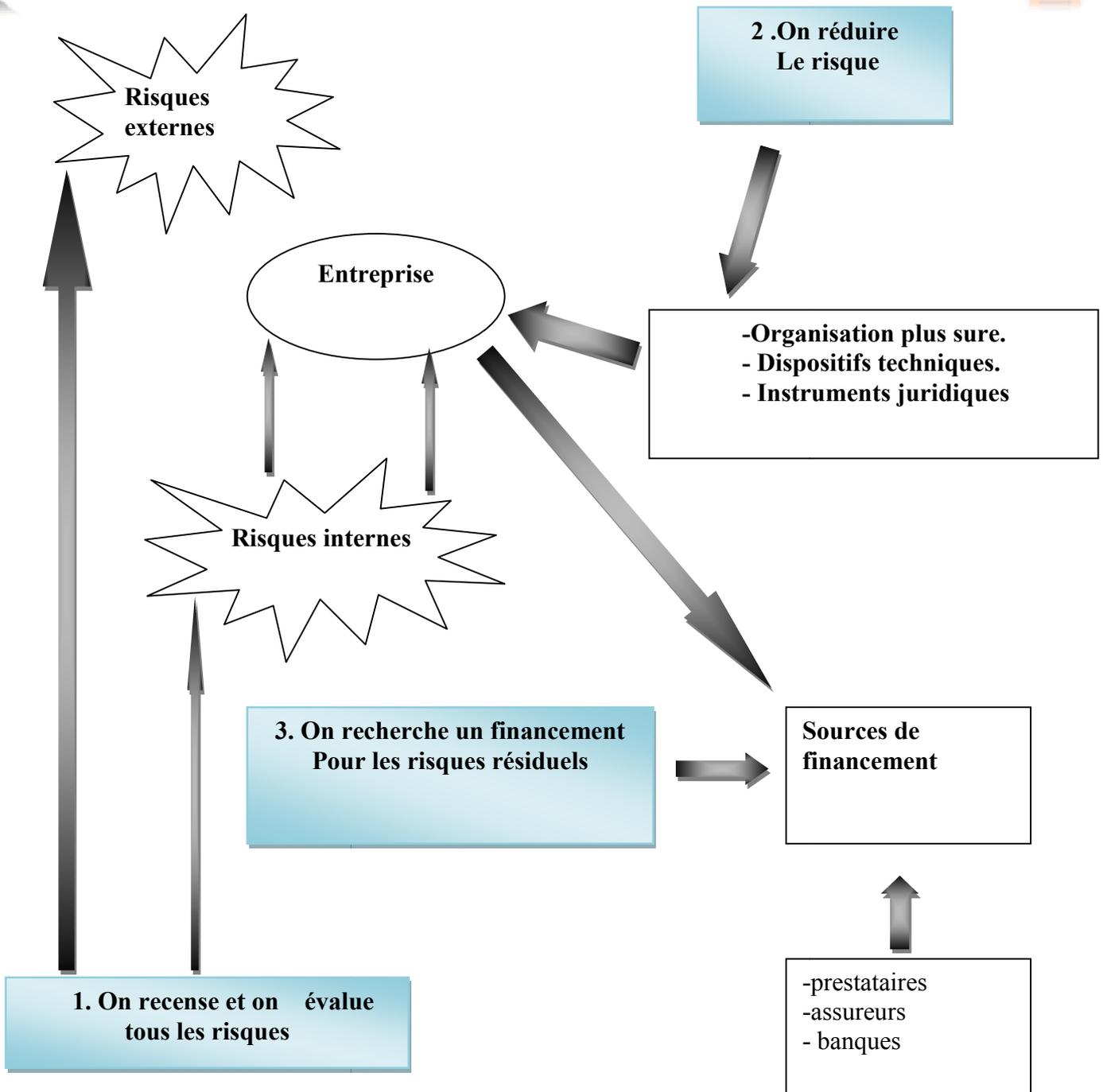


Fig 2.2: étapes de la gestion des risques

2.4. Principes pour la gestion des risques :

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable. Cette définition, cohérente avec les concepts dans les Guides ISO/CEI 51 et 73 s'appuie ainsi sur un critère



d'acceptabilité du risque. De manière classique, **la gestion du risque est un processus itératif** qu'inclut notamment les phases suivantes:

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque),
- Acceptation du risque,
- maîtrise ou réduction du risque. L'enchaînement de ces différentes phases est décrit de manière schématique dans la figure ci-dessous.

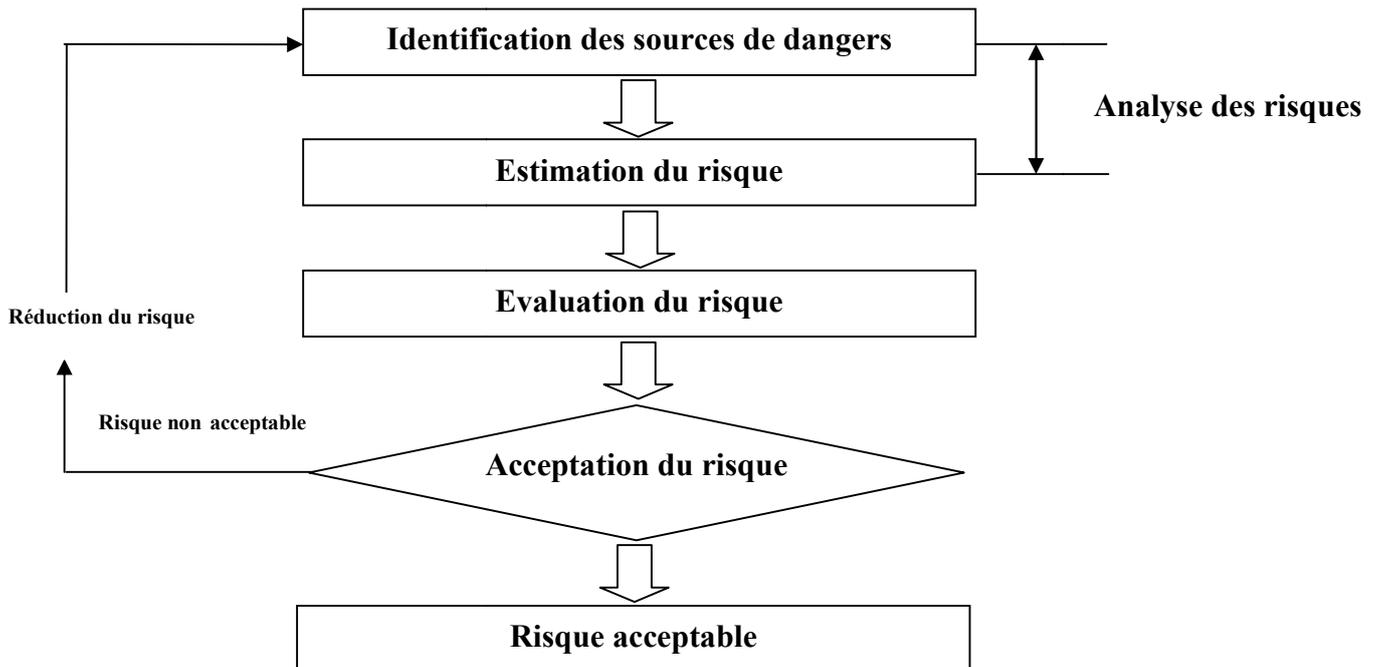


Fig 2.3 : processus de la gestion du risque [9]

2.5. Aspect réglementaire

En Algérie, la politique de prévention des risques technologiques repose principalement sur la réglementation des installations classées faisant l'objet de nombreuses lois et décrets. Ces derniers définissent les rôles des exploitants et de l'administration dans ce domaine et fixe les règles pour la prévention des pollutions et des risques industriels. En outre, la parution de la loi N° 03-10 (19 juillet 2003) relative à la protection de l'environnement et développement durable qui sera complétée par la loi N° 04-20 (25 déc. 2004) relative à la prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes. A partir de cet aspect les entreprises sont appelées à faire une étude particulière ; l'étude de dangers.

Cette étude technique, réalisée sous la responsabilité de l'exploitant, s'attache à démontrer la maîtrise des risques d'accidents (incendie, explosion, rejet de gaz toxique...) par



l'exploitant. Elle constitue l'une des pièces maîtresses pour la gestion des risques d'accidents majeurs.

2.6. Références réglementaires (lois Algérienne) : [4]

- Décret exécutif n° 85-231 du 25 août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes.
- Décret n° 85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophes.
- Décret exécutif n° 98-339 du 3 novembre 1998 définissant la réglementation applicable aux installations classées et fixant leur nomenclature.
- Décret n°76- 34 du 20 février 1976 relatif aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes.
- Décret n°90- 245 du 18 août 1990, portant réglementation des appareils à pression de gaz.
- Décret n°90- 246 du 18 août 1990, portant réglementation des appareils à pression de vapeur.
- Instruction Ministérielle « R1 » du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses.
- Décret n°84- 105 du 12 mai 1984 portant institution d'un périmètre de protection des installations et infrastructures.
- Décret n°84- 385 du 22 décembre 1984 fixant les mesures destinées à protéger les installations et ouvrages et moyens.
- Décret exécutif No 06-198 (31 mai 2006) Réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.
 - ART. 5 Étude de danger requise avant exploitation ;
 - ART. 12 à 15 Objet et contenu de l'étude de danger ;
 - ART 47 Établissements classés existants: étude de danger à l'intérieur de 2 ans.
- Loi No 03-10 (19 juillet 2003): Protection de l'environnement et développement durable.
 - ART. 21 Étude de danger requise pour autorisation d'exploiter.
- Loi No 04-20 (25 déc. 2004): Prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes.
 - ART. 60 Obligation des soumettre une étude de danger avant exploitation.
- Loi No 05-07 (28 avril 2005): Loi sur les hydrocarbures.
 - ART. 18 Avant d'entreprendre toute activité



- Étude d'impact ;
- Plan de gestion environnementale ;
- Mesures de prévention ;
- Gestion des risques environnementaux ;
- Conformité à la législation environnementale.

2.7. Le système de gestion des risques :

2.7.1. Principe :

Tout employeur est responsable de l'approche planifiée et structurée de la prévention au moyen d'un système de gestion des risques.

Le système de gestion des risques met en œuvre un principe de prévention de la loi du bien-être des travailleurs : planifier la prévention et exécuter la politique concernant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, en visant une approche de système qui intègre entre autres les éléments suivants : la technique, l'organisation du travail, les conditions de vie au travail, les relations sociales et les facteurs ambiants au travail. Cette loi dispose en outre que l'employeur détermine :

- a) Les moyens par lesquels et la façon selon laquelle la politique relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peut être menée.
- b) Les compétences et responsabilités des personnes chargées d'appliquer la politique relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail.

L'employeur adapte sa politique du bien-être en fonction de l'expérience acquise, de l'évolution des méthodes de travail ou des conditions de travail.

Bien que le système de gestion des risques donne une plus grande flexibilité à l'employeur pour mener une politique du bien-être adaptée à son entreprise, il ne lui donne pas un blanc-seing pour faire ce qu'il veut. En premier lieu, ce système impose un cadre contraignant à l'employeur, auquel il doit donner un contenu concret. En outre, il y aura toujours un certain nombre de règles minimales qui s'appliqueront obligatoirement, de sorte que l'employeur n'a pas le choix d'appliquer d'autres mesures.

2.7.2. Ce qu'englobe le système de gestion des risques :

Le système de gestion des risques se rapporte au « bien-être ». Ce concept recouvre :

- la sécurité du travail, c'est-à-dire l'ensemble des mesures qui ont pour objet de prévenir les accidents du travail. Il s'agit de la sécurité du travail, ce qui implique les interactions entre les installations techniques et le travailleur.



- la protection de la santé du travailleur au travail. Cette notion se rapporte à ce que l'on appelle traditionnellement la médecine du travail, c'est-à-dire l'ensemble des mesures ayant pour but de prévenir les maladies professionnelles. La relation entre le travailleur et son environnement de travail est ici fondamentale. La notion de médecine du travail n'a toutefois pas été reprise dans la loi pour mieux mettre l'accent sur les mesures préventives qui vont plus loin que l'individu.
- la charge psychosociale occasionnée par le travail. Ici, l'accent est mis sur la composante psychique de la santé du travailleur influencée par son environnement de travail. Cette charge requiert donc une approche spécifique au départ des disciplines psychologiques et sociologique.
- L'ergonomie, c'est-à-dire l'ensemble des mesures qui ont pour but d'adapter le travail à l'homme.
- l'hygiène du travail, c'est-à-dire l'ensemble des mesures qui ont pour but de lutter contre les influences néfastes liées à la nature de l'entreprise.
- l'embellissement des lieux de travail. Cette notion se rattache directement, à l'hygiène du travail.
- les mesures prises par l'entreprise en matière d'environnement, pour ce qui concerne leur influence sur les points cités ci-avant. Il s'agit ici de l'interaction entre l'environnement et les conditions de travail mentionnées ci-dessus.

2.8. Les objectifs de la gestion des risques :

L'extension de la gestion des risques est due au développement d'activités complexes et génératrices de risques d'atteinte aux personnes, à l'environnement ou mettant en jeu la pérennité ou la rentabilité de l'entreprise ou de l'institution concernée.

Différents objectifs peuvent être assignés à la gestion des risques selon le contexte et le domaine d'activité :

- La sécurité des personnes : client ou usagers (par exemple dans l'aviation civile), personnel (par exemple dans le nucléaire), personnes situées dans l'environnement (par exemple nucléaire ou chimie). la maîtrise du risque écologique et la protection de l'environnement peut être intégrée dans cette catégorie d'objectifs.

- la sécurité financière et la pérennité de l'entreprise. les banques, les sociétés d'assurance, les entreprises tentent de maîtriser le risque financier qui peut



compromettre la pérennité de la structure concernée. L'estimation des coûts générés par la prévention des risques est également un objectif recherché.

- la préservation de l'image et de la réputation de l'entreprise : l'atteinte à la réputation de l'entreprise, à son image, est un risque majeur. On peut alors définir ce risque comme ce qui affecte la confiance à long terme des parties prenantes (fournisseur, clients, salariés, actionnaires).
- à sécurité juridique : les professionnels savent que leur responsabilité pénale personnelle ou celle de l'entreprise elle-même peut être engagée lorsqu'un dommage se produit. Apporter la preuve au juge que des mesures de prévention et de gestion des risques avaient été mises en place permet aux professionnels d'assurer qu'ils avaient bien effectué ce que le code pénal nomme les «diligences normales»
- L'assurabilité, c'est-à-dire la possibilité de contracter une assurance à un coût raisonnable. La mise en place d'un dispositif de gestion des risques constitue un élément favorable pour maintenir l'assurabilité d'un établissement.

L'importance donnée à tel ou tel objectif varie selon la nature de l'activité.

Les techniques utilisées par la gestion des risques seront alors différentes et plus ou moins développées selon le secteur d'activité. Les banques et les sociétés d'assurance ont essentiellement développé leur gestion des risques en matière financière.

2.9. Outils d'analyse des risques

Il existe un grand nombre d'outils dédiés à l'identification des dangers et des risques associés à un procédé ou une installation.

Quelques-uns des outils les plus fréquemment utilisés sont :

- L'Analyse Préliminaire des Risques (APR),
- l'Analyse des Modes de défaillances, de leur Effets et de leur Criticité(AMDEC),
- l'Analyse des Risques sur schémas type HAZOP ou « What-it ? »
- L'Analyse par arbre des défaillances(AdD),
- l'Analyse par arbre d'événements(AdE),
- le Nœud Papillon.



2.9.1. Approche déductive/ inductive :

Il existe deux grands types de démarches en vue d'analyser les risques : la démarche inductive et la démarche déductive.

Dans une **approche inductive**, une défaillance ou une combinaison de défaillances est à l'origine de l'analyse. Il s'agit alors d'identifier les conséquences de cette ou ces défaillances sur le système ou son environnement. On dit généralement que l'on **part des causes pour identifier les effets**.

Les principales méthodes inductives utilisées dans le domaine des risques accidentels sont : L'analyse préliminaire des risques, l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC), l'HAZOP, l'analyse par arbre d'événements....

A l'inverse, dans une **approche déductive**, le système est supposé défaillant et l'analyse porte sur l'identification des causes susceptibles de conduire à cet état. **On part alors des effets pour remonter aux causes**. L'arbre des défaillances est une des principales méthodes déductives.

2.9.2. Domaines d'application :

Les outils d'analyse des risques doivent être choisis en fonction des caractéristiques des installations à étudier et du niveau de détail recherché.

Ainsi, il est possible de différencier les méthodes telles que l'APR réservée à une analyse « en surface » des risques ou à des installations peu complexées et les méthodes dédiées à une analyse plus détaillée et généralement centrée sur des sous-systèmes bien définis comme l'AMDEC par exemple.

Bien entendu, le domaine d'application et le niveau de détail sont également fonction des compétences et de l'expérience des personnes qui mèneront ce travail. En d'autres termes, certains outils peuvent être adaptés afin d'être utilisés dans un domaine d'application sensiblement différent de ces différentes informations. Ces informations sont synthétisées dans le tableau suivant, pour les principales méthodes d'analyse des risques dans le domaine des risques accidents



Méthodes	Approche	Défaillances envisagées	Niveau de détail	Domaines d'application privilégiés
APR	Inductive	Indépendantes	+	Installation les moins complexes Etapes préliminaires d'analyse
HAZOP / What-it	Inductive	Indépendantes	++	Systèmes thermohydrauliques
AMDEC	Inductive	Indépendantes	++	Sous-ensembles techniques Bien délimités
Arbre d'événements	Inductive	Indépendantes	+++	Défaillances préalablement identifier
Arbre des défaillances	Déductive	Indépendantes	+++	Evénements redoutés ou indésirables préalablement identifiés
Nœud papillon	Inductive Déductive	Combinées	+++	Scénarios d'accidents Jugés Les plus critiques

Tableau 2.1 : Information sur les méthodes.

En définitive, il n'y a pas de « bons » ou « mauvais » outils d'analyse des risques.

Ces outils ne sont que des aides guidant la réflexion et il convient donc de retenir les outils les mieux adaptés aux cas à traiter. D'ailleurs, ces outils peuvent être tout à fait complémentaires. En effet, une phase préliminaire d'analyse des risques menée grâce à une APR par exemple, d'identifier les parties d'une Installation pour lesquelles l'utilisation de méthodes plus détaillées comme l'AMDEC ou l'HAZOP s'avère pertinente. De la même façon, la mise en œuvre d'une AMDEC par exemple est souvent particulièrement utile en vue de construire un arbre des défaillances.

Enfin, signalons que, pour des installations particulièrement simples, une démarche systématique d'identification des risques peut tout à fait convenir, même si elle n'est pas



référéncée de manière formelle dans la littérature. Pour ces systèmes simples, l'usage de liste de contrôle (check-lists) permet en général de répondre de façon satisfaisante aux objectifs de l'analyse des risques.

2.9.3. Méthodes des arbres :

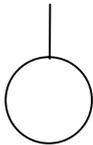
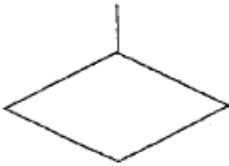
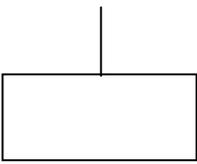
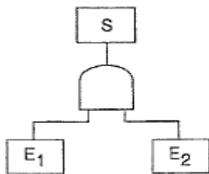
Les méthodes des arbres ont pour objet de construire des représentations de la logique de fonctionnement et d'évolution d'une partie d'un système ou d'un système complet sous des formes arborescentes. [5]

2.9.3.1. Arbre des causes ou des défaillances

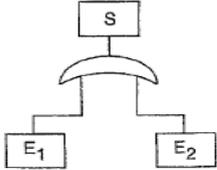
Principe

L'analyse par arbre de défaillances est une méthode de type déductif. En effet, il s'agit, à partir d'un événement redouté défini à priori, de déterminer les enchaînements d'évènements ou combinaisons d'évènements pouvant finalement conduire à cet événement. Cette analyse permet de remonter de causes en causes jusqu'aux évènements de base susceptibles d'être à l'origine de l'évènement redouté. [6]

Symboles :

Symbole	Nom du symbole	Signification du symbole
	Cercle	Représentation d'un événement élémentaire
	Losange	Représentation d'un événement qui ne peut être considéré comme élémentaire, mais dont les causes ne sont pas développées faute de renseignement ou faute d'intérêt
	Rectangle	Représentation d'un événement final non désiré ou d'un événement intermédiaire résultant de la combinaison d'évènements plus élémentaires par l'intermédiaire de portes logiques
	Porte ET	L'évènement de sortie S est généré si les évènements E1 et E2 sont présents simultanément



	Porte OU	L'événement de sortie S est généré si l'un au moins des événements E1 et E2 sont présents
---	----------	---

Tab2.2.Représentation symbolique des événements d'après Villemeur (1988) [7]

Les liens entre les différents événements identifiés sont réalisés grâce à des portes logiques (de type « ET » et « OU » par exemple). Cette méthode utilise une symbolique graphique à l'aide de règles mathématiques et statistiques, il est alors théoriquement possible d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'événement final à partir des probabilités des événements de base identifiés.

L'analyse par arbre des défaillances d'un événement redouté peut se décomposer en trois étapes successives :

- définition de l'événement redouté étudié,
- élaboration de l'arbre,
- exploitation de l'arbre

Elaboration de l'arbre

La construction de l'arbre des défaillances vise à déterminer les enchaînements d'événements pouvant conduire à l'événement final retenu. Cette analyse se termine lorsque toutes les causes potentielles correspondent à des événements élémentaires.

L'élaboration de l'arbre des défaillances suit le déroulement présenté en Figure 2.4. La recherche systématique des causes immédiates, nécessaires et suffisantes (INS) est donc à la base de la construction de l'arbre. Il s'agit probablement de l'étape la plus délicate et il est souvent utile de procéder à cette construction au sein d'un groupe de travail pluridisciplinaire. De plus, la mise en œuvre préalable d'autres méthodes d'analyse des risques de type inductif facilite grandement la recherche des défaillances pour l'élaboration de l'arbre, en particulier en cas de système complexe.

Afin de sélectionner les événements intermédiaires, il est indispensable de procéder pas à pas en prenant garde à bien identifier les causes directes et immédiates de l'événement considéré et se poser la question de savoir si ces causes sont bien nécessaires et suffisantes. Faute de quoi, l'arbre obtenu pourra être partiellement incomplète voire erronée.

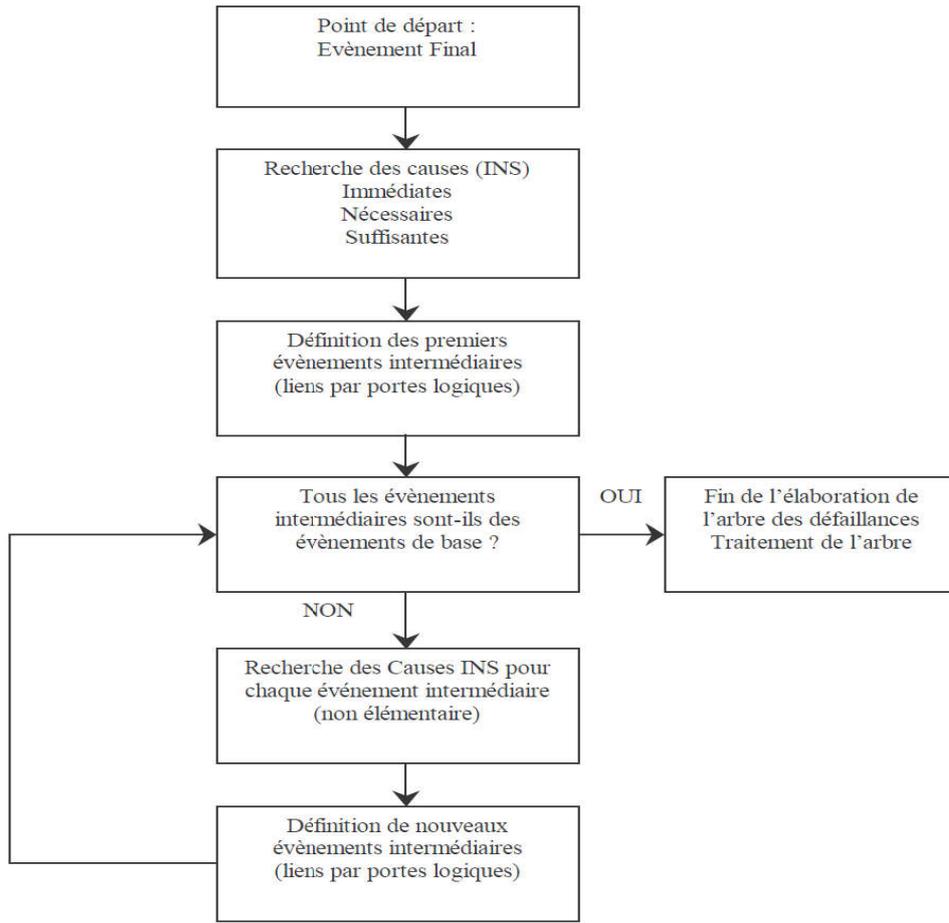


Fig 2.4 : Démarche pour l'élaboration d'un arbre des défaillances. Cette démarche est Facilitée par l'application préalable d'une méthode de type APR, Hazop ou AMDEC

Exploitation de l'arbre des défaillances

L'analyse par arbre des défaillances permet d'estimer la probabilité d'occurrence d'un événement et de s'assurer que toutes les mesures possibles ont effectivement été envisagées en vue de prévenir le risque associé à cet événement. A la différence de la méthode inductive présentée précédemment, l'arbre des défaillances est directement conçu afin de pouvoir considérer des combinaisons de défaillances et de vérifier que toutes les causes potentielles ont bien été prises en compte.

Cette exploitation de l'arbre des défaillances peut être réalisée de manière qualitative et quantitative.



2.9.3.2. Arbre des événements

La méthode de l'arbre des événements a pour objet d'analyser l'évolution d'un système en décrivant les différentes conséquences résultant d'un événement initiateur fixe a priori. Cette méthode procède d'une démarche inductive en progressant des causes vers les effets, c'est-à-dire dans le sens de déroulement du temps. [7]

Principe de la méthode

L'analyse par arbre des défaillances, comme nous l'avons vu précédemment, vise à déterminer, dans une démarche déductive, les causes d'un événement indésirable ou redouté retenu a priori. A l'inverse, l'analyse par arbre d'évènements suppose la défaillance d'un composant ou d'une partie du système et s'attache à déterminer les événements qui en découlent.

A partir d'un événement initiateur ou d'une défaillance d'origine, l'analyse par arbre d'évènements permet donc d'estimer la dérive du système en envisageant de manière systématique le fonctionnement ou la défaillance des dispositifs de détection, d'alarme, de prévention, de protection ou d'intervention...

Ces dispositifs peuvent concerner aussi bien des moyens automatiques qu'humains. [6]

Déroulement

La démarche généralement retenue pour réaliser une analyse par arbre d'évènements est la suivante :

- Définition de l'événement initiateur : Il s'agit d'une étape importante pour l'analyse par arbre d'évènements. Etant donné qu'il s'agit d'une approche qui peut vite se révéler lourde à mener, il est généralement bon de sélectionner un événement initiateur qui peut effectivement conduire à une situation critique.
- Identification des fonctions de sécurité : Les fonctions de sécurité doivent être assurées par des barrières en réponse à l'événement initiateur. Elles ont en général pour objectif d'empêcher que l'événement initiateur soit à l'origine d'un accident majeur.
- Construction de l'arbre : La construction de l'arbre (figure 2.5) consiste alors, à partir de l'événement indésirable, à envisager soit le bon fonctionnement soit la défaillance de la première fonction de sécurité. L'événement initiateur est représenté schématiquement par un trait horizontal. Le moment où doit survenir la première fonction de sécurité est représentée par un nœud. La branche supérieure correspond généralement au succès de la fonction de sécurité, la branche inférieure à la défaillance de cette fonction.

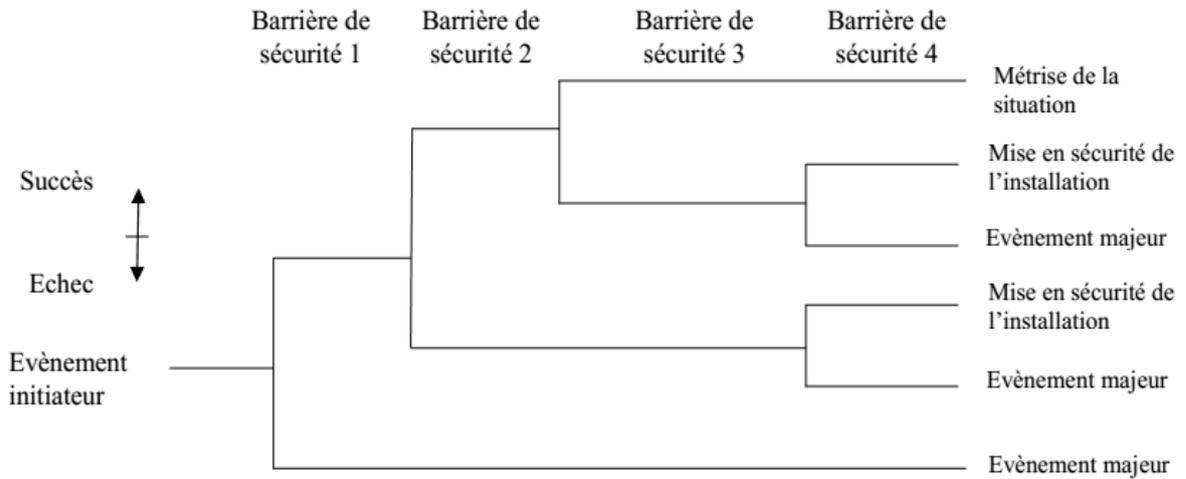


Fig2.5 : Exemple d'arbre d'évènements réduit

2.9.3.3. Nœud Papillon

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillances et un arbre d'événements représentés de façon un peu différente de celle décrite dans les paragraphes précédents. La Figure 2.6 en donne une représentation schématique sous la forme suivante où les barrières sont figurées par des barres verticales.

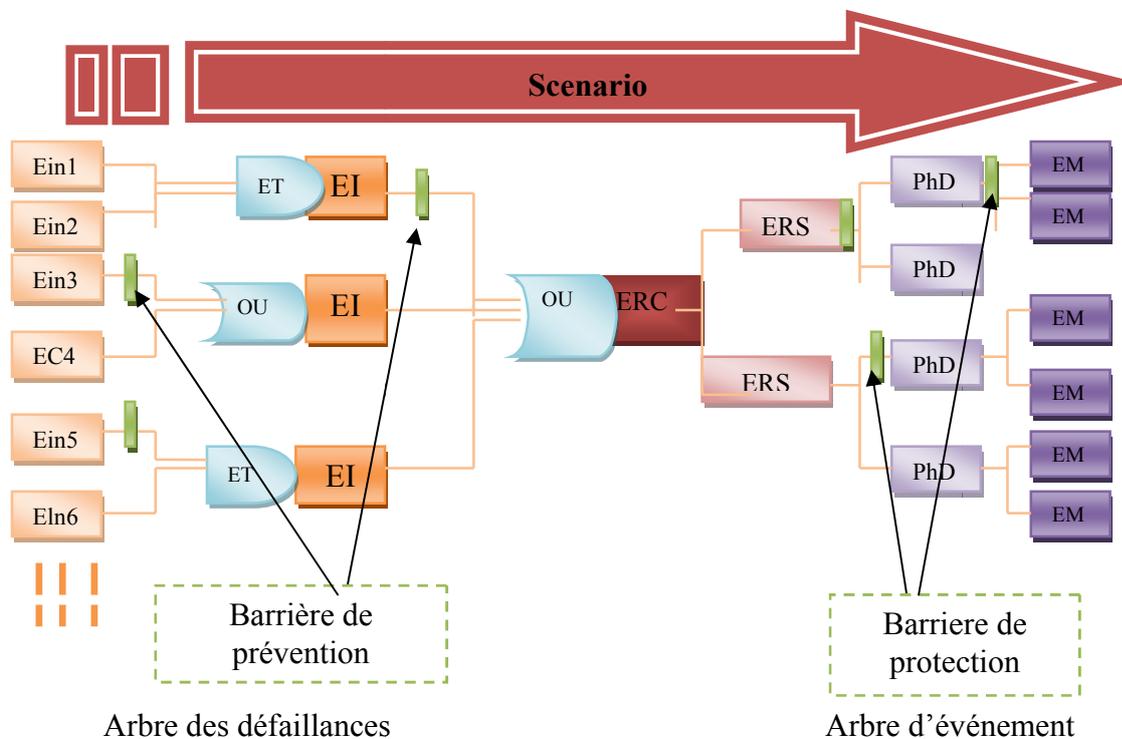


Fig2.6 : Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon



Désignation	Signification	Définition	Exemples
EIn	Evènement Indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies	Le surremplissage ou un départ d'incendie à proximité d'un équipement dangereux peuvent être des évènements initiateurs
EC	Evènement Courant	Evènement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation.	Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des évènements courants
EI	Evènement Initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique.	La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs
ERC	Evènement Redouté Central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse	Rupture, Brèche, Ruine ou Décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique
ERS	Evènement Redouté Secondaire	Conséquence directe de l'évènement redouté central, l'évènement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident	Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique
PhD	Phénomène Dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie, Explosion, Dispersion d'un nuage toxique
EM	Effets Majeurs	Domages occasionnés au niveau des éléments vulnérables (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux	Effets létaux ou irréversibles sur la population Synergies d'accident
Barrières ou Mesures de Prévention		Barrières ou mesures visant à prévenir la perte de confinement ou d'intégrité physique	Peinture anti-corrosion, Coupure automatique des opérations de dépotage sur détection d'un niveau très haut...
Barrières ou Mesures de Protection		Barrières ou mesures visant à limite les conséquences de la perte de confinement ou d'intégrité physique	Vannes de sectionnement automatiques asservies à une détection (gaz, pression, débit), Moyens d'intervention

Tableau 2.3 : Légende des évènements figurant sur le modèle du nœud papillon [6]

Le point central du Nœud Papillon, appelé ici Evènement Redouté Central. La partie gauche du Nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes de cet Evènement Redouté Central. La partie droite du Nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet évènement redouté central tout comme le ferait un arbre d'évènements. Sur ce schéma, les barrières de sécurité sont représentées sous la forme de barres verticales pour symboliser le fait qu'elles s'opposent au développement d'un scénario d'accident. En pratique, ajouter une barrière dans l'arbre correspond à ajouter un évènement « défaillance de la barrière » lié par une porte ET à l'évènement qui la précède.



De fait, dans cette représentation, chaque chemin conduisant d'une défaillance d'origine (événements indésirable ou courant) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des éléments vulnérables (effets majeurs) désigne un scénario d'accident particulier pour un même événement redouté central.

Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action de barrières de sécurité sur le déroulement d'un accident.

Déroulement

Le Nœud Papillon, s'inspirant directement des arbres des défaillances et d'évènements, doit être élaboré avec les mêmes précautions.

S'agissant d'un outil relativement lourd à mettre en place, son utilisation est généralement réservée à des événements jugés particulièrement critiques pour lesquels un niveau élevé de démonstration de la maîtrise des risques est indispensable.

En règle générale, un Nœud Papillon est construit à la suite d'une première analyse des risques menée à l'aide de méthodes plus simples comme l'APR ou l'HAZOP par exemple

Conclusion

Dans ce chapitre, j'ai réalisé une étude théorique sur la gestion des risques en présentant quelques notions de base, et quelques méthodes d'analyse des risques, Ce qui va me permettre d'étaler sur son application qui sera présentée au cours de chapitre prochain. La gestion des risques englobe plusieurs domaines (la sécurité au travail, la protection de la santé du travailleur au travail, l'ergonomie, l'hygiène du travail...). Le but principal de la gestion des risques c'est le bien être des travailleurs pendant leur travail.



Introduction

Les risques majeurs présents dans le domaine de forage pétrolier sont l'incendie et l'explosion générés par une éruption (avoir une venue de gaz qui pourrait être suivi par une éruption incontrôlable)

Le contrôle primaire d'une venue consiste en l'utilisation d'un fluide de forage de densité suffisante qui peut fournir une pression au fond de puits égale ou légèrement supérieure à la pression de la formation, sans pour autant dépassé la pression de fracturation.

Il est extrêmement important de maintenir cet équilibre à tout moments durant la réalisation de puits, sa perte ne serais ce que temporaire permettra au fluide de la formation d'entrer dans le puits.

3.1 Définition de la Venue

Une venue est définie comme étant l'intrusion d'un fluide indésirable d'une formation perméable dans le puits, dès que la pression de fond devient inférieure à la pression de pore.

3.2 Définition de l'Eruption (Blowout)

Une éruption est définie comme étant le jaillissement soudain et violent d'un puits en cours de forage.

L'éruption tout simplement c'est une venue non contrôlée.

3.3 Retour d'expérience sur les éruptions

accident	date	Faits	conséquences
Eruption de puits HR 64 appareil ENF#22	18 janvier 2000 à 1 h 20	des tentatives de fermeture du puits n'ont pas données de résultats et le puits a pris feu	- l'appareil ENF 22 s'est très vite effondré. - Blessés corporelles
Eruption de puits NZ19 appareil ENTP	15 Septembre 2006 à 15 h 45	Arriver d'une venue de gaz, échappement de ce dernier après fermeture de BOP. Et lors de l'échec de l'évacuation avec tentative de déblocage d'une vanne avec une masse métallique, provoqua une étincèle suivi par une explosion	- Deux morts. - Sept blessés. - l'appareil s'est très vite effondré.



Eruption de puits MORUROA Philippe Mazellier, "Tahit	Septembre 1965	Une explosion au cours d'un forage.	- trois morts. - quatre blessés.
Sante Fe Nigeria	1989	Expulsion de gaz, blowout et incendie	- 05 morts

Tab3.1 Retour d'expérience des éruptions

3.4 Pression de formation- Gradient de pression

La pression de formation (ou pression de pores) est la pression du fluide contenu dans la roche. La pression est d'autant plus élevée que la profondeur est plus grande. L'eau accumulée dans une formation poreuse aura une pression plus élevée à grande profondeur. La forme ou le diamètre du puits ne change en rien ces valeurs ; le seul paramètre important est la distance verticale, séparant la formation de la surface. La pression hydrostatique exprimée en kgf/cm², c'est-à-dire la pression exercée par le fluide, est :

$$P_H = H \cdot D / 10$$

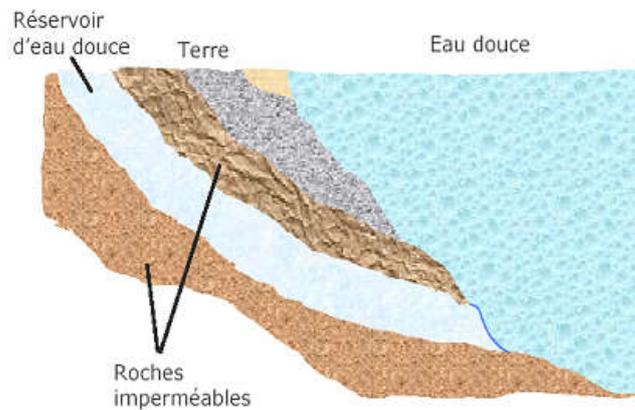


Fig 3.1 La formation de terre

Le gradient de pression G en bar/m est l'augmentation de la valeur de la pression de formation rapportée à l'augmentation de la profondeur, dans un milieu perméable.

$$G = P_f / H$$

Avec :

P_H = pression hydrostatique en kgf/cm²,

H = distance verticale en m,



d = masse volumique (appelée sur chantier densité) en kgf/l,

P_f = pression de formation en bar

3.5 Paramètres affectant le contrôle primaire d'une venue

Pour être sûre que le contrôle primaire est effectif à tout moment, les précautions et les procédures suivantes doivent être scrupuleusement suivies.

A. Densité de la boue

Pour un contrôle effectif du puits, s'assurer à tout moment que la densité à l'entrée et à la sortie du puits est maintenue à la valeur requise par l'utilisation des équipements d'épuration mécanique (tamis vibrant, dessilter, mud cleaner...) ou par dilution.

B. Procédures de manœuvre

L'opération de manœuvre que ce soit la remontée ou la descente nécessite une préparation particulière qui consiste en :

- L'utilisation de la feuille de manœuvre [voir annexe] (trip sheet), pour suivre les volumes à remplir en cours de remontée ou à récupérer en cours de descente. Cette fiche doit être remplie par le chef de poste.
- L'utilisation d'un bac de manœuvre (trip tank) pour mesurer d'une manière précise le volume récupéré ou pompé pendant la manœuvre.
- S'assurant de la disponibilité sur le plancher du gray valve, safety valve et de leurs réductions appropriées.

C. Observation puits (flow check)

La stabilité du volume de boue dans le puits à tout moment est impérative avant toute opération de remontée. Des flow checks doivent être faits avec les pompes arrêtées aux points suivants :

- au fond en fin de circulation ;
- au sabot après manœuvre dans le découvert ;
- avant la remontée de la BHA (bottom hole assembly) (une ou deux longueurs de tiges au dessus)

D. Pompage d'un bouchon lourd (slugging)

C'est une pratique qui est souvent utilisée pour éviter les pertes de boue en surface (back-flow) pendant la manœuvre de remontée de la garniture. Le back flow peut être expliqué par la présence d'une boue non-homogène dans le puits ou parfois par la baisse très lente du niveau de boue dans l'intérieur de la garniture (duses partiellement bouchées ou duses outils très petites,...).



E. Cabine de la surveillance géologique (Mud logging)

La cabine mud logging permet d'avoir en temps réel les informations essentielles pour la détection rapide d'une éventuelle venue. Ces informations sont :

- La vitesse d'avancement ;
- Les niveaux et l'état des volumes de boue en surface ;
- Le débit d'entrée et de sortie ;
- La densité de la boue à l'entrée et à la sortie ;
- L'analyse des déblais ;
- La détection et l'analyse des gaz ;
- La température de la boue à la sortie

F. Communication

Une bonne communication entre tous les membres de l'équipe de forage (superviseur, chef de poste, boueux, technicien de la cabine mud logging ainsi que tout le reste de l'équipe) est essentielle pour la surveillance et le bon suivi des procédures de forage afin de déceler toute anomalie qui peut entraver la bonne marche du forage et d'éviter ainsi les temps improductifs.

G. Alarmes

Les dispositifs d'alarmes doivent être calibré, bien entretenus et activés d'une manière correcte pour un bon suivi surtout du débit et du bilan de volumes de boue en surface. Parmi ces dispositifs, deux sont essentiels pour la détection d'éventuelles venues en cours du forage:

- Alarme du débitmètre différentiel (% débit de retour).
- Alarme du niveau des bacs à boue (gain et perte dans les bacs à boue).

3.6 Causes des venues

La prévention des venues est un processus qui doit d'abord commencer par l'étude et compréhension des causes qui sont à l'origine de ces venues.

Les causes de venues les plus fréquentes sont :

- ❖ Défaut de remplissage du puits pendant les manœuvres
- ❖ Pistonnage vers le haut et vers le bas pendant les manœuvres.
- ❖ Perte de circulation.
- ❖ Densité du fluide de forage insuffisante.
- ❖ formation à pression anormalement élevée.
- ❖ Contamination de la boue par le gaz.



A. Défaut de remplissage pendant les manœuvres :

La baisse du niveau de boue dans l'annulaire engendrerait une réduction de la pression de fond qui peut provoquer une intrusion de fluide de formation si le puits n'a pas été rempli avec un volume de boue équivalant au volume d'acier extrait.

B. Pistonnage vers le haut et vers le bas pendant les manœuvres (Swabbing and surgging)

B.1 Pistonnage vers le haut (Swabbing):

Le pistonnage vers le haut est un phénomène qui se manifeste lors de la remontée de la garniture entraînant une dépression au fond du puits.

B.2 Pistonnage vers le bas (surgging):

Le pistonnage vers le bas est aussi un phénomène qui se manifeste lors de la descente de la garniture entraînant une surpression au fond du puits.

Si cette surpression est importante, la pression de fond devient supérieure à la pression de fracturation de la formation, et par conséquent provoque une perte totale de la boue qui pourra entraîner une baisse suffisante du niveau de boue dans le puits et favorise l'envahissement de puits par le fluide de la formation.

C. Perte de circulation :

Lors d'une perte totale de circulation, la pression hydrostatique diminue et si elle devient inférieure à la pression de pores, il y aura une intrusion du fluide de la formation dans le puits.

D. Densité de boue insuffisante :

La densité de boue est un facteur primordial pour le contrôle primaire du puits si cette densité devient inférieure à la densité d'équilibre une formation poreuse et perméable il y'aura venue. L'insuffisance de la densité peut être due à :

- ✓ Une sous estimation de la pression de pores
- ✓ Une diminution accidentelle de la densité de boue en surface
- ✓ Une contamination de la boue par le fluide de formation

E. Formation à pression anormalement élevée :

Des formations à pressions anormalement élevées déjà traitées dans la section précédente sont souvent rencontrées dans beaucoup de régions et à des profondeurs très diverses. Ces formations sont souvent une des causes des venues.

On dit qu'une formation est à pression anormalement élevée lorsque son gradient de pression est supérieur au gradient normal.

$$\text{Gradient anormal} > 0,105 \text{ bar /m}$$



La formation à pression anormalement élevée est souvent prévue et détectées par l'analyse détaillée des études sismiques avant de commencer le forage.

F. Contamination de boue par le gaz :

Lors du forage des formations contenant du gaz, ce dernier se mélange à la boue entraînant une réduction de la densité effective. Cette réduction est d' autant plus significative lorsque le gaz s'approche de la surface.

La quantité de gaz contamination la boue de forage dépend de :

- ✓ La vitesse d' avancement (ROP)
- ✓ Le diamètre de l' outil de forage
- ✓ La porosité
- ✓ La condition de fond (pression et température)

Fréquence de venue :

Défaut de remplissage pendant les manœuvres	Effet de pistonage	Perte de circulation	Densité de boue insuffisante	Divers
42%	16%	22%	15%	5%

Tab3.2 Statistiques de fréquence de la venue

3.7 Les Signes d'une venue :

Une détection rapide d'une venue suivie immédiatement par des actions appropriées qui sont les éléments clés pour la réussite de contrôle du puits.

Plusieurs signes peuvent prévenir d'un risque imminent d'une venue, ces signes peuvent être des signes avertisseurs ou positifs qui sont analysés ci-après.

3.7.1 Signes précurseurs(avertisseurs) d'une venue :

 Augmentation de la vitesse d'avancement (Drilling Break):

La vitesse d'avancement est généralement fonction d'un certain nombre de paramètres qui peuvent être:

- ✓ Poids sur l'outil
- ✓ Vitesse de rotation
- ✓ Nature de la formation forée
- ✓ Type de l'outil.
- ✓ La pression différentielle
- ✓ La porosité de la formation.



Une augmentation de la vitesse d'avancement lors du forage d'une formation à pression anormalement élevée serait due principalement à la réduction de la pression différentielle et à l'augmentation de la porosité si tous les autres paramètres sont maintenus constants.

- ✚ Augmentation du torque et des frottements
- ✚ Taille, forme et volume des déblais : Les déblais de grande taille peuvent être produits lors du forage des zones de transition et à pressions anormalement élevées suite à une pression différentielle négative. L'analyse en continu de la taille et de la forme des déblais remontés (long avec angles aigus) ainsi que le volume des ces cuttings permet la détection de l'entrée dans une zone de transition
- ✚ Changement des propriétés de la boue : L'intrusion d'un fluide plus léger dans le puits entraîne une diminution de la densité de la boue, cette diminution de densité est généralement accompagnée par une variation de la viscosité en fonction du type de boue et de la nature de l'effluent. Un rôle important du technicien fluide est d'établir la tendance normale des propriétés de la boue et de surveiller tous les changements significatifs en fonction de l'avancement du forage.
- ✚ Changement de la température de la boue à la sortie (flow line).
- ✚ Indices de gaz dans la boue

3.7.2 Signes positives d'une venue

Un signe positif d'une venue signifie une intrusion sûre d'un certain volume d'effluent dans le trou ce qui nécessite la fermeture immédiate du puits. Les signes positifs peuvent se manifester en cours de forage ou pendant les manœuvres:

a. En cour du forage :

Les signes positifs d'une venue en cours de forage sont :

- ✓ L'augmentation du niveau des bacs.
- ✓ Le débit a la goulotte, pompes à l'arrêt.
- ✓ L'augmentation du débit a la goulotte.

b. En cour des manœuvres :

Les signes positifs lors d'une manœuvre sont:

- ✓ La différence entre le volume de boue rempli et le volume d'acier extrait a la remontée $V_{\text{rempli}} < V_{\text{extrait}}$
- ✓ La différence entre le volume de boue récupérée et le volume d'acier introduit a la descente $V_{\text{récupéré}} > V_{\text{introduit}}$



3.8 Situations pouvant masquer une venue :

Dans certaines situations, les signes positifs peuvent être masqués par :

- L'ajustement de la densité de la boue en cours de forage (allègement de la boue par exemple) ;
- Le transfert de la boue en surface durant le forage (mauvaise comptabilité des volumes) ;
- Une perte partielle de circulation ;
- Des fuites dans les équipements de surface ;
- L'utilisation des équipements d'épuration mécanique (centrifugeuse, mud cleaner)
- Le démarrage et l'arrêt des pompes de forage (vidange des lignes d'aspiration et de refoulement).

3.9 Procédure d'un contrôle d'une venue :

Lorsqu'on détecte une venue, la première manœuvre de lutte contre l'éruption consiste à fermer le puits. On détermine ensuite les pressions en jeu de manière à calculer la densité de boue requise pour équilibrer la pression de formation par la pression hydrostatique de la boue.

a. Fermeture des obturateurs

Cette manœuvre doit s'effectuer le plus rapidement possible de manière à limiter au maximum la quantité de fluide intrus (gain).

La séquence des opérations doit être la suivante :

- Arrêt de la rotation,
- Dégagement de la tige d'entraînement de manière à ne pas avoir un tool-joint en face des obturateurs à mâchoires,
- Arrêt des pompes de forage,
- Fermeture de l'obturateur et branchement sur le manifold de duses.

b. Détermination des pressions mises en jeu

Lors d'une venue, les fluides de formation s'écoulent vers le puits. Lors de la fermeture des obturateurs, la pression de fond va remonter de telle sorte qu'elle soit équilibrée par la somme de la pression en tête des tiges et de la pression hydrostatique de la boue à l'intérieur des tiges. La pression lue en tête des tiges permet donc de calculer directement la pression de formation et en déduire la densité de boue nécessaire à l'équilibre.

c. Détermination de la densité requise

d. Mise en place de la boue à densité requise

Une fois la densité requise de la boue connue, on procède au barytage d'un volume de boue au moins égal au volume du puits, à cette nouvelle densité.



La mise en place de la boue à densité requise s'effectue en circulant par l'intérieur des tiges. La boue remonte par l'espace annulaire, passe par le manifold de duses avant de revenir aux bacs.

Le passage par le manifold de duses permet, en modulant plus ou moins l'ouverture de la duse, de maintenir une contre pression sur le fond du puits de manière à éviter toute nouvelle intrusion de fluide tant que la boue de densité requise n'est pas en place.

3.10 Types de contrôle d'une venue :

Le contrôle d'un puits est divisé en deux catégories principales à savoir le contrôle primaire, le contrôle secondaire.

❖ Le contrôle primaire

La prévention de l'intrusion du fluide de formation dans le puits est assurée par le maintien d'une pression hydrostatique exercée par la boue de forage à une valeur égale ou légèrement supérieure à la pression de pore sans tout fois dépassé la pression de fracturation de la formation la plus fragile.

❖ Le contrôle secondaire

Quand la pression de fond devient inférieure à la pression de pores, il y a une intrusion du fluide de formation dans le puits, cette intrusion ne peut être arrêtée qu'après la fermeture du puits en utilisant les équipements de sécurité. La remise du puits sous contrôle est effectuée en utilisant les méthodes de contrôle conventionnelle à savoir la Driller's ou la Wait and Weight Méthode .(annexe).

3.11 Causes d'une éruption :

Comme il a été mentionné précédemment, une éruption est une venue non contrôlée des fluides ou de gaz d'un puits d'où il est clair qu'une éruption est due :

- Une venue de gaz ou brut violente
- Une perte de contrôle de la pression de formation (perte de contrôle de la venue) qui peut être due à :
 - ✚ Des causes techniques ;
 - ✚ Des erreurs humaines ;
 - ✚ Des erreurs organisationnelles.



A. Des causes techniques

Généralement ces causes sont :

- Perte d'étanchéité de la tête de puits : l'étanchéité de la tête de puits peut être perdue au cours de la mise sous pression de cette dernière, cette perte d'étanchéité est généralement due au déblocage de boulon des bridons suite aux vibrations de la tête de puits, comme elle peut être due à la perte d'étanchéité des joints tores suite à une usure ou de mauvaise qualité.
- Refus de fermeture des obturateurs : le refus de fermeture des obturateurs (BOP) peut être du soit à la défaillance des obturateurs eux même, la défaillance des organes de commande ou du système hydraulique de commande suite à une insuffisance ou fuite de fluide hydraulique venant des accumulateurs.
- Résistance de l'ouvrage : l'ouvrage ne peut pas résister longtemps à la pression de la venue qui est très supérieur à la pression admissible de l'ouvrage, dans ce cas l'ouvrage peut s'exploser sous l'effet de la très haute pression de la venue.

B. Des erreurs organisationnelles

Les erreurs organisationnelles peuvent être remarquées lors de l'intervention en cas d'une venue violente, ces points peuvent être résumés par le manque de personnel lors de l'intervention, le manque d'un plan d'urgence réservé aux cas pareils. Ces erreurs peuvent aggraver la situation par le prolongement de temps d'intervention ce qui donne le temps à la venue pour devenir une éruption incontrôlable.

C. Erreurs humaine

Comme il est reconnu, plus de 70% des accidents de travail sont à l'origine des erreurs humaines, comme l'éruption qui est l'une des accidents majeur, les membres de l'équipe de forage ont une grande part de responsabilité lorsqu'une éruption survient. Parmi les erreurs on cite :

- Prise de panique : elle est directement liée au manque d'expérience et d'exercice d'entraînement sur chantier sur des cas simulés à une venue.
- Mauvaise formation du personnel : la mauvaise formation signifie le manque de connaissances sur le phénomène (éruption) et sur les procédures de contrôle des venues, tel que le fonctionnement et la commande des obturateurs.



- Perte de vigilance quand aux signes de venue : cette cause peut être due au manque et l'insuffisance acquises sur les différents signes positifs des venues, comme elle peut être due à la sévérité des conditions de travail (surtout les conditions climatiques) qui peuvent réduire la vigilance de membre de l'équipe de forage.

3.12 Elaboration de la Nœud de papillon

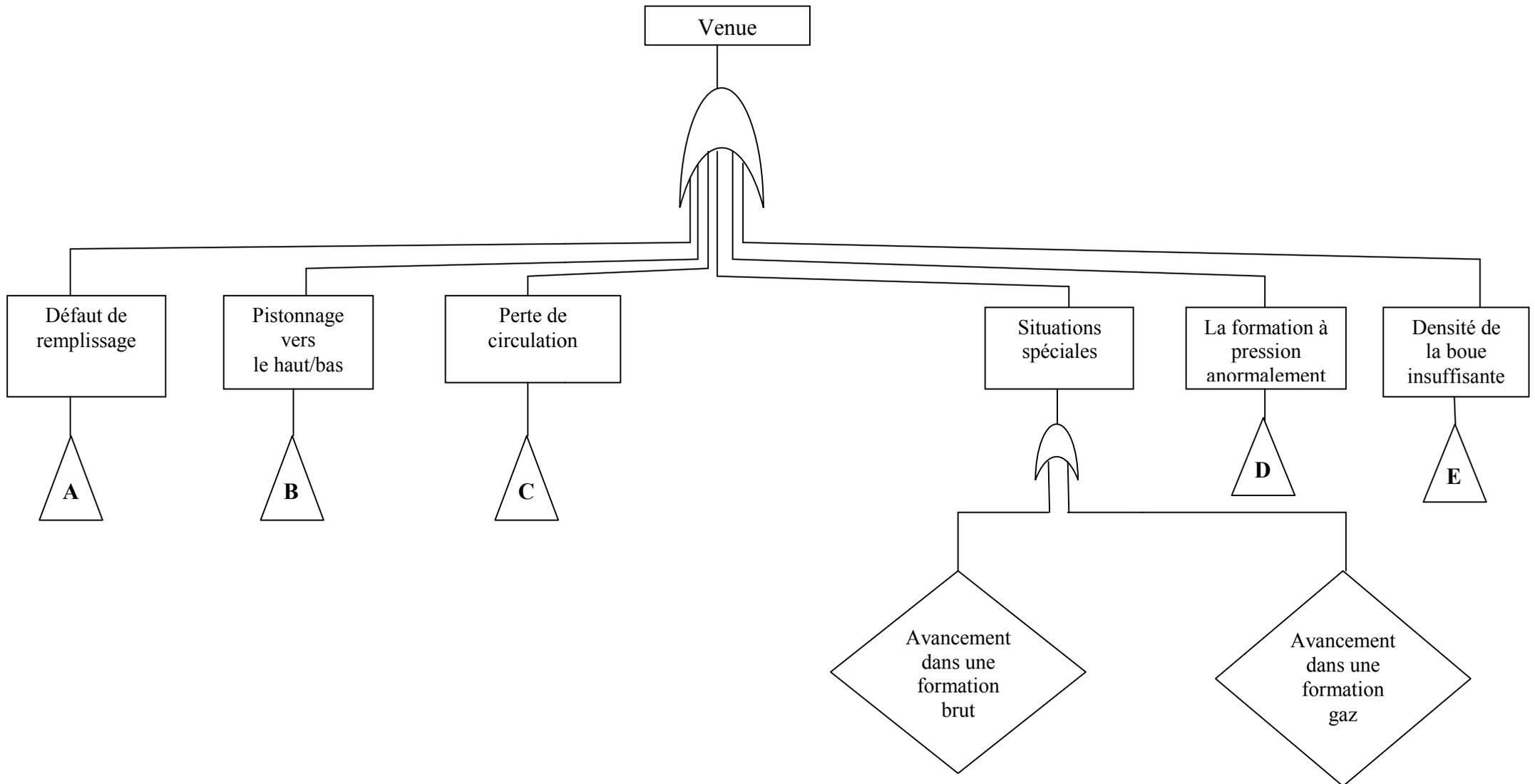
La méthode du nœud papillon constitue aujourd'hui, dans le domaine de l'analyse du risque industriel, l'une des méthodes de quantification du risque majeur. En effet, son application rigoureuse permet d'identifier de manière exhaustive les causes et les conséquences liées à un événement redouté.

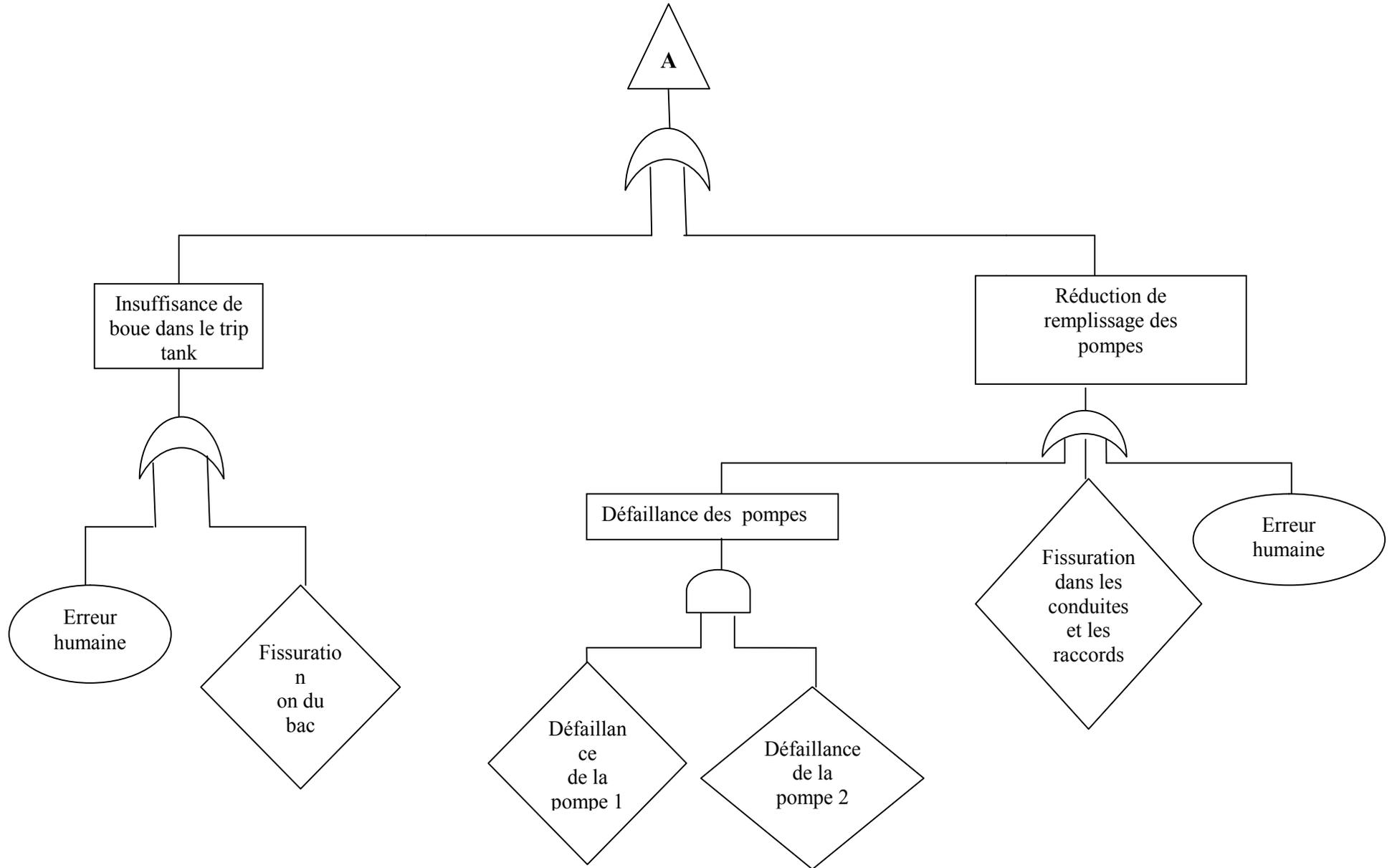
3.12.1 Description de l'événement redouté

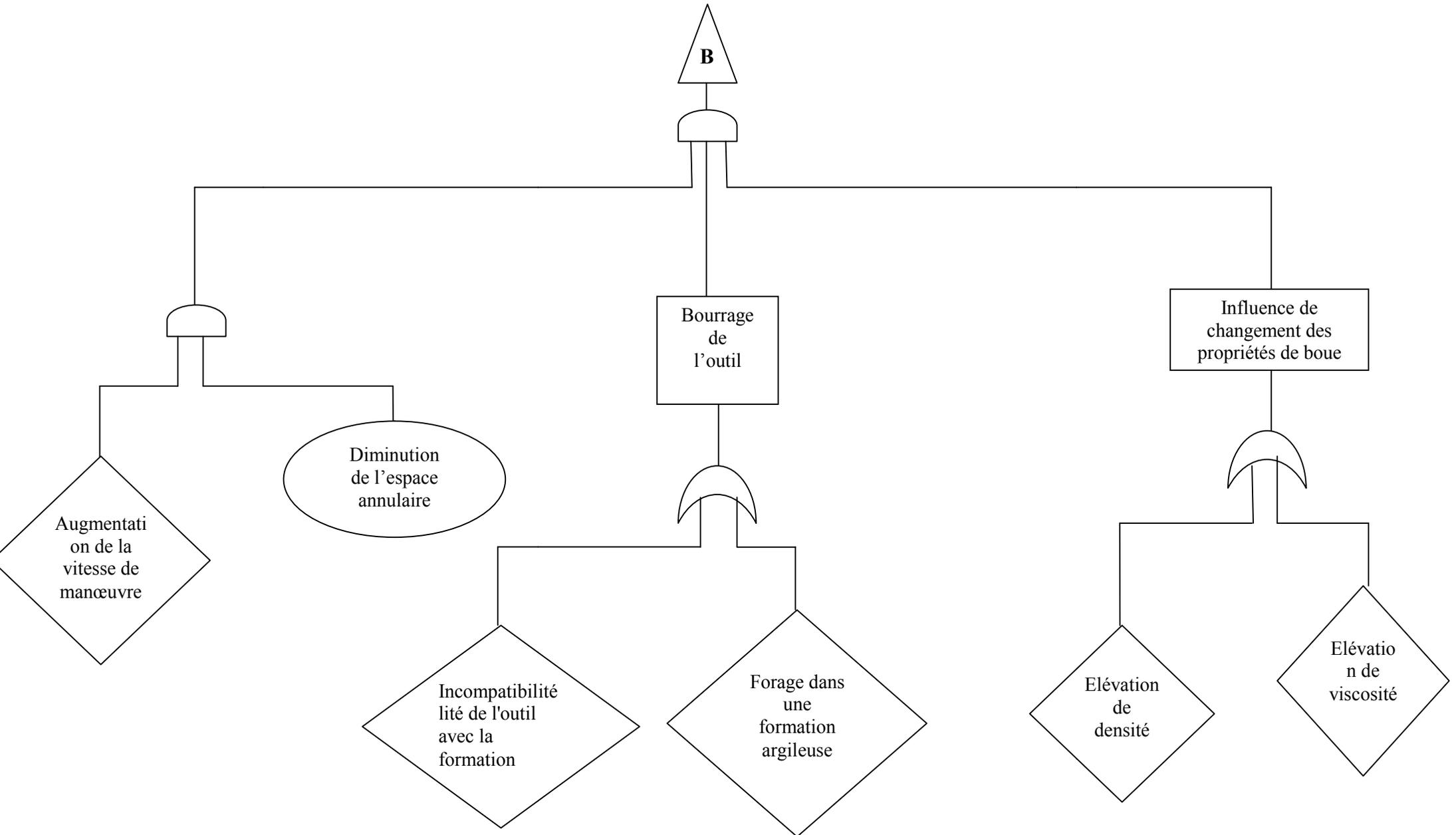
L'événement redouté est une venue dans un puits pétrolier. Le scénario étudié est donc étant l'intrusion d'un fluide indésirable d'une formation perméable dans le puits, dès que la pression de fond devient inférieure à la pression de pore.

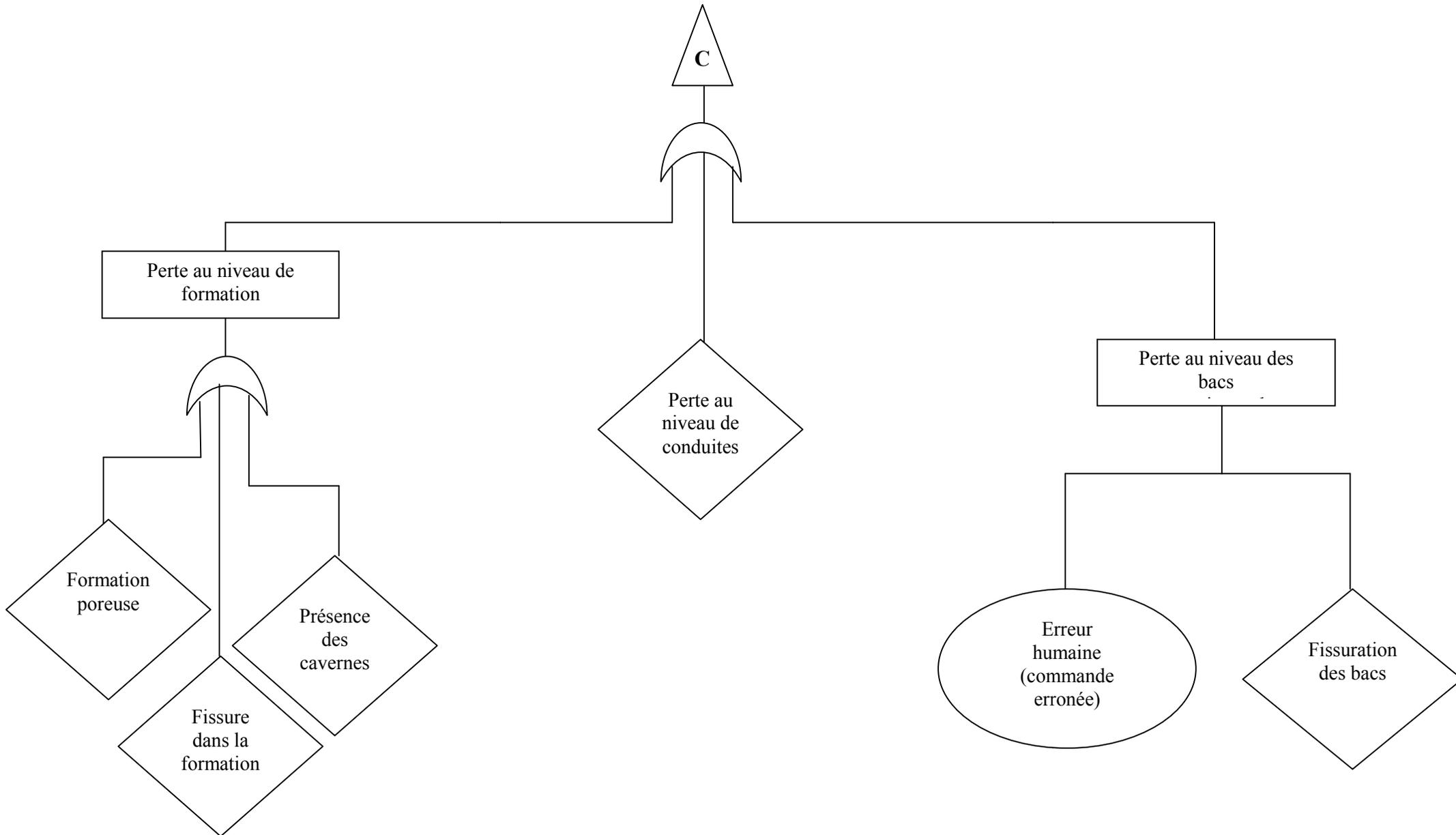


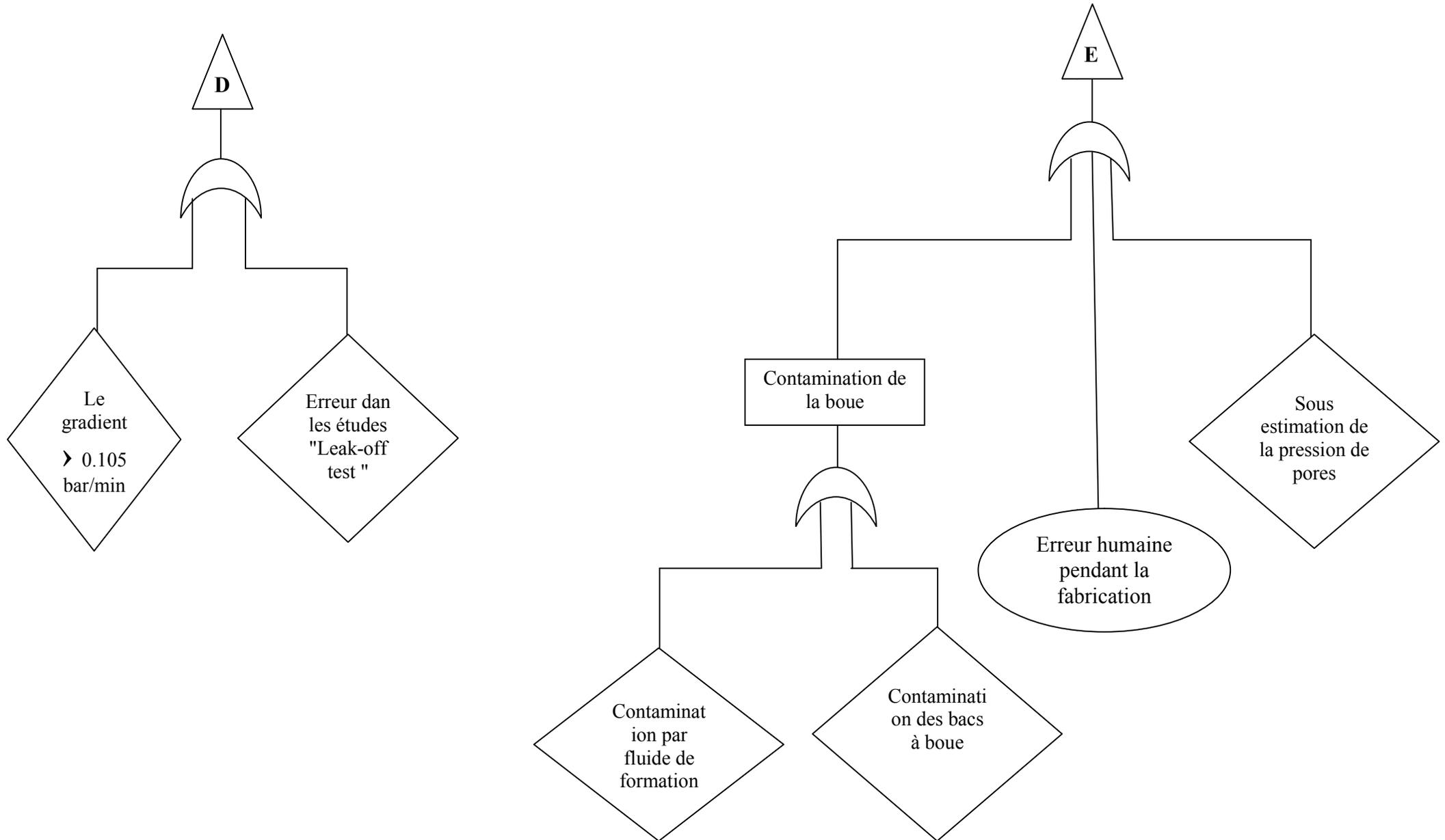
3.12.2 Application de l'arbre de défaillance





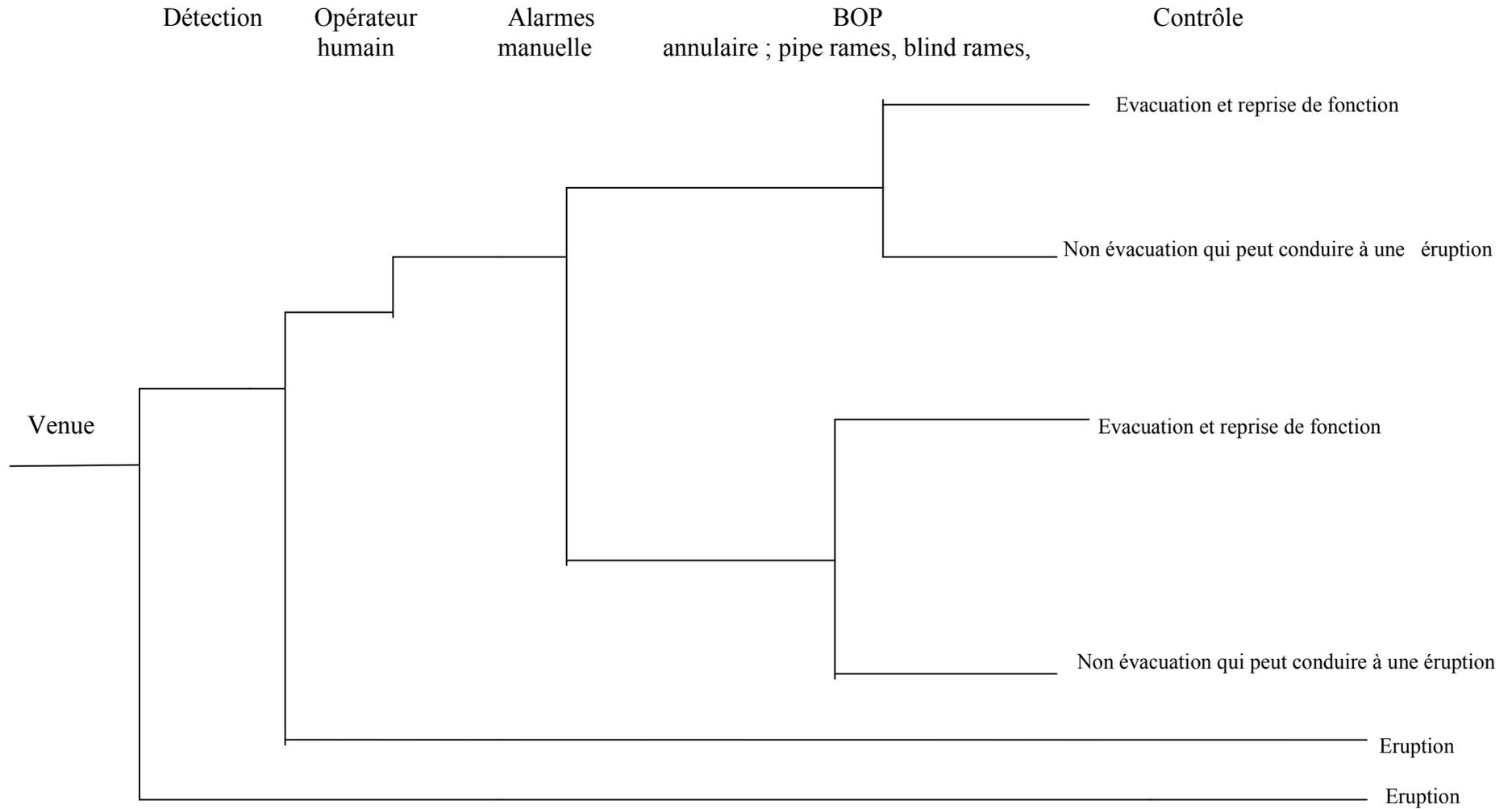






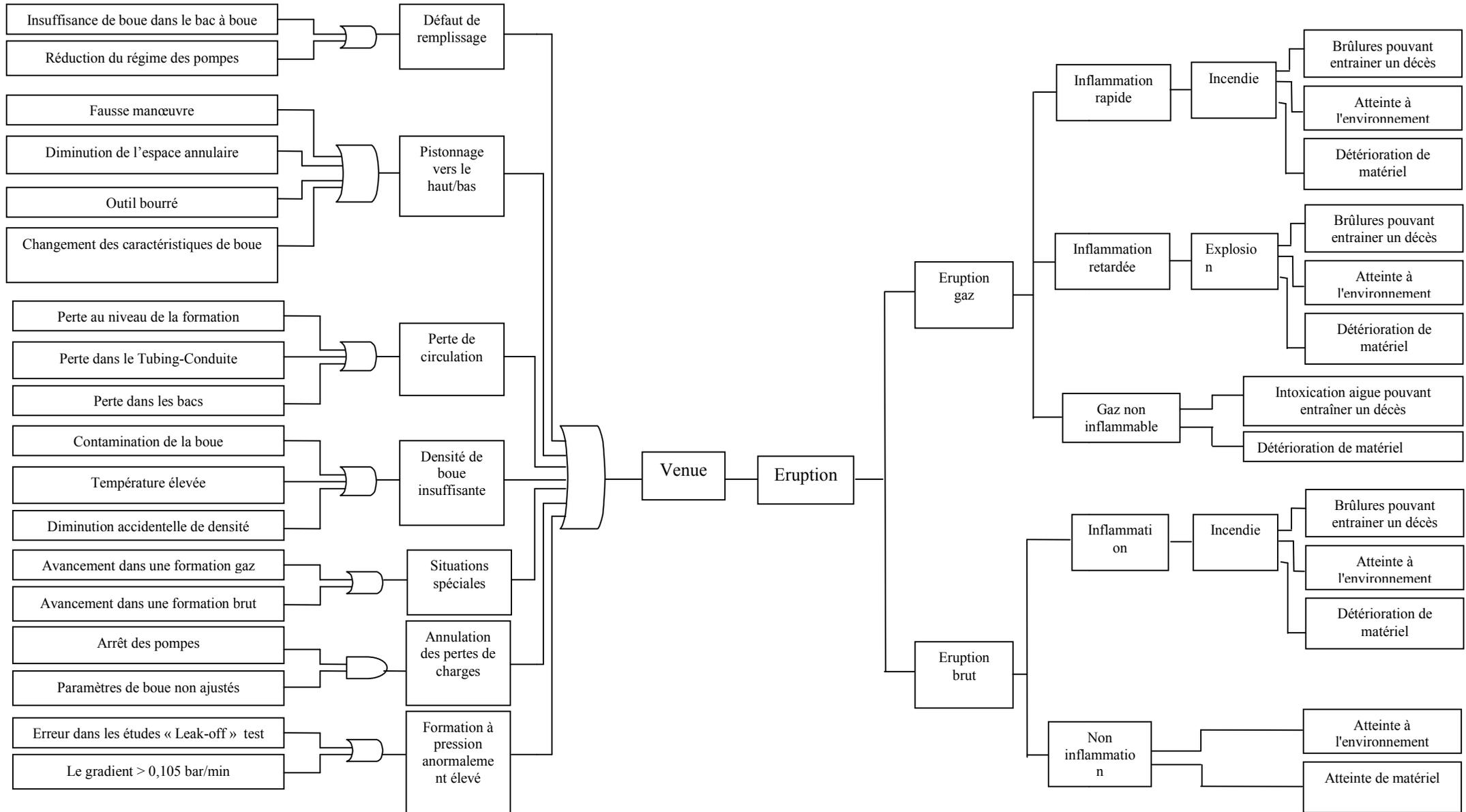


3.12.3 Application de l'arbre des Evénement





3.12.4 Le Nœud de Papillon





3.13 Les barrières de sécurité

Un des principaux intérêts de la démarche Nœud papillon est qu'elle permet de présenter clairement l'action des différentes barrières de sécurité disposées en vue de réserver les cibles.

Le terme de barrière de sécurité regroupe à la fois les barrières techniques de sécurité et les barrières organisationnelles de sécurité. Il s'agit donc de mesures, de dispositifs techniques ou organisationnels visant à limiter la probabilité d'apparition ou la gravité de dommages majeurs au niveau des cibles pour un scénario d'accident donné. Par convention, on dira qu'une barrière de prévention vise à prévenir l'occurrence d'une perte de confinement ou d'intégrité physique d'une substance dangereuse.

Par convention, on dira qu'une barrière de prévention vise à prévenir l'occurrence d'une perte de confinement ou d'intégrité physique d'une substance dangereuse.

Une barrière de protection visera quant à elle à limiter les effets résultant d'une perte de confinement ou d'intégrité physique.

A/ Les Barrières de prévention

La prévention est le meilleur moyen pour éviter les accidents, vu la difficulté rencontrer pour intervenir en cas d'un accident majeur (éruption).

Pour cette raison et pour prévenir ce genre de situation, l'entreprise dispose les moyens de prévention suivant :

Barrières technique :

✓ Système de détection :

Le rôle du système de détection utilisé au niveau de l'installation est de prévenir la présence d'un venue, il est composé de :

- Débitmètre dans la goulotte : mesure du débit de retour de la boue (1) ;
- Détecteur de la vitesse d'avancement ROP : détecte le changement de vitesse d'outil dans la formation (2) ;
- Détecteur de niveau dans les bacs (flotteur) : mesure du niveau de la boue dans le bac de manœuvre (Trip Tank) (3) ;
- Compteurs de coups de pompe (SPM) : munis éventuellement d'un totaliseur permettent de faire des bêlants volumiques pendant les opérations de contrôle des venues (4) ;
- Détecteur de gaz portable (Dégazeur) : il permet la détection de gaz, il comporte en général une alarme (5) ;
- La mesure de la densité est effectuée manuellement (échantillonnage Mud weight in, out), cette dernière met en évidence la venue d'un effluent dont la densité est



différente de celle de fluide d'injection. Pour améliorer la surveillance, on mesure la densité à l'entrée et à la sortie du puits (6);

- Trip sheet (feuille de manœuvre) (7) : enregistre les volumes de boue dans le puits lors de manœuvre (monte et descente de garniture) (voir annexe 01).

✓ **Système de prévention** contre les sources d'inflammation (8)

Pour éviter les accidents provoqués par le courant électrique (étincelles) ainsi que l'électricité statique, l'entreprise a relié soigneusement à la terre tous les objets métalliques, l'isolation des conducteurs, l'utilisation des équipements antidéflagrant et les outils en bronze.

✓ **Système de contrôle** (9)

Le système de contrôle est fait pour éviter l'éruption, il est constitué de :

- BOP
- Unité de KOMMEY
- Le manifold

✚ **Barrières organisationnelles** (10)

Pour assurer une sécurité précoce il est nécessaire de compléter les barrières techniques par des barrières organisationnelles, ces dernières constituent :

- Les procédures d'entretien, maintenance et d'inspection des équipements d'exploitation et de la sécurité;
- La formation de personnel ;
- le programme sécurité au travail par l'observation préventive ;
- Tests et contrôle ;
- Les instructions HSE (programme coupe câble, permis de travail (ptw) (voir annexe 03), signalisation de sécurité)
- Contrôle des caractéristiques de la boue (échantillonnage);
- Consignes de sécurité ;
- exercices de simulation ;...

B/ Les Barrières de protection

La protection est la procédure qui vient après l'échec de la prévention dans le but de réduire la gravité des conséquences de l'accident, alors l'entreprise dispose des moyens de protection suivants :



 *Barrières technique*

Ces barrières sont constituées de :

- Les EPI : les équipements de protection individuel, qui serrent à réduire la gravite des blessures corporelles (Brûlures) (11) ;
- Les équipements et moyens d'extinction : qui serrent à éliminer un début d'incendie (12) ;

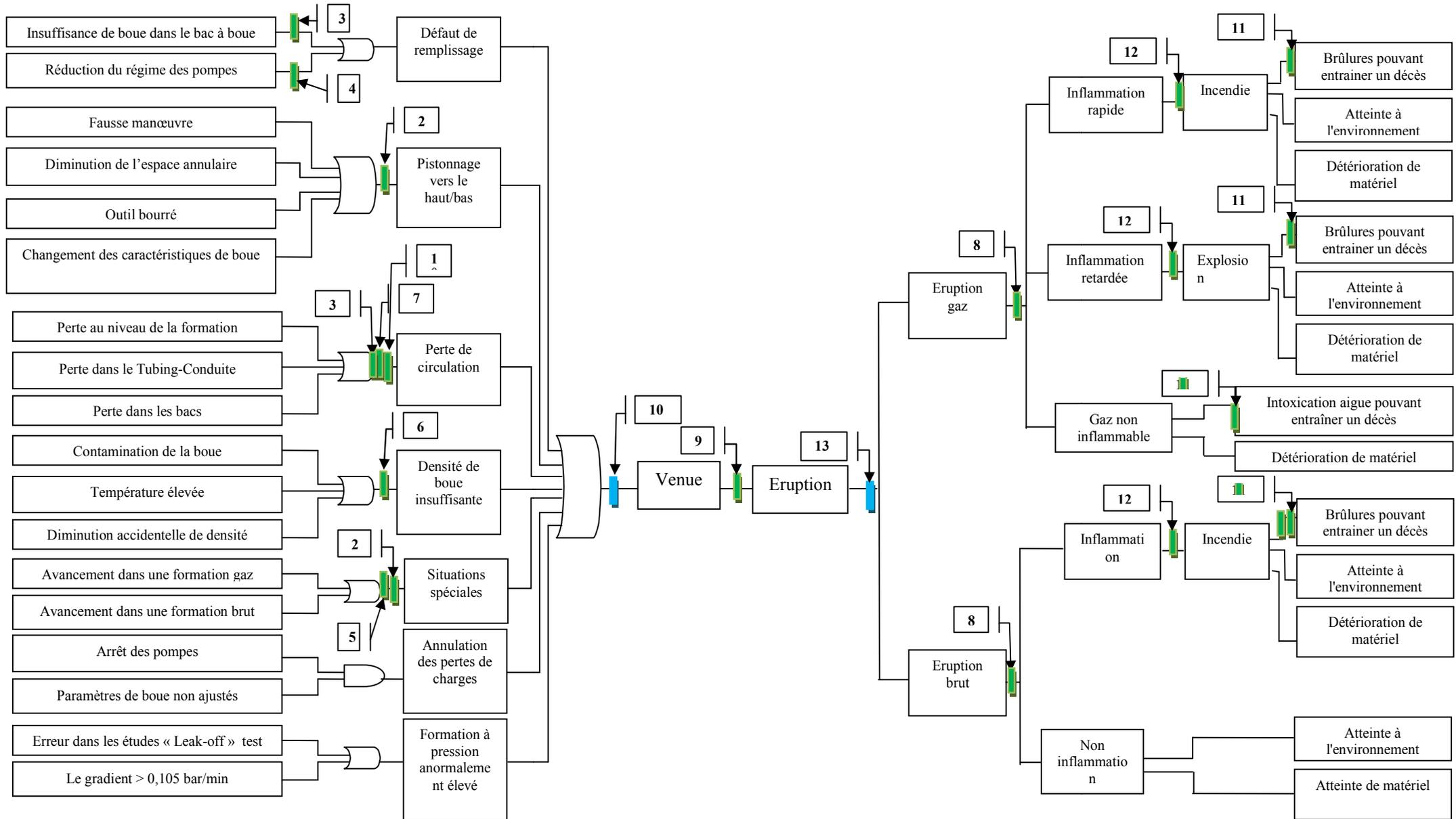
 *Barrières organisationnelles* (13)

Ces barrières présentent un complément des barrières techniques pour assurer une pérennité du système de protection et sont incluses dans :

- Moyens de premier secours (infirmierie, ambulance)
- PII, PPI



3.14 Emplacement des barrières de sécurité



Conclusion

L'étude que j'ai réalisé au sien de SONATRACH , au niveau de chantier de forage, sur la possibilité d'améliorer la maitrise des risques , elle ma permis de constater que les mesures de prévention ont une très grande importance , soit pour les personnels ,ainsi que pour les installations , surtout dans un milieu ou les risques sont très présents .

Selon l'étude j'ai déduis que l'éruption est l'évènement majeur qui présente des conséquences les plus critiques, cela il ma permit d'appliquer un outil d'analyse qui est le nœud papillon pour déciller tous les scénarios conduisant à un accident majeur et les mesure de sécurité mises en place.

L'établissement d'un programme de prévention c'est une nécessité , pour améliorer la santé et la sécurité sur les chantier de forage , qui consiste à implanter au niveau organisationnel et technique un ensemble des mesures dans le but d'éliminer tous ce qu'est préjudiciable , et aussi qui vise à la sensibilisation des membres de l'équipe, qui sont un élément clés de la réussite de programme de prévention , sur leur propre sécurité , celle de puits et des équipements qu'ils mettent en œuvre.

Recommandation

Afin d'assurer l'amélioration la maîtrise des risque et assurer la santé et la sécurité au travail ; au sien de SONATRACH ; et spécialement au niveau de chantier de forage j'ai proposé quelques recommandations qui sont :

- La formation et l'information de personnel des risques entourant l'installation, et intégrer l'aspect sécurité comme une base essentiel dans la formation pour l'adaptation au poste de travail.
- Améliorer le niveau d'intervention par des exercices de simulation avec la correction de chaque erreur
- Amélioration des conditions de travail.
- Respecter la réglementation ; la loi des mines ; et la norme API lors d'élaboration des procédures de l'entreprise
- Mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la sécurité des activités ; la protection de l'environnement ; et la santé des travailleurs
- Maintenance et inspection périodique de tous les équipements de l'appareil de forage
- Etablir le benchmarking

Annexe 02

Méthode de contrôle d'une venue

Plusieurs méthodes de contrôle ont été développées au fil des années pour traiter diverses situations de venues.

Ces méthodes de contrôle ont le même principe de base qui consiste à maintenir une pression au fond constante et égale ou légèrement supérieure à la pression de pores durant toute la durée du contrôle. Elles diffèrent les unes des autres par la procédure de mise en œuvre de ce principe.

DRILLER'S METHOD

La Driller's Method est la méthode la plus anciennement utilisée, elle est considérée comme étant la méthode la plus simple à mettre en œuvre du fait que le contrôle peut se faire immédiatement après la fermeture du puits sans préparation spéciale.

Cette méthode se réalise en deux cycles:

- **Premier cycle**

EVACUER LA VENUE AVEC LA BOUE DE DENSITE INITIALE (d_1) EN CIRCULANT SOUS DUSES.

- **Deuxième cycle**

REPLACER LA BOUE DE DENSITE INITIALE (d_1) PAR LA BOUE DE DENSITE REQUISE (d_r) POUR EQUILIBRER LA PRESSION DE PORES EN CIRCULANT SOUS DUSES.

Wait and Weight Method

La Wait and Weight Method est une autre technique de contrôle de venues ayant le même principe de base que la driller's method. La procédure de cette méthode consiste à évacuer la venue avec la boue de densité requise en une seule circulation.

Cette méthode se réalise en un seul cycle:

**EVACUER LA VENUE AVEC LA BOUE DE DENSITE REQUISE
(dr) EN CIRCULANT SOUS DUSES.**

Permis de travail

 PERMIS D'OPÉRATIONS DE LEVAGE		Permis N°:
(Cochez la case appropriée)		Ordre de travail N°:
1 DEMANDE D'EXÉCUTION D'OPÉRATIONS DE LEVAGE		
Chantier/Structure:	Installation/Équipement:	Appareil de levage utilisé
Classification de la zone: Zone 0 <input type="checkbox"/> Zone 1 <input type="checkbox"/> Zone 2 <input type="checkbox"/> Non classée <input checked="" type="checkbox"/>		Grue <input type="checkbox"/> Palan <input type="checkbox"/>
Description de l'opération de levage:		Autre(Spécifier):
Poids total de la charge (Kg):		Date de la dernière inspection de l'appareil:
Schémas et procédures de levage joints:		Personnel d'Exécution
Début prévu: Date:	Fin prévue: Date:	Entreprise extérieure:
Discipline		Préciser:
Électricité <input type="checkbox"/>	Mécanique <input type="checkbox"/>	Responsable d'Exécution:
Inspection <input type="checkbox"/>	Puits <input type="checkbox"/>	
Permis demandé par <input type="checkbox"/>		Nom du conducteur:
Nom:	Fonction:	No. de certification du conducteur:
Date:	Signature:	
2 PERMIS ET CERTIFICATS ASSOCIÉS		
Permis:	Permis:	Certificat:
Permis:	Permis:	Certificat:
Permis:	Permis:	Certificat:
3 ÉVALUATION DE RISQUES		
3.1 Dangers	3.2 Mesures à prendre	3.3 Points à vérifier avant et pendant le levage
Transport de charge au dessus de personnes	Procédure de levage	Inspection des points de fixation
Transport de charge au dessus d'infrastructures	Plan de levage	Inspection des élingues et anneaux
Transport de charge au-dessus d'installations de production en service	Confirmation du poids de la charge à soulever	Inspection cordes de manœuvre
Transport de charge au voisinage d'installations électrique non isolées	Détermination du type d'élingues qui convient à la charge	Créage de la charge par personne compétente
Levage multiple / en tandem	Opérateur de l'appareil de levage compétent et agréé	Inspection de l'appareil de levage
Levage à grue à grande puissance	Agent pour donner signaux de manœuvre	Test des sécurités de l'appareil de levage
Charge de grande dimension	Autres (Spécifier):	Barrer la route à la circulation des véhicules
Travail à la limite de capacité de l'appareil de levage	<input type="checkbox"/>	Barrer la route à la circulation des personnes
Conditions de l'appareil de levage	<input type="checkbox"/>	Moyen de communication radio
Conditions des élingues et accessoires de levage	<input type="checkbox"/> Évaluation de risques plus approfondie	Accessibilité aux équipements d'intervention incendie
Qualification du personnel	Ref No:	Maintien des accès dégagés
Accessibilité / Visibilité (trajet de la charge)	<input type="checkbox"/> Endossement par l'Asset Manager	Autres (Spécifier):
Vent/météo	<input type="checkbox"/>	
Autres (Spécifier):	<input type="checkbox"/>	
4 APPROBATION DU PERMIS		
Le permis est approuvé pour une période de :		
(Jours consécutifs) (Période maximale d'approbation possible: 7 jours consécutifs) à compter du		
Date:		
sous réserve que toutes les précautions énumérées dans l'évaluation de risques soient prises et que les conditions du permis restent inchangées.		
Chef du chantier/Resp. structure	Nom:	Fonction:
Structure Sécurité	Nom:	Fonction:
	Date:	Signature:
	Date:	Signature:
5 AUTORISATION DU DÉBUT DES OPERATIONS DE LEVAGE PAR Le Responsable du Chantier/Structure		
Je, Chef du chantier/Resp. structure, déclare avoir personnellement contrôlé le site de travail ainsi que les précautions, et autorise le début des opérations de levage.		
Nom:	Fonction:	Signature:
Période de validité du permis (Un Poste maximum)		
Du Date:		
Heure:		
Au Date:		
Heure:		
6 ACCEPTATION DU PERMIS PAR LE RESPONSABLE D'EXÉCUTION		
Je, Responsable d'Exécution, déclare avoir lu et compris les précautions. Je m'engage à les respecter et à les faire respecter par l'ensemble de mon personnel.		
Nom:	Fonction:	Signature:
Date & heure:		
7 REVALIDATION DU PERMIS		
Toutes les autorisations de continuation/reprise des opérations de levage doivent être enregistrées au verso du permis		
8 DÉCLARATION DE SUSPENSION DES OPERATIONS DE LEVAGE ET ANNULLATION DE PERMIS		
Les opérations de levage sont suspendues pour les raisons suivantes:		
Le permis doit être annulé (Aller à la section 11 du permis)		
Nom:	Fonction:	Signature:
Date:	Heure:	
9 DÉCLARATION DE LA FIN DES TRAVAUX DE LEVAGE PAR LE RESPONSABLE D'EXÉCUTION		
Les opérations de levage sont terminées.		
Nom:	Fonction:	Signature:
Date:	Heure:	
10 VÉRIFICATION ET APPROBATION DE LA FIN DES OPERATIONS DE LEVAGE PAR LE Chef du Chantier/Responsable Structure		
Les opérations de levage sont terminées.		
Nom:	Fonction:	Signature:
Date:	Heure:	
11 ENREGISTREMENT DE LA FIN DES OPERATIONS DE LEVAGE ET ANNULLATION DU PERMIS		
Les opérations de levage sont terminées		
Les opérations de levage ne sont pas terminées, un nouveau permis est nécessaire pour terminer ces opérations.		
Toutes les copies du permis ont été rassemblées, ce permis est annulé.		
Nom:	Fonction:	Signature:
Date:	Heure:	

 ENTP	<h1>SAFETY INFO</h1>	Page5 sur 6
		Date d'effet : 15/12/2013
		Structure :01/DQHSE/18

Informations sur l'accident/incident			
Activité: DTM			
Lieu d'accident/incident : ...Camp de vie			
Date de l'accident/incident :	Heure :	N° Rapport Accident/Incident :	
Dommmages	<input type="checkbox"/> Corporel	X Matériel	<input type="checkbox"/> Pollution
Estimation du potentiel de gravité	<input type="checkbox"/> Elevé	X Moyen	<input type="checkbox"/> Faible

Circonstances de l'accident :

..

Dommmages Corporels :

..

Dommmages matériels :

..

Dommmages à l'environnement :

Causes de l'incident :

Recommandations et actions correctives :

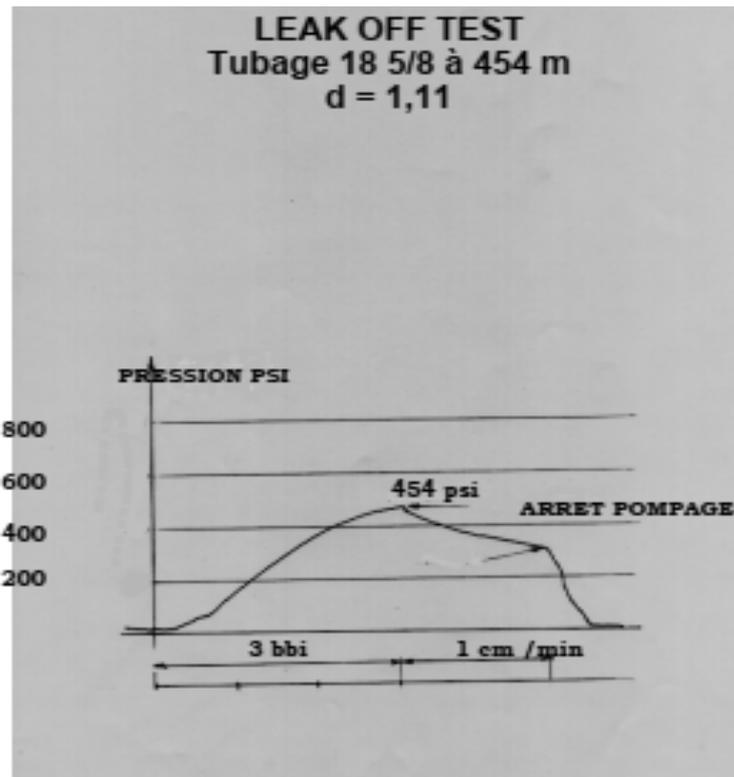
Annexe 05

Leak of test

Le Leak off test (LOT) est une mesure de la résistance du découvert. Cette mesure permet de vérifier la faisabilité de la phase de forage en cours.

La méthode consiste à monter en pression le découvert du puits jusqu'à la pression de craquage de la formation ou jusqu'à la pression d'injectivité de la formation

La pression de craquage exprimée en densité équivalente, est calculée en tenant compte de la densité de la boue présente dans le puits au moment du test.



Bibliographie

- [1] « Gestion des risques de l'entreprise B. BARTHELEMY et J. QUIBEL. Techniques d'Ingénieur AG 1 100 »
- [2] « Décret exécutif N° 06-198 du 31 mai 2006 »
- [3] « Elaboration des études de dangers & Termes de référence du MATE «Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement » SH/DC-HSE/SM/0004 Guide-line Juillet 2004 »
- [4] Journal officiel Algérien.
- [5] Sécurité des procédés chimiques. LAURENT_Edition TEC & DOC 2003
- [6] Méthode d'analyse des risques générés par une installation industrielle. INERIS_DRA_P46055_Ω 7. 2006
- [7] Sécurité fonctionnelle des systèmes industrielles VILLEMEUR Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France, n°67, Edition Eyrolles, 1988.
- [8] Techniques d'exploitation pétrolière-Le forage_-J.-P. NGUYEN_Edition TECHNIP 1993.
- [9] Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle», **O.SALVI, E BERNUCHON** (Direction des risques accidentels). **(DRA-35) Ω-7 INERIS 2003.**
- [10] FORMATION JDF SONATRACH, Division Forage, Département Formation
- [11] site internet de SONATARCH /www.sonatrach.dz
- [12] Document de formation ENTP sur les venues
- Autres :**
- Rapport d'implantation du puits GEAN#2
 - Well control de l'entreprise **ENTP**
 - Formulaire de foreur Gilles GABOLDE, Jean-Paul NGUYEN, publications de l'institut français du pétrole, édition **1989**
 - Les cours de **M^f ACHAK (NAFTOGAZ)**

Chapitre 01

Présentation Générale

Chapitre 02

Gestion des risques

Chapitre 03

*Concept de la venue et de
l'éruption*

*Application de la méthode
Nœud de Papillon*

CONCLUSION

SOMMAIRE

ANNEXE