

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



Université DE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES HYDROCARBURES, DES ENERGIES  
RENOUVELABLES, DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS



DEPARTEMENT DE FORAGE ET MECANIQUE DES CHANTIERS PETROLIERS

**Mémoire de fin d'étude**

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER PROFESSIONNEL**

Domaine : Hydrocarbures

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Mcp

Présenté par :

- BOULAHIA Abderrahim
- ZOBIRI Yacine
- TOUAM Mohamed

**Thème**

ETUDE ET MAINTENANCE ET OPTIMISATION D'UN  
DISPOSITIF DE SÉCURITÉ PÉTROLIÈRE(KOMMEY)

Soutenu publiquement le : 15/06/2019, devant le jury composé de :

Mr. LAANANI SADEK

UKM Ouargla

Président

Mr. KHANTOT ABD ELKADER

UKM Ouargla

Examinateur

Mr. ZIARI SABER

UKM Ouargla

Encadreur

**Année Universitaire : 2018 /2019**

# RESUME

Le KOOMEY est un équipement le plus infailible pour la fermeture et l'ouverture rapide des obturateurs du puits, et sur les vannes hydrauliques pendant le forage et en cas d'éruption et pour simplifier description fonctionnelle de l'unité, elle sera découpée en 8 sous ensemble principaux

1. Module accumulateur (unité type)
2. Module de pompage pneumatique
3. Module de pompage électrique
4. Collecteur de contrôle hydraulique
5. Module d'interface
6. Panneau(x) de télécommande pneumatique
7. Module(s) d'interconnexion
8. Alarmes

A prés cette étude qui ce fait en va classifies les principes fonctionnement de l'unité en cinq catégories :

1. Appareillage air
2. Appareillage électrique
3. Manifold mâchoires vannes
4. Manifold annulaire
5. partie accumulation

Et dans ce dernier concluent quelles conditions de travail respectent et l'entretien périodique de la machine peuvent obtenir la plus longue durée de vie de la machine.

# *Dédicaces*

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :*

- ❖ *A l'être le plus cher de ma vie, ma mère.*
- ❖ *A celui qui ma fait de moi un homme, mon père.*
- ❖ *A ma sœur et ma fiancée et tadjjo, maram, nada, chahd et Mohammed*
- ❖ *A tout ma famille*
- ❖ *A tous mes amis sur tout Abdenour et Lamin*
- ❖ *A toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

**BOULAHIA ABDERRAHIM**

# *Dédicaces*

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :*

- ❖ *A l'être le plus cher de ma vie, ma mère.*
- ❖ *A celui qui ma fait de moi un homme, mon père.*
- ❖ *A mes frères*
- ❖ *A mes sœurs*
- ❖ *A tous mes amis*
- ❖ *A toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

*M'HAMED TOUAM*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon cher Père et A ma chère Mère*

*A mes chers Frères et A mes chères sœurs*

*A mes chères et fidèles amies*

*A toute la promotion Mcp2018-2019.*

# Remerciements

*Je saisi cette opportunité pour remercier en premier lieu mon encadreur **Mr. ZIARI SABER**, pour tout ce qu'elle a fait pour moi, en me conseillant, en m'aidant et en m'assistant le long du chemin de ce projet de fin d'études.*

*Je remercie par la même occasion les membres du Jury, pour l'intérêt qu'ils ont montré en acceptant de lire et d'examiner ce modeste travail.*

*Un grand merci à tous les enseignants de département génie des procédés qui n'ont pas cessé un instant à contribuer à la bonne marche de ce travail.*

*Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

# Table des matières

Resum	i
Dédicaces	v
Remerciement	v
table des matières	viii
Liste des tableaux	vi
liste des figure	x
introduction générale	1
<b>Chapitre I :Étude technologique de l'unité d'accumulation</b>	<b>4</b>
I.1 Présentation d'un système d'accumulateur	4
I.1.1 Généralité	4
I.1.2 Description d'une unité standard	5
I.1.3 Accumulateur d'énergie hydraulique	6
I.1.4 Réservoir	7
I.1.5 Tuyauteries de l'accumulateur	8
I.1.6 Châssis principal	8
I.1.7 Module de pompage pneumatique	8
I.1.8 Module de pompage électrique	9
I.1.9 Collecteur de contrôle hydraulique	10
I.1.10 Module d'interface	11
I.1.11 Panneau de commande pneumatique	12
<b>Chapitre II :Maintenance de unit d'accumulation</b>	<b>15</b>
II.1 Entretien préventif	15
II.1.1 Accumulateurs	15
II.1.2 Module d'accumulateur	17

II.1.3	Pompe électrique	19
II.1.4	Collecteur de commande hydraulique	20
II.1.5	Panneaux de Commande pneumatique	21
II.2	Programme d'entretien de l'unité de commande	22
II.3	Dépannage	23
II.3.1	Accumulateurs	23
II.3.2	Alimentation en air	24
II.3.3	Pompes	26
II.3.4	Manomètres	32
II.4	La sécurité de koomey	34
II.4.1	Les alarmes	34
<b>Chapitre III</b>	<b>Modélisation géométrique</b>	<b>37</b>
III.1	Modélisation des différentes pièces de notre accumulateur	37
<b>Chapitre IV</b>	<b>Simulation et interprétation</b>	<b>43</b>
IV.1	Introduction	43
IV.2	Informations sur le modèle	43
IV.3	Propriétés de l'étude	45
IV.4	Unités	45
IV.5	Propriétés du matériau	45
IV.6	Actions extérieures	46
IV.7	Informations sur le maillage	47
IV.8	Forces résultantes	48
IV.8.1	Forces de réaction	48
IV.8.2	Moments de réaction	48
IV.9	Résultats de l'étude	49
IV.9.1	Contours de contraintes	49
IV.9.2	Contours de déplacement	50
IV.10	Interprétation des résultats	51
IV.10.1	Déplacement suivant l'axe X	52
IV.10.2	Déplacement suivant l'axe Z	52
Conclusion générale		54
Annexe		55
Bibliographie		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

# Liste des Tableaux

<b>Tableau II.1:</b> Programme d'entretien de l'unité de commande.....	22
<b>Tableau IV.1:</b> Informations générales sur le modèle étudié.....	44
<b>Tableau IV.2:</b> Propriétés de l'étude. ....	45
<b>Tableau IV.3:</b> Système d'unités choisi.....	45
<b>Tableau IV.4:</b> Les propriétés du matériau étudié.....	46
<b>Tableau IV.5:</b> Les actions extérieures. ....	46
<b>Tableau IV.6:</b> Informations générales sur le maillage choisi. ....	47
<b>Tableau IV.7:</b> Informations détaillés sur le maillage choisi.....	47
<b>Tableau IV.8:</b> Forces de réaction. ....	48
<b>Tableau IV.9:</b> Moments de réaction.....	48
<b>Tableau IV.10:</b> Contours de contraintes sur la surface de l'accumulateur. ....	49
<b>Tableau IV.11:</b> Distribution de déplacement sur l'accumulateur. ....	50
<b>Tableau IV.12:</b> Distribution de déformation sur l'accumulateur. ....	50
<b>Tableau IV.13:</b> Les résultats de simulation obtenus. ....	51

# Liste des Figures

<b>Figure I-1:</b> Schéma présentatif d'un module Accumulateur. ....	5
<b>Figure I-2:</b> Schéma du module accumulateur KOOMEY. ....	5
<b>Figure I-3:</b> Schéma d'une bouteille de l'accumulateur. ....	7
<b>Figure I-4:</b> Schéma présentatif d'un réservoir de fluide. ....	8
<b>Figure I-5:</b> Module de Pompage Pneumatique. ....	9
<b>Figure I-6 :</b> Module de Pompage Electrique. ....	10
<b>Figure I-7:</b> Collecteur de contrôle hydraulique. ....	11
<b>Figure I-8:</b> Module d'interface. ....	12
<b>Figure I-9:</b> Panneau de commande du foreur. ....	13
<b>Figure II-0-1:</b> Schéma illustre un incendie dans un chantier pétrolière. ....	35
<b>Figure IV-1:</b> Variation de déplacement suivant x en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur. ....	52
<b>Figure IV-2:</b> Variation de déplacement suivant z en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur. ....	53
<b>Figure IV-3:</b> Comparaison de la variation de déplacement suivant x et z en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur. ....	53

# Introduction générale

Les trois quarts des besoins énergétiques mondiaux sont fournis par les hydrocarbures, dont les consommations ne cessent d'augmenter, de ce fait et depuis presque un siècle on ne s'arrête de développer et d'améliorer les méthodes et technique concernant leur extraction.

Le forage est l'opération la plus délicate et la plus coûteuse du processus d'exploitation de cette énergie, mais en forant ces puits en terre ou en mer (offshore), on est confronté à des problèmes divers (mécaniques, hydrauliques tels que les coincements, les pertes de boue et les venues d'effluents).

Il n'existe pas de procédure particulière de contrôle.

Les méthodes et les moyens utilisés sont très divers et devront être soigneusement adaptés à chaque cas.

Une venue incontrôlée (éruption) s'avèrera catastrophique en plus des pertes matérielles ou parfois des pertes de vies humaines. D'où la nécessité d'avoir un équipement adéquat et un personnel qualifié et entraîné pour confronter de tels problèmes.

La pression hydrostatique appliquée sur la formation par la colonne de fluide de forage constitue le facteur principal provoquant l'éruption d'un puits.

L'unité de commande hydraulique (KOOMEY) a pour rôle d'assurer la fermeture et l'ouverture de chaque fondation d'une façon efficace, rapide et facile et si nécessaire sans avoir à utiliser d'énergie extérieure.

Pour ces raisons nous avons choisi pour thème de notre mémoire de fin d'étude :

<<Étude et maintenance et optimisation d'un dispositif de sécurité pétrolière KOMMEY  
>>.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier et d'optimiser d'un dispositif de sécurité pétrolière KOMMEY. Notre contribution de l'optimisation consiste à trouver une valeur optimale de l'épaisseur de conception mécanique de ce dispositif (KOMMY) qui résiste le maximum le déplacement et les contraintes. Pour cela, nous avons utilisé une méthode numérique en utilisant un logiciel commercial (SolidWorks). Dans cette méthode, la géométrie 3D de l'accumulateur a été conçu et modélisé en se basant sur sa géométrie réelle.

La simulation numérique couvre différentes valeurs d'épaisseur variant de 5 jusqu'à 30 mm. La simulation numérique permettra d'obtenir la valeur optimale de conception industrielle du dispositif étudié.

Ce travail se compose en quatre chapitres répartis comme suit :

Le premier chapitre présente un rappel bibliographique couvrant quelques généralités de base sur la technologie de l'unité de l'accumulateur.

Dans le deuxième chapitre on va présenter généralités sur la maintenance de l'unit de l'accumulateur étudié.

Le troisième chapitre expose la méthode numérique effectuée ainsi que les étapes de la modélisation de l'accumulateur.

Dans le quatrième chapitre on va présenter les résultats numériques obtenus ainsi que l'interprétation de ces résultats seront discutées.

Enfin, ce travail se termine par une conclusion générale rassemblant l'ensemble des résultats obtenus dans ce travail.



# *Chapitre* **I**

---

*Étude technologique de  
l'unité d'accumulation*

---



# **Chapitre I :**

# **Étude technologique de l'unité d'accumulation**

## **I.1 Présentation d'un système d'accumulateur**

### **I.1.1 Généralité**

Un système de contrôle de bloc obturateur de puits (BOP) est un dispositif hydraulique à haute pression équipé de vannes de contrôle directionnelle pour contrôler les à-coups de pression et éviter les éruptions lors des opérations de forage. ABB Offshore système INC. Offre une gamme variée d'équipement BOP pour répondre aux critères opérationnels et économique particuliers de nos clients. Le texte ci-après fournit une brève description de l'équipement ainsi que les données et procédures requises pour permettre la détermination de la taille correcte et la sélection d'un système de contrôle de BOP sur et faible.

Le système de commande fournit le fluide hydraulique sous pression pour opérer les différents obturateurs de surface et les vannes annexes. La pression de fonctionnement du système habituellement utilisée est de 3000 psis. Un poste de commande à distance permettant de réaliser toutes les fonctions sera installé sur le plancher de forage. Un ou plusieurs autres postes permettant de réaliser un nombre réduit de fonctions peuvent être installés sur le chantier [3].



Figure I-1: Schéma présentatif d'un module Accumulateur.

### I.1.2 Description d'une unité standard

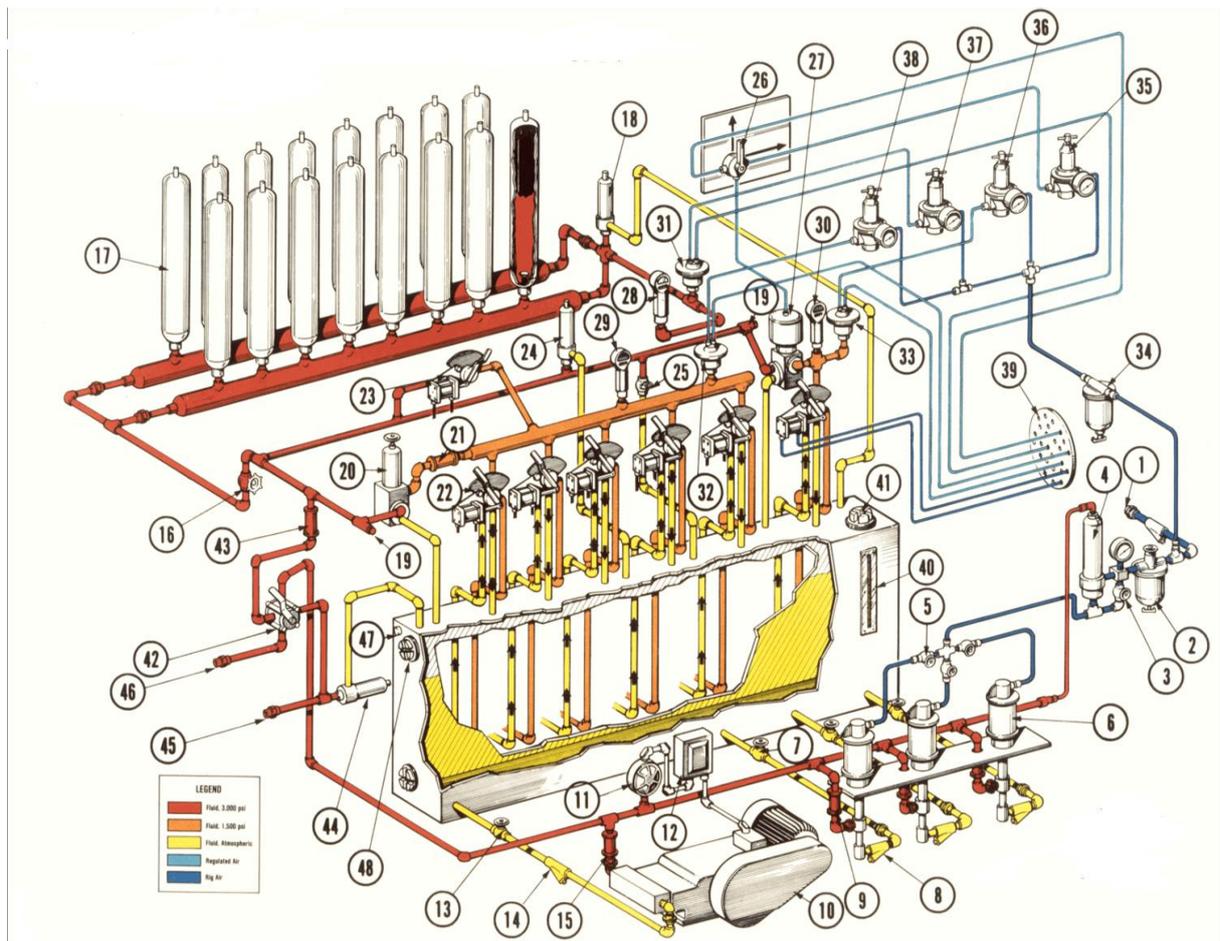


Figure I-2: Schéma du module accumulateur KOOMEY.

1	Arrivée	25	Vanne de purge
2	Huiler	26	Sélecteur à 2 positions.
3	Vanne	27	Régulateur
4	Vanne d'admission	28	Manomètre.
5	Vannes manuelles d'isolement	29	Manomètre.
6	Pompes à air	30	Manomètre
7	Vannes manuelles.	31	Transmetteurs pneumatiques.
8	Filtre à huile.	32	Transmetteurs pneumatiques.
9	Clapet anti-retour.	33	Transmetteurs pneumatiques.
10	Pompe triplex.	34	Filtre à air.
11	Manocontact.	35	Régulateur permettant.
12	Coffret de démarrage	36	Régulateurs.
13	Vanne manuelle d'isolement	37	Régulateurs.
14	Filtre à huile.	38	Régulateurs.
15	Clapet anti-retour.	39	Platine de connexion.
16	Vanne manuelle	40	Indicateur.
17	Accumulateur.	41	Bouchon.
18	Soupape de sécurité.	42	Vannes 4 voies
19	Filtre à huile.	43	Clapet anti-retour.
20	Régulateur de pression.	44	Soupape de sécurité.
21	Clapet anti-retour.	45	Ligne auxiliaire.
22	Distributeurs 4 voies	46	Ligne auxiliaire
23	Vanne	47	Retour vers le réservoir.
24	Soupape de sécurité	48	Bouchon d'inspection

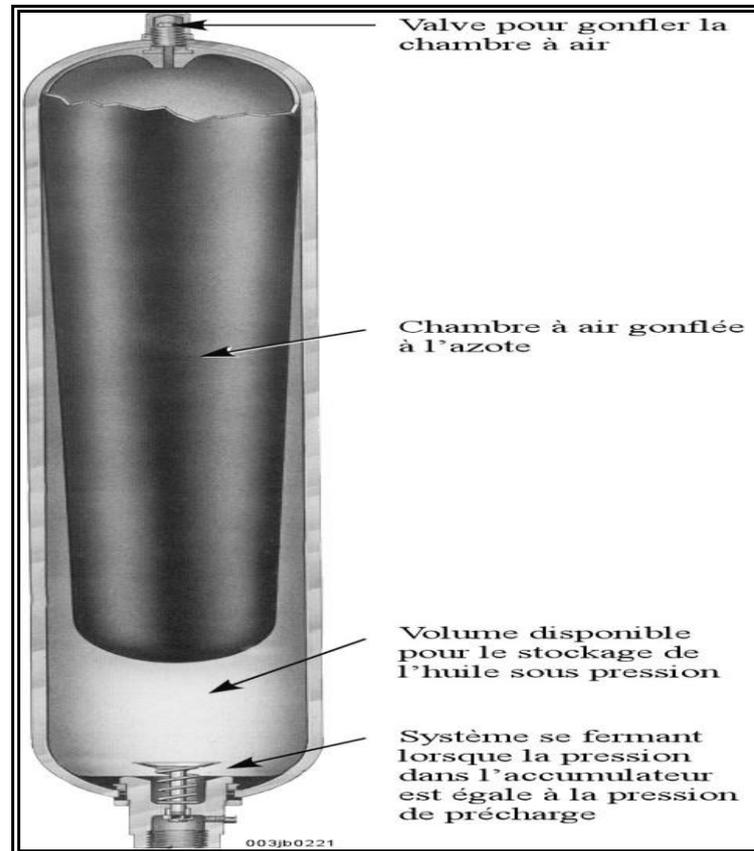
### **Tableaux des équipent de l'unité d'accumulateur (voir annexe)**

Un schéma présentatif d'un module d'accumulateur est illustré sur la figure I-2 qui représente une unité standard avec ses différents composants numéroté comme suit :

### **I.1.3 Accumulateur d'énergie hydraulique**

L'accumulateur est un ensemble d'enceintes sous pression pour le stockage du fluide à haute pression. Ils sont disponibles dans des tailles, des types, des capacités et des pressions

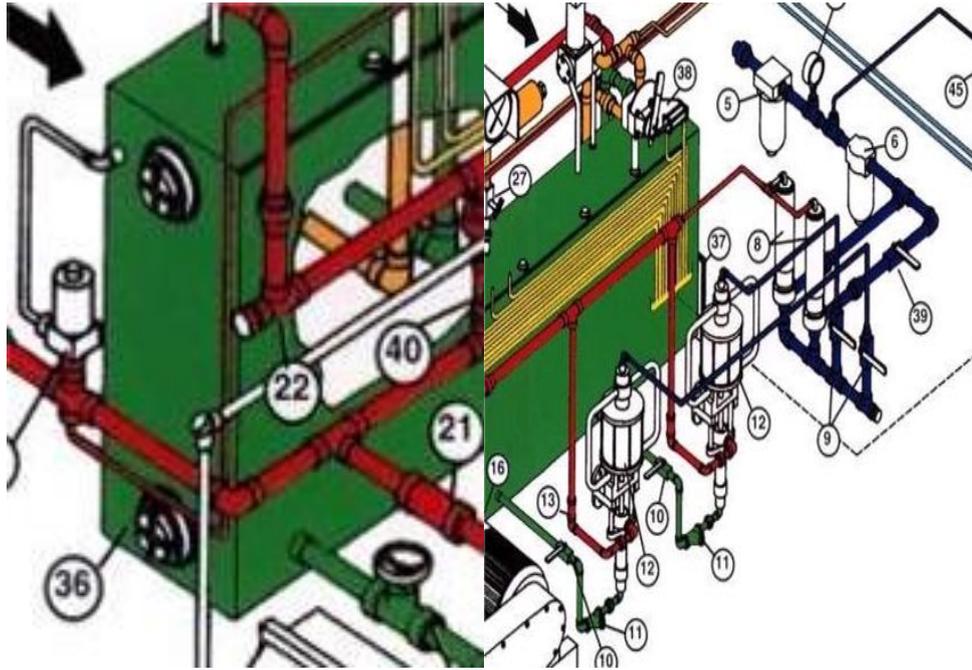
nominales variés. L'accumulateur à vessie cylindrique est le choix le plus courant de l'industrie pétrolière aujourd'hui et peut être déposée par le haut alors qu'elle est toujours montée sur le module accumulateur. Ils peuvent être réparés sur le terrain. Des accumulateurs à chargement par le bas doivent être déposés du module accumulateur pour les travaux d'entretien ou réparation[6].



**Figure I-3:**Schéma d'une bouteille de l'accumulateur [2].

### I.1.4 Réservoir

Un réservoir rectangulaire est fourni pour le stockage du fluide atmosphérique d'approvisionnement pour les pompes à haute pression. Il contient des baffles, des orifices de remplissage et de purge, une jauge visuelle de niveau du fluide, des orifices d'inspection/remplissage et un trou pour permettre le nettoyage à l'homme[6].



**Figure I-4:** Schéma présentatif d'un réservoir de fluide [6].

### **I.1.5 Tuyauteries de l'accumulateur**

Les tuyauteries relient les conduites de décharge à haute pression des pompes à l'accumulateur et au collecteur de contrôle hydraulique. Elles se composent de tubes de 1" ou 1 ½" et d'une soupape de décharge de 3 300 PSI pour protéger les accumulateurs contre des pressions excessives. Les accumulateurs de type cylindrique sont montés sur des collecteurs usinés pour minimiser les étranglements et les fuites le long des conduites. Quatre (4) collecteurs sont fournis, possédant chacun des vannes d'isolement et de purge[6].

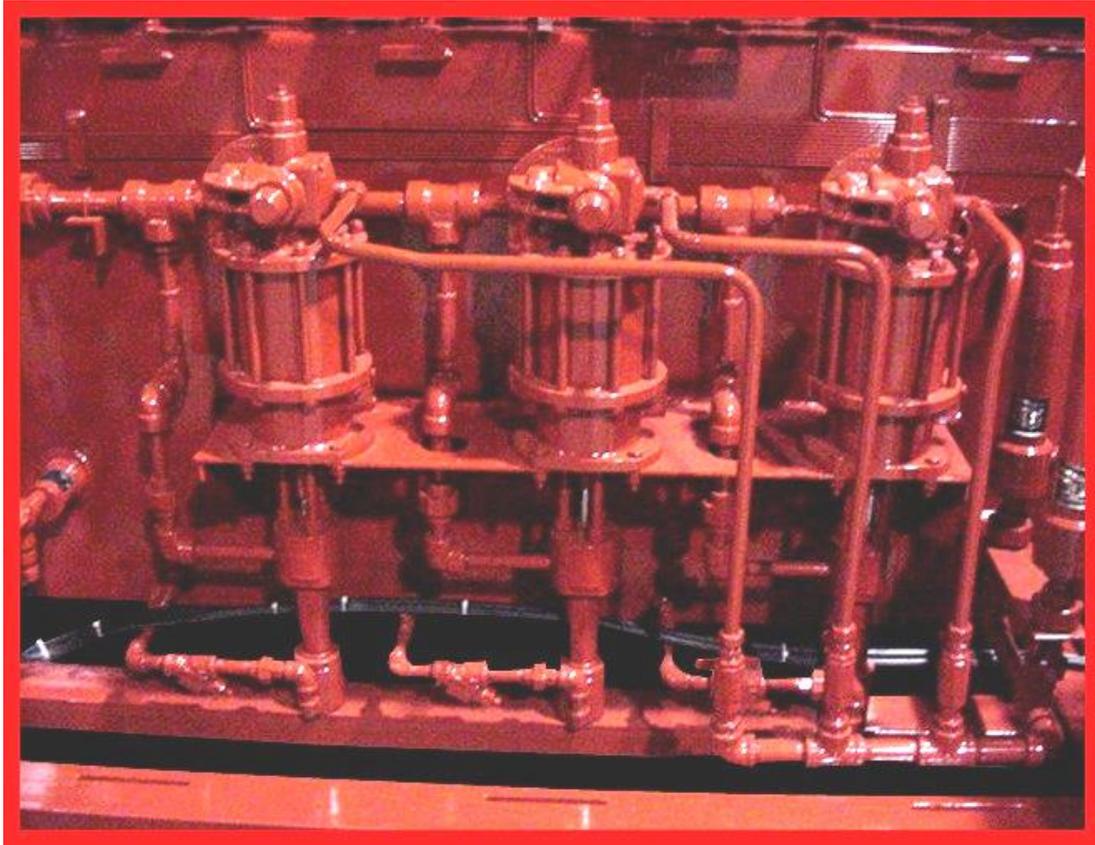
### **I.1.6 Châssis principal**

Le châssis principal est un assemblage structural en acier soudé qui fournit la base sur laquelle sont montés tous les composants qui forment le module accumulateur (c'est-à-dire les accumulateurs, le réservoir, les ensembles de pompe, le collecteur de contrôle hydraulique).

### **I.1.7 Module de pompage pneumatique**

Le module de pompage pneumatique consiste en une ou plusieurs pompes hydrauliques à commande pneumatique reliées aux tuyauteries d'accumulateur pour fournir une source de fluide de travail à de hautes pressions pour le sustenter de contrôle de BOP. La ou les pompes sont disponibles dans des tailles et des rapports variés

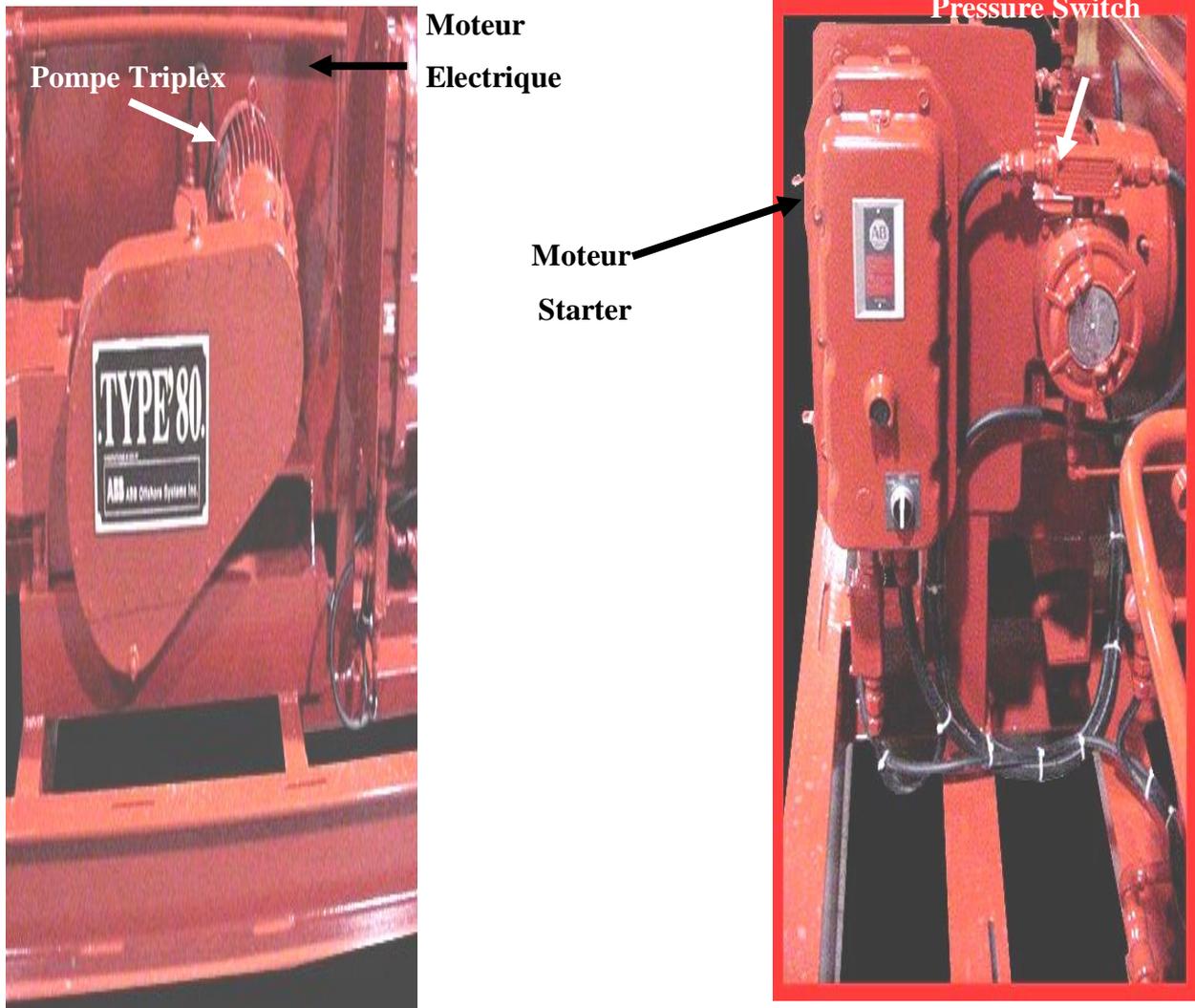
Un module de pompage pneumatique type se compose de deux (2) pompes hydrauliques à commande pneumatique de rapport avec moteur pneumatique de 8 ½"[6].



**Figure I-5:**Module de Pompage Pneumatique [2].

### **I.1.8 Module de pompage électrique**

Le module de pompage électrique consiste en une pompe alternative triplex à piston, entraînée par un moteur électrique antidéflagrant. Elle est reliée aux tuyauteries d'accumulateur pour fournir une source de fluide de travail à haute pression pour le système de contrôle de BOP. Une pompe alternative triplex comporte des cylindres de 1-1/2" et des pistons de 1-1/8". L'entraînement est assuré par un moteur électrique triphasé antidéflagrant de 15 V avec une tension alternative de fonctionnement de 230/460V ,60Hz[6].

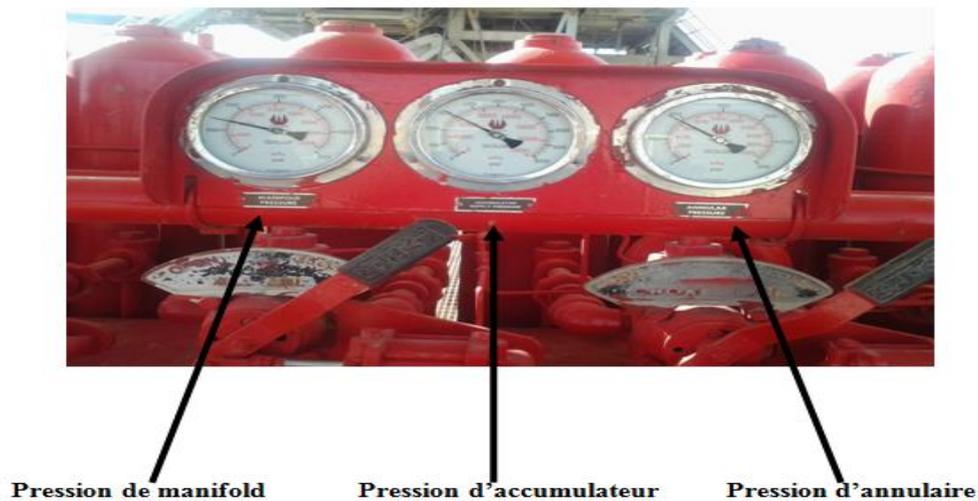


**Figure I-6 :**Module de Pompage Electrique[6].

### **I.1.9 Collecteur de contrôle hydraulique**

Un collecteur de contrôle hydraulique se compose de deux (2) détendeurs hydrauliques et de sept (7) vannes de contrôle directionnelles qui dirigent l'écoulement du fluide de travail à haute pression pour permettre à l'opérateur de contrôler les fonctions de la cheminée du BOP les deux (2) détendeurs fournis sont utilisés pour contrôler l'obturateur annulaire et les fonctions de la cheminée du BOP. Ces détendeurs réduisent la pression d'accumulateur de 3000 Psis à une pression qui est compatible avec les limitations de fonctionnement des obturateurs. Les vannes de contrôle directionnelles sont d'une taille de 1". La vanne de contrôle directionnelle annulaire pourrait avoir une taille de 1" ou 1 ½". Le collecteur comporte également trois (3) manomètres pour surveiller les pressions de fonctionnement du système de contrôle, une vanne de purge et une vanne de contournement /commande manuelle interne du détendeur du collecteur pour permettre à l'opérateur de contourner le

détendeur du collecteur et d'atteindre la pleine valeur de la pression système pour un fonctionnement en fermeture totale[6].



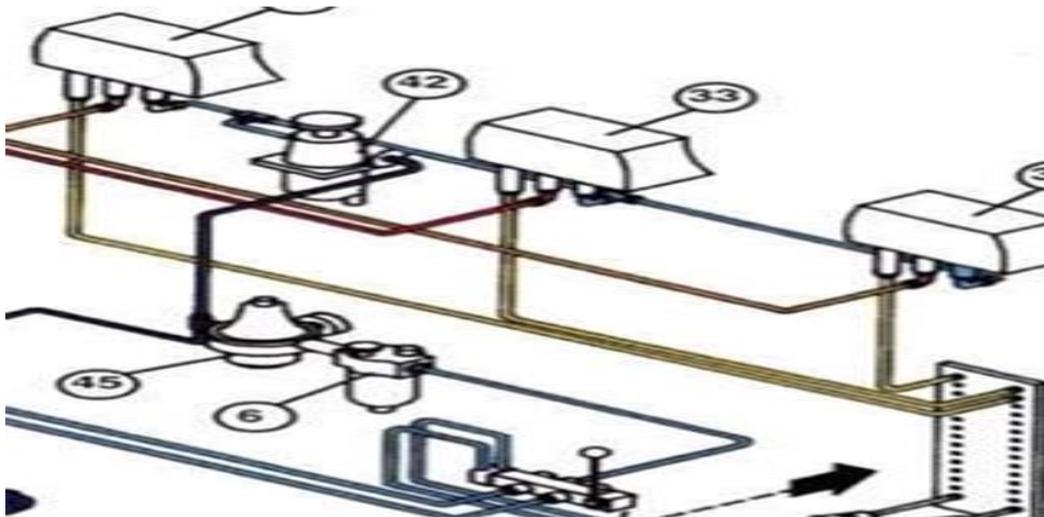
**Figure I-7:**Collecteur de contrôle hydraulique [6].

### **I.1.10 Module d'interface**

Un module d'interface est requis lorsqu'un ou plusieurs panneaux de télécommande pneumatique sont inclus dans le système de contrôle de BOP.

La télécommande pneumatique n'est pas conseillée lorsque la distance au(x) panneau(x) de télécommande pneumatique dépasse 45 m (150 ft) pour les installations offshore ou lorsque le système doit répondre aux normes API RP 16E. Un module d'interface contient les composants qui doivent être ajoutés à l'ensemble accumulateur pour un fonctionnement avec télécommande pneumatique, c'est-à-dire : des vérins pneumatiques, la moitié fixe du boîtier de branchement pneumatique et tous les tubes et raccords en acier inoxydable requis. Pour des panneaux comportant une régulation à distance et des dispositifs de suivi de la pression, un actionneur à moteur pneumatique pour le détendeur annulaire et un ensemble de transmission de la pression sont inclus.

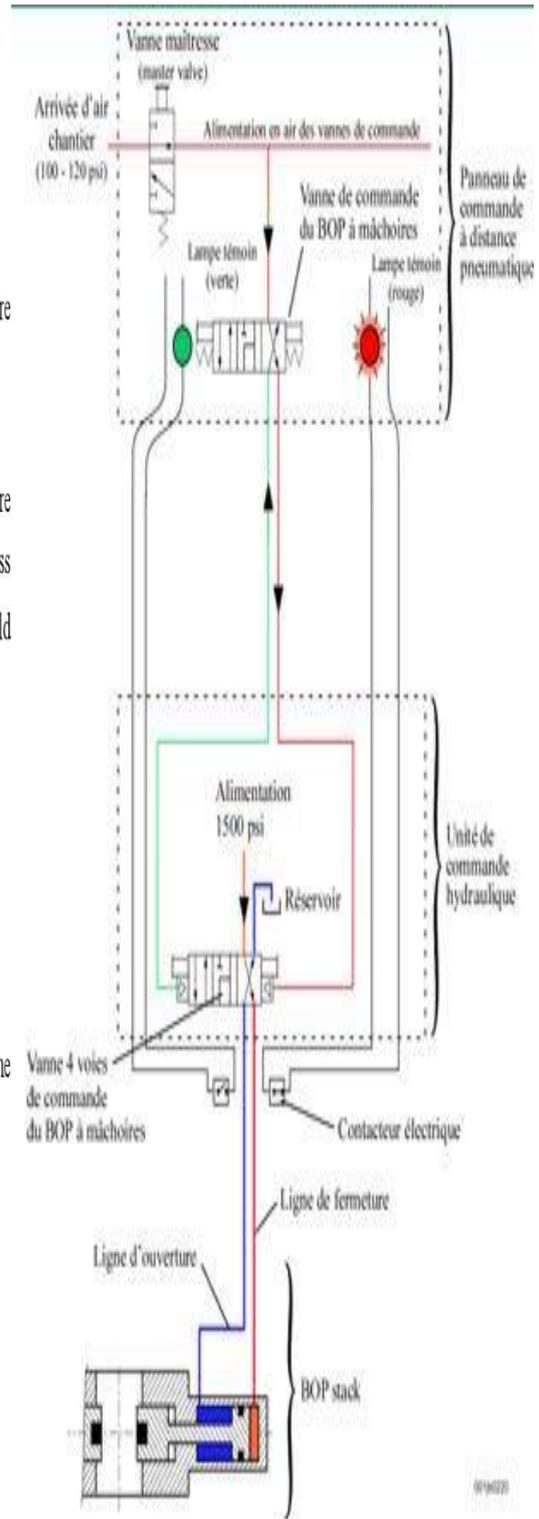
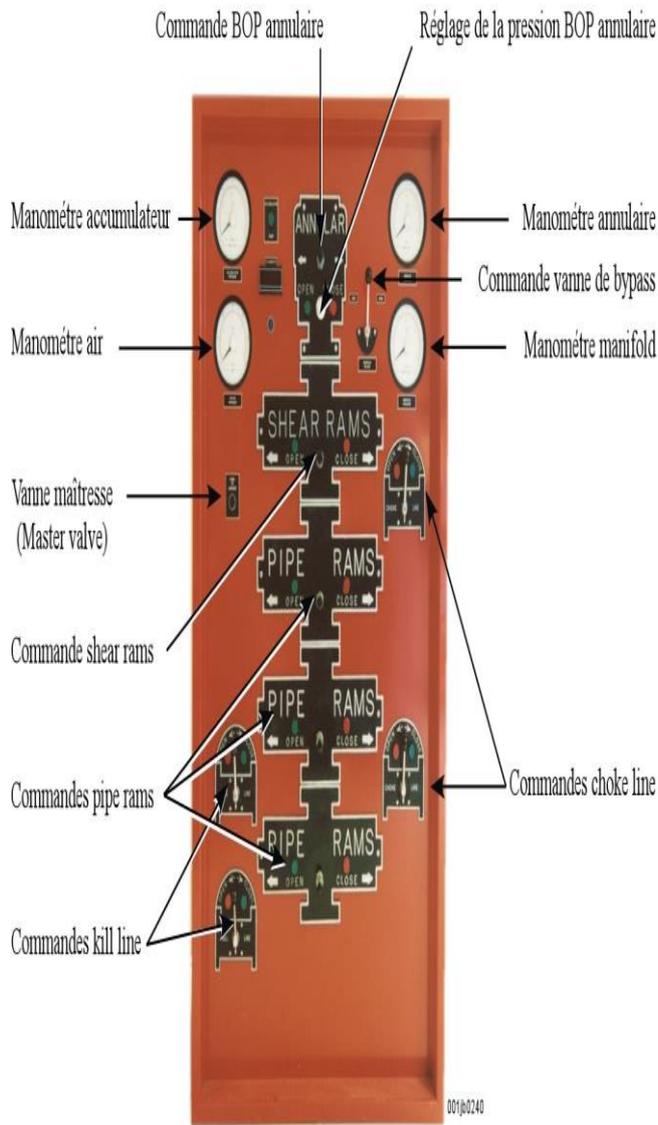
Lorsque deux (2) panneaux de contrôle sont inclus dans un système de contrôle de BOP, le module d'interface comprend également une moitié fixe supplémentaire de boîtier de branchement pneumatique et des vannes va-et-vient pneumatiques [6].



**Figure I-8:**Module d'interface [6].

### **I.1.11 Panneau de commande pneumatique**

Le ou les panneaux de télécommande pneumatique offre un contrôle partiel ou total du système BOP, en plus des fonctions de suivi de la pression, l'option de télécommande permet à l'opérateur de placer le module accumulateur dans un endroit sûr de façon à ce qu'il puisse rester opérationnel dans une situation d'urgence. Le ou les panneaux de télécommande pneumatique peut être ajouté à un système de contrôle, accroissant ainsi la sécurité des opérations de forage pour un coût minime. Il peut être fourni dans des tailles, des styles et des configurations variés pour répondre à des exigences spécifiques en matière d'espace et de fonctionnement. Les panneaux de télécommande pneumatique contiennent une vanne principale de contrôle qui doit être actionnée simultanément avec une fonction sélectionnée pour lancer le fonctionnement. Chaque panneau de télécommande pneumatique contient un nombre spécifié de vannes à contrôle pneumatique à axe élastique à quatre voies. Une source d'approvisionnement en air fournie par le client et un ou plusieurs modules d'interconnexion seront également requis [6].



**Figure I-9:** Panneau de commande du foreur [6].



# *Chapitre* **II**

---

*Maintenance de unit  
d'accumulation*

---



## **Chapitre II :**

# **Maintenance de unit d'accumulation**

### **II.1 Entretien préventif**

Un programme d'entretien programmé régulièrement doit être élaboré et mis en œuvre pour assurer un entretien correct du système de contrôle de BOP. Le programme doit être exhaustif et inclure toutes les facettes des opérations de forage. Le constructeur recommande que le système tout entier soit testé au moins une fois par semaine, en incluant au minimum un test complet des fonctions.

Lors de travaux d'entretien de routine et /ou de travaux importants d'entretien et de réparation aux alentours d'équipement haute pression et électrique, il faut veiller à assurer la sécurité de tout le personnel. Assurez-vous toujours que la pression a été complètement relâchée du système avant de commencer une réparation quelconque[1].

#### **II.1.1 Accumulateurs**

##### **A. Pré chargement des accumulateurs (type à vessie de 3000 psis) :**

Avant de procéder apuré chargement des accumulateurs, veuillez noter les points suivants :

##### **AVERTISSEMENT :**

- Ne prêchez qu'avec de l'azote gazeux pur ;

- N'utilisez jamais d'oxygène ou d'air comprimé d'atelier. Ceci est extrêmement dangereux et annulera toutes les garanties.

**N'utilisez jamais les accumulateurs sans une précharge d'azote correcte.**

**Instructions pour le préchargement :**

**Remarque :** Utilisez un ensemble de chargement et de jaugeage correct.

1. Si l'accumulateur est actuellement installé sur un système de contrôle de BOP, coupez l'alimentation électrique de l'unité et réduisez la pression hydraulique à zéro (0) psi ;
2. Si l'accumulateur n'est pas encore installé, placez une petite quantité de fluide à l'intérieur de l'accumulateur à des fins de lubrification ;

Assurez-vous que l'orifice d'entrée-sortie de l'huile est ouvert pour permettre la détente vers l'atmosphère pendant le préchargement ;

3. Déposez le capuchon protecteur (protection de vanne) et le capuchon de vanne ;
4. Fixez le mamelon et l'écrou de l'ensemble de chargement à une bouteille d'azote gazeux sec. Serrez à fond. Si le mamelon et l'écrou ne correspondent pas, vous utilisez un gaz incorrect ;
5. Fixez le mandrin à air de l'ensemble de chargement à la vanne de gaz de l'accumulateur à vessie en serrant à la main le raccord hexagonal pivotant ;
6. Tournez la poignée en « T » du mandrin à air dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce qu'elle s'arrête. Ceci ouvre le noyau de la vanne ;
7. Réglez le détendeur de la bouteille d'azote (s'il est monté) sur 25 psis ;

**Remarque :** L'utilisation d'un détendeur d'azote est fortement conseillée.

8. Ouvrez le robinet de la bouteille d'azote. Si vous n'utilisez pas de détendeur d'azote, il convient de veiller à n'ouvrir qu'à peine le robinet. Avec un détendeur, le robinet peut être ouvert complètement ;
9. Préchargez lentement (25 psis) à l'aide de l'azote gazeux jusqu'à ce que la vessie soit complètement gonflée ;

**AVERTISSEMENT :** Une précharge initiale à une pression supérieure à 25 psis peut provoquer l'éclatement de la vessie !

10. Continuez à précharger à la pression sélectionnée en augmentant **lentement** le débit de gaz ;
11. Déposez l'ensemble de chargement et de jaugeage. Vérifiez l'absence de fuites de gaz. L'utilisation d'un liquide de détection des fuites est fortement conseillée.
12. Serrez l'écrou et le contre-écrou à fond ;

13. Remplacez la protection de la vanne et le capuchon. Serrez à la main ;
14. Installez l'accumulateur sur l'appareil et vérifiez l'absence de fuites ;
15. Mettez le système sous pression.

**AVERTISSEMENT** : La précharge doit être vérifiée une fois par mois.

### **B. Capuchon de sécurité du gaz :**

Le capuchon de sécurité du gaz, s'il est fourni, est situé au sommet de la protection de vanne. Il est conçu pour être éjecté en cas de fuite au niveau de la tige de vanne. Si le capuchon est absent, vérifiez immédiatement la précharge.

Des capuchons de sécurité en métal peuvent être fournis sur certains modèles. Desserrez-les lentement au cas où le noyau de la vanne serait le siège de fuites.[1.10]

### **C. Vessie « sélective » :**

L'utilisation d'un accumulateur ne possédant pas une précharge suffisante, avec au minimum 25% de la pression de service maximale, peut amener la vessie à devenir « sélective ». Si cela devait se produire, utilisez les procédures d'entretien suivantes :

1. Relâchez la pression du système (pas la précharge de gaz) ;
2. Déposez la protection de la vanne et le capuchon ;
3. Installez le dispositif de jaugeage sur la tige de la vanne de gaz ;
4. Serrez la poignée en « T » du mandrin à air ;
5. Vérifiez la pression ;
6. Ajoutez de l'**azote gazeux sec** si nécessaire, conformément aux instructions relatives au préchargement ;
7. Pour relâcher un excédent d'azote, ouvrez la vanne de purge située au bas du dispositif de jaugeage jusqu'à ce que la valeur voulue de la pression soit atteinte.[1]

## **II.1.2 Module d'accumulateur**

Maintenance préventive de chaque composant de module accumulateur :

### **A. Réservoir de fluide :**

Le réservoir de fluide doit être vérifié à intervalles réguliers et vidangé et nettoyé pour éliminer toute accumulation de dépôts. Le fluide de contrôle doit être maintenu propre et exempt de résidus. Un fluide hydraulique SAE 10W de haute qualité ou un fluide léger approprié doit être utilisé dans l'appareil.

Pour nettoyer le réservoir :

1. Arrêtez les pompes ;
2. Ouvrez la vanne de purge et relâchez la pression du système ;
3. Vidangez le fluide de l'unité. Enlevez les boues, les dépôts visqueux ou les corps étrangers du réservoir ;
4. Rincez la totalité du système avec de l'eau chaude à 60°C (140°F) ;
5. Faites circuler un mélange d'eau chaude et de triphosphate de sodium (1 kg pour 20 L d'eau) jusqu'à ce que la boue et l'huile soient enlevées des pièces métalliques ;

**Facultatif :** Faites circuler une solution bactéricide tiède ou chaude dans le système.

6. Rincez soigneusement le système à l'eau chaude ;
7. Remplissez le système avec le mélange de fluide hydraulique ;
8. Démarrez les pompes et faites-les fonctionner pour vous assurer qu'elles sont amorcées ;
9. Fermez la vanne de purge

### **B. Soupapes de sécurité :**

Vérifiez l'étanchéité des soupapes de sécurité à haute pression. Ouvrez les orifices d'inspection / remplissage de 4" des deux côtés du réservoir et vérifiez l'étanchéité des conduites de décharge provenant des soupapes de sécurité.

### **C. Tuyauteries :**

Procédez à une vérification visuelle de toutes les canalisations de fluide et des raccords pour détecter des fuites possibles[1].

## **II.1.3 Pompes pneumatiques**

### **A. Manocontact hydropneumatique :**

Faites tourner l'écrou de réglage du ressort de la gauche vers la droite pour augmenter la pression de réglage. Faites-le tourner de la droite vers la gauche pour diminuer la pression de réglage.

### **B. Lubrificateur d'air :**

1. Assurez-vous que le lubrificateur d'air est rempli d'huile de lubrification SAE 10W ;
2. Ouvrez le robinet de purge du lubrificateur pour en vidanger l'humidité accumulée ;
3. Le débit doit être réglé sur six (6) gouttes par minute.

**C. Filtre à air :**

1. Vidangez et évacuez l'humidité accumulée. Ouvrez l'orifice de vidange manuelle sur le boîtier du filtre ;

**Pour remplacer l'élément filtrant :**

2. Isolez l'alimentation en air et relâchez la pression ;
3. Dévissez le boîtier et enlevez le joint torique et le volet ;
4. Déposez et remplacez l'élément filtrant ;
5. Assurez-vous que le joint de cuve est en bon état ;
6. Remplacez les pièces et le boîtier.

**D. Crépine :**

Nettoyez la ou les crépines de type Y.

1. Arrêtez-la ou les pompes ;
2. Fermez les vannes d'aspiration des pompes ;
3. Déposez les bouchons de crépine de type Y ;
4. Déposez les éléments de crépine ;
5. Ouvrez la ou les vannes d'aspiration pour rincer les tuyauteries puis fermez les vannes ;
6. Nettoyez les éléments de crépine à l'aide d'eau chaude ou de kérosène ;
7. Remplacez les éléments et les bouchons de crépine de type Y ;
8. Ouvrez les vannes d'aspiration des pompes ;
9. Démarrez les pompes.

**E. Garnitures d'étanchéité des pompes :**

Le presse-étoupe des pompes est comprimé et réglée par un ressort.

Aucun entretien n'est nécessaire. [1]

**II.1.3 Pompe électrique****A. Manocontact électrique :****A.1. Remplacement du contacteur de limite :**

1. Desserrez la vis de blocage sur la tige du boîtier ;
2. Déposez le raccord de pression du boîtier ;
3. Déposez le raccord d'extension de la vis de réglage ;
4. Déposez les vis de montage de la patte du bornier ;
5. Desserrez les vis sur les branchements du bornier ;

6. Retirez le bornier ;
7. Desserrez l'écrou de retenue à la base de l'ensemble comportant le tube de bourdon ;
8. Déposez le tube et le contacteur et remplacez-les par un tube et un contacteur neuf (nécessaire de réparation).

#### **A.2. Garnitures d'étanchéité des pompes :**

La garniture d'étanchéité doit être suffisamment serrée pour éliminer les fuites et suffisamment lâchée pour lubrifier les pistons avec un mince film d'huile. Un serrage excessif de la garniture d'étanchéité peut endommager le moteur.

#### **B. Carter :**

1. Vérifiez le carter de pompe pour vous assurer qu'il est rempli d'huile propre de bonne qualité. Le grade peut varier selon la température ambiante ;
2. Nettoyez toute boue accumulée dans le carter de pompe.

#### **C. Carter de chaîne :**

1. Déposez le bouchon de vidange inférieur. Nettoyer toute accumulation d'eau ou de boue ;
2. Vérifiez le niveau d'huile dans le carter de chaîne à barbotage. Le carter devrait être rempli jusqu'au niveau du bouchon de débordement ;
3. Réglage de la tension de chaîne et réglages de base.

#### **D. Roulements des moteurs :**

Lubrifiez les roulements. [1]

### **II.1.4 Collecteur de commande hydraulique**

#### **A. Vannes de contrôle à quatre voies :**

1. Appliquez de la graisse sur les crans des vannes ;
2. Ouvrez les orifices d'inspection et vérifiez l'étanchéité.

#### **B. Vérins :**

1. Débarrassez les tiges de pistons de toute corrosion à l'aide de toile émeri ;
2. Lubrifiez les tiges de pistons des vérins avec un lubrifiant à la silicone de bonne qualité ;
3. Graissez le boulon de montage du vérin.

**C. Filtre hydraulique :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Purgez la pression du système pour l'amener à une pression nulle ;
3. Dévissez la cuve du filtre et déposez l'élément filtrant ;
4. Remplacez-le par un élément neuf.

**D. Manomètres :**

1. Assurez-vous que les pressions du système sont aux niveaux voulus ;
2. Avec une pression nulle dans le système, vérifiez que les manomètres indiquent un « zéro » correct ;
3. Lorsque le système est sous pression, les manomètres du collecteur doivent donner des indications qui concordent avec celles des manomètres du ou des panneaux de télécommande pneumatique.

**II.1.5 Panneaux de Commande pneumatique****A. Lubrification de l'air :**

1. Vérifiez le lubrificateur d'air pour vous assurer qu'il est rempli d'huile de lubrification ;
2. Ouvrez le robinet de purge du lubrificateur pour vidanger l'humidité accumulée ;
3. Le débit doit être réglé sur six (6) gouttes par minute.

**B. Filtre à air :**

1. Vidangez et évacuez l'humidité accumulée. Ouvrez l'orifice de vidange manuelle sur le boîtier du filtre ;

    Pour remplacer l'élément filtrant :

2. Isolez l'alimentation en air et relâchez la pression ;
3. Dévissez le boîtier et enlevez le joint torique et le volet ;
4. Déposez l'élément filtrant et remplacez-le ;
5. Assurez-vous que le joint de cuve est en bon état ;
6. Remplacez les pièces et le boîtier ;

**C. Manomètres :**

1. Assurez-vous que les manomètres affichent une indication du « zéro » correcte lorsqu'il n'y a aucune pression dans le système. Utilisez la vis de réglage du zéro sur le cadran du manomètre pour ramener l'aiguille au « zéro » ;

2. Si les indications des manomètres récepteurs du ou des panneaux de télécommande pneumatique ne concordent pas avec celles des manomètres du collecteur de contrôle hydraulique, ajustez le réglage du détendeur de transmetteur jusqu'à ce que les indications soient concordantes.

#### **D. Boîtiers de branchement pneumatique :**

1. Vérifiez que les joints sont étanches. Serrez uniformément toutes les vis de montage des boîtiers de branchement pneumatique ;
2. Séparez périodiquement les plaques des boîtiers de branchement pneumatique pour vous assurer que les orifices sont propres et exempts de dépôts.

#### **E. Vérification du panneau :**

Vérifiez que tous les branchements sont étanches et effectuez les réparations, si nécessaire.

#### **F. Transmetteurs pneumatiques :**

1. Assurez-vous que le détendeur d'air pour les transmetteurs pneumatiques est réglé sur 15 PSI ;
2. Si les indications des manomètres du collecteur de contrôle hydraulique ne concordent pas avec celles des manomètres récepteurs du ou des panneaux de télécommande pneumatique, ajustez le réglage du détendeur de transmetteur jusqu'à ce que les indications soient concordantes.[1]

## **II.2 Programme d'entretien de l'unité de commande**

**Tableau II.II.1:** Programme d'entretien de l'unité de commande.[8]

Vérification de niveau d'huile	Quotidiennement
Assurer qu'aucune fuite d'huile dans le circuit	//
Contrôle des chaînes ou des courroies de transmission	//
Purger le circuit d'air	//
Assurer la pression d'air de service 90-125 psi	//
Garder la pression d'air des régulateurs 18-24 psi	//
Assurer le bon fonctionnement des clapets	//
Contrôler les indicateurs de pression	//

Maintenir le bon état des pompes	//
Vérification de tarage des pressostats	deux semaines
Assurer qu'aucune prise d'air dans le circuit d'huile	//
Graissage des vannes à 4 voies et la vanne de by-pass	Tous les mois
Nettoyage des filtres d'aspiration d'huile	//

### II.3 Dépannage

Cette section relative au dépannage a été élaborée (par ABB) afin de permettre à l'opérateur d'identifier et de corriger rapidement les mauvais fonctionnements qui peuvent survenir sur le module accumulateur (unité typique) et le ou les panneaux de télécommande pneumatique. Lorsque les mesures correctrices adéquates sont prises, le résultat est un temps d'arrêt minimal et un endommagement limité de l'équipement de la tour de forage.

Les informations contenues dans cette section sont exhaustives mais on peut rencontrer d'autres problèmes pour lesquels nous n'avons pas suggéré de mesure palliative.

Tous les composants font l'objet de travaux d'entretien de manière régulière pour assurer un rendement maximal des équipements.

Les informations contenues dans cette section identifieront le problème, dresseront la liste des causes probables et décriront les mesures conseillées à prendre :[1]

#### II.3.1 Accumulateurs

**1 PROBLÈME :** Perte de pression de précharge (type à vessie).

**CAUSE 1 :** Une vanne de précharge défectueuse permet à l'azote de s'échapper.

**MESURE :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Ouvrez la vanne de purge et relâchez la totalité de la pression du système ;
3. Vérifiez et enregistrez la pression de précharge sur chaque accumulateur ;
4. Serrez les noyaux de vannes avec l'outil prévu à cet effet ;
5. Préchargez chaque accumulateur avec 1000 psi d'azote. Pour économiser l'azote, commencez par les accumulateurs qui enregistrent la pression la plus élevée ;

**AVERTISSEMENT :** N'utilisez pas d'oxygène !

6. Observez la pression de précharge pour garantir un niveau de 1000 psi ;
7. Inspectez toutes les vannes de précharge pour vérifier qu'elles sont étanches en plaçant un peu de salive ou d'huile légère sur le sommet des vannes ;
8. Si des bulles se forment, l'azote s'échappe et le noyau de la vanne doit être remplacé ;
9. Fermez la vanne de purge ;
10. Démarrez les pompes.

**CAUSE 2 :** Rupture de vessie.

**MESURE :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Relâchez la pression du système en ouvrant lentement la vanne de purge ;
3. Tout en observant le manomètre de l'accumulateur, écoutez le son que font les vannes à clapet en se fermant. Si la pression de l'accumulateur continue à chuter au-dessous de la pression de précharge, au moins un accumulateur a perdu sa précharge ;
4. Observez et enregistrez la pression de précharge sur chaque accumulateur ;
5. Une bouteille d'accumulateur avec une précharge nulle peut comporter une vessie défectueuse ;

**Pour vérifier cela :**

- Serrez les noyaux de vannes avec l'outil prévu à cet effet.
  - Préchargez avec 200 psis d'azote.
  - Si la pression ne diminue pas, augmentez la précharge jusqu'à 1000 psi d'azote.
6. Si un accumulateur ne conserve pas une précharge de 200 psi, la vessie est percée et doit être remplacée ;
  7. Fermez la vanne de purge ;
  8. Démarrez les pompes.[1.10]

### **II.3.2 Alimentation en air**

**2 PROBLÈME :** Manque de lubrification de l'air.

**CAUSE 1 :** Pas de lubrifiant dans la cuve.

**MESURE :**

1. Fermez l'alimentation en air de l'unité ;
2. Ouvrez le robinet de purge au bas de la cuve du lubrificateur ;
3. Vidangez toute humidité ou huile émulsifiée ;

4. Dévissez le bouchon de remplissage et remplissez le lubrificateur avec de l'huile moteur de grade 10 W ;

**AVERTISSEMENT :** N'utilisez pas d'huile synthétique ou aromatique !

5. Rétablissez l'alimentation en air de l'unité.

**3 PROBLÈME :** Lubrification excessive de l'air.

**CAUSE 1 :** Le lubrificateur est dérégulé.

**MESURE :**

1. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
2. Placez le démarreur en position ARRÊT ;
3. Ouvrez la vanne de purge ;
4. Faites fonctionner les pompes à pleine capacité ;
5. Ouvrez le bouchon de remplissage du lubrificateur ;
6. Réglez le lubrificateur d'air de façon à ce qu'il fournisse six (6) gouttes par minutes;

**Remarque :**

Une rotation de la vis de réglage dans le sens des aiguilles d'une montre augmente le débit ;

Une rotation de la vis de réglage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre diminue le débit.

7. Fermez la vanne de purge ;
8. Ouvrez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
9. Placez le démarreur en position AUTO.

**4 PROBLEME:** Les pompes à commande pneumatique peuvent se couvrir de givre ou geler.

**CAUSE 1 :** Humidité dans l'alimentation en air de la tour de forage.

**MESURE :**

1. Assurez-vous que l'air d'alimentation est propre et sec ;
2. Fermez l'alimentation en air de l'unité ;
3. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
4. Placez le démarreur en position ARRÊT ;
5. Ouvrez le robinet de purge au bas de la cuve du lubrificateur et vidangez l'humidité ;
6. Déposez le bouchon de la ou des crépines de type Y ;

7. Rétablissez l'alimentation en air de l'unité ;
8. Ouvrez la vanne de purge ;
9. Faites fonctionner les pompes à pleine capacité jusqu'à ce que toute l'humidité soit éliminée ;
10. Fermez la ou les vannes d'alimentation en air pour arrêter les pompes ;
11. Fermez l'alimentation en air de l'unité ;
12. Remontez le bouchon de la ou des crépines de type Y ;
13. Ouvrez l'alimentation en air principale de l'unité ;
14. Fermez la vanne de purge ;
15. Ouvrez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
16. Ouvrez la ou les vannes d'alimentation en air ;
17. Placez le démarreur en position AUTO.[1.10]

### **II.3.3 Pompes**

**5 PROBLÈME :** Les pompes fonctionnent excessivement.

**CAUSE 1 :** La vanne de contournement du manocontact de pompe pneumatique est ouverte ou défectueuse (si elle est présente).

**MESURE :**

- Remettez à zéro le manocontact automatique pour arrêter les pompes pneumatiques ;
- Les unités comportant des pompes électriques et pneumatiques doivent être réglées sur 2900 psi;
- Les unités comportant uniquement des pompes pneumatiques doivent être réglées sur 3000 psi.

**CAUSE 2 :** Les joints hydrauliques du manocontact automatique ont perdu leur étanchéité.

**MESURE :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Ouvrez la vanne de purge et relâchez la pression du système ;
3. Déposez et inspectez le manocontact automatique ;
4. Remontez le manocontact automatique et ajustez le réglage ;
5. Fermez la vanne de purge ;
6. Démarrez les pompes ;
7. Vérifiez les réglages du manocontact.

**CAUSE 3 :** La vanne de contrôle à quatre voies fuit.

**MESURE :**

1. Ouvrez les orifices d'inspection / remplissage de 4" situés à chaque extrémité du réservoir ;
2. Repérez la vanne qui fuit ;
3. Manœuvrez les vannes plusieurs fois à la main ;
4. Si la fuite persiste, déposez, réparez ou remplacez la vanne défectueuse.

**CAUSE 4 :** La soupape de sécurité fuit.

**MESURE :**

1. Ouvrez les orifices d'inspection / remplissage de 4" situés à chaque extrémité du réservoir ;
2. Vérifiez les canalisations de retour des soupapes de sécurité pour déterminer laquelle fuit ;
3. Notez l'indication de pression sur le manomètre lorsque l'écoulement commence ;
4. Vérifiez l'exactitude du réglage ;
5. Déposez, réparez ou remplacez la vanne défectueuse.

**CAUSE 5 :** Le détendeur fuit.

**MESURE :**

1. Ouvrez les orifices d'inspection / remplissage de 4" situés à chaque extrémité du réservoir ;
2. Observez les canalisations de retour du détendeur pour déterminer si ce dernier fuit ;
3. S'il est défectueux, déposez-le, réparez-le ou remplacez-le.

**CAUSE 6 :** La vanne de purge fuit.

**MESURE :**

1. Fermez à fond la vanne de purge ;
2. Ouvrez les orifices d'inspection / remplissage de 4" et recherchez les fuites ;
3. Si la vanne fuit, déposez-la, réparez-la ou remplacez-la.

**CAUSE 7 :** Fuites dans le système de fluide.

**MESURE :**

- Procédez à une inspection visuelle de toutes les tuyauteries et connexions sur le module accumulateur et de toutes les canalisations de branchement à la cheminée du BOP ;
- Libérez la totalité de la pression du système et réparez toutes les fuites de fluide.

**6 PROBLÈME :** Les pompes s'arrêtent à une pression incorrecte.

**CAUSE 1 :** Les manocontacts des pompes pneumatiques sont déréglés.

**MESURE :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
3. Ouvrez la vanne de purge et relâchez la pression du système ;
4. Fermez la vanne de purge ;
5. Ouvrez la ou les vannes d'alimentation en air ;
6. Réglez la pression de coupure à la valeur voulue ;
7. Relâchez la pression du collecteur par l'intermédiaire de la vanne de purge ;

**Remarque :** Répétez l'étape N° 7 pour assurer l'exactitude du réglage.

8. Ouvrez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
9. Placez le démarreur en position AUTO.

**CAUSE 2 :** Le manocontact électrique est dérégulé.

**MESURE :**

**Remarque :** Les réglages de manocontact ont tendance à dériver et il est nécessaire de procéder à un étalonnage périodique. Ceci s'applique tout spécialement

Pour ajuster le réglage du manocontact :

1. Fermez la ou les vannes d'alimentation en air ;
2. Déposez le couvercle antidéflagrant du manocontact électrique ;
3. Ouvrez la vanne de purge. Purgez le système pour l'amener à la pression de démarrage souhaitée ;
4. Fermez la vanne de purge ;
5. Déplacez la roue de réglage vers le haut jusqu'à ce que la pompe démarre, atteigne la pression de coupure et s'arrête ;
6. Ouvrez la vanne de purge et vérifiez que le démarrage s'effectue à la pression voulue ;
7. Fermez la vanne de purge ;
8. Remplacez le couvercle antidéflagrant ;
9. Ouvrez la ou les vannes d'alimentation en air.

**7 PROBLÈME :** Les pompes ne produisent pas de pression.

**CAUSE 1 :** Perte d'amorçage de l'une des pompes par suite d'un faible niveau de fluide.

**MESURE :**

**Pour rétablir le niveau de fluide :**

1. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur si le manomètre du collecteur indique que la pression est confinée ;
2. Arrêtez les pompes ;
3. Ouvrez la vanne de purge et relâchez la pression du système ;
4. Ajoutez du fluide à un niveau d'au moins 30 cm au-dessus des conduites d'aspiration des pompes ;
5. Démarrez une pompe à la fois puis faites-les fonctionner à pleine pression ;
6. Observez l'écoulement du fluide par les orifices d'inspection / remplissage du réservoir ;
7. Arrêtez les pompes ;
8. Ouvrez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
9. Vérifiez le niveau de fluide du réservoir et ajoutez du fluide (le cas échéant) ;
10. Fermez la vanne de purge ;
11. Démarrez les pompes.

**CAUSE 2 :** La vanne d'aspiration est fermée.

**MESURE :** Assurez-vous que toutes les vannes d'aspiration des pompes sont en position complètement OUVERTE.

**CAUSE 3 :** Contamination du fluide.

**MESURE :**

1. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur si le manomètre du collecteur indique que la pression est confinée ;
2. Arrêtez les pompes ;
3. Ouvrez la vanne de purge ;
4. Ouvrez la ou les vannes d'alimentation en air et démarrez les pompes à commande pneumatique ;
5. Surveillez l'écoulement du fluide par les orifices d'inspection / remplissage du réservoir ;

**8 PROBLÈME :** Les pompes fuient.

**CAUSE 1 :** La garniture d'étanchéité de piston des pompes pneumatiques est usé ou endommagé.

**MESURE :**

1. Serrez l'écrou de garniture d'étanchéité ;

Si la fuite persiste :

2. Arrêtez les pompes ;

3. Vérifiez que la lubrification du piston est correcte. Le piston doit être couvert d'un mince film de fluide hydraulique ;

4. Si la pompe continue à fuir, remplacez la garniture d'étanchéité.

**CAUSE 2 :** La garniture d'étanchéité de la pompe à moteur électrique est usée.

**MESURE :** Remplacez la garniture d'étanchéité.

**9 PROBLÈME :** Le moteur ne démarre pas.

**CAUSE 1 :** Manocontact défectueux.

**MESURE :**

1. Placez le démarreur en position ARRÊT ;
2. Coupez l'alimentation électrique au centre de commande du moteur ;
3. Déposez le couvercle antidéflagrant du boîtier de manocontact ;
4. Débranchez les fils reliant le manocontact électrique au démarreur ;
5. Vérifiez la résistance aux bornes du manocontact à l'aide d'un ohmmètre. Si une résistance est observée, le contacteur fonctionne correctement ;
6. S'il n'y a pas de résistance, remplacez le limiteur de pression. Si le temps disponible est limité, remplacez le manocontact tout entier ;
7. Rebranchez les fils reliant le démarreur au manocontact ;
8. Allumez l'alimentation électrique au centre de commande du moteur ;
9. Placez le démarreur en position AUTO ;
10. Vérifiez que les valeurs des réglages sont correctes ;
11. Remplacez le couvercle antidéflagrant du boîtier de manocontact.

**CAUSE 2 :** Fusible du démarreur déclenché.

**MESURE :**

1. Placez le démarreur en position ARRÊT ;
2. Appuyez sur le bouton de remise à zéro du démarreur ;
3. Placez le démarreur en position AUTO.

**CAUSE 3 :** Perte d'alimentation électrique.

**MESURE :**

1. Placez le démarreur en position ARRÊT ;
2. Vérifiez la tension de l'alimentation électrique au démarreur au niveau du centre de contrôle du moteur ;
3. Rétablissez l'alimentation électrique à partir du centre de contrôle du moteur ;
4. Placez le démarreur en position AUTO.[1.10]

**II.3.4 Vannes de contrôle à quatre voies****10 PROBLÈME :** Ecoulement intermittent.**CAUSE 1 :** Débris dans la vanne.**MESURE :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Ouvrez la vanne de purge ;
3. Délogez les débris en déplaçant à la main la poignée de la vanne sur sa course complète ; Répétez le mouvement plusieurs fois jusqu'à ce que l'écoulement mitigé cesse.
4. Fermez la vanne de purge ;
5. Démarrez les pompes.

**CAUSE 2 :** Joints usés ou endommagés.**MESURE :** Déposez, réparez ou remplacez la vanne.**AVERTISSEMENT :** Une réparation ou une installation incorrecte peut entraîner des pressions dangereusement élevées !**CAUSE 3 :** La tige de l'actionneur est dérégulée.**MESURE :**

1. Ajustez l'écrou-frein crénelé pour assurer que la tige de l'actionneur fonctionne sur la totalité de sa course ;

**Pour vérifier que la course est complète :**

2. Démarrez les pompes ;
3. Mettez le système sous pression ;
4. Manœuvrez la tige depuis le panneau de télécommande.

**CAUSE 4 :** Actionneur défectueux.**MESURE :**

1. Déposez le vérin ;
2. Procédez à une inspection pour détecter des débris, une usure ou tout autre dommage ;

**Remarque :** Si le segment racleur est endommagé, si le joint de tige fuit ou s'il y a un excédent de graisse dans le raccord de graissage :

3. Réparez ou remplacez si nécessaire ;
4. Remontez le vérin[1.10]

### II.3.4 Manomètres

**11 PROBLÈME :** Les manomètres hydrauliques sont déréglés.

**CAUSE 1 :** Chocs dus à un traitement rude.

**MESURE :**

1. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
2. Arrêtez les pompes ;
3. Ouvrez la vanne de purge et relâchez la pression du collecteur ;
4. Remplacez le manomètre ;
5. Fermez la vanne de purge ;
6. Ouvrez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
7. Démarrez les pompes.

**12 PROBLÈME :** Réponse lente ou irrégulière des manomètres hydrauliques.

**CAUSE 1 :** La ligne d'alimentation ou l'amortisseur est bouché.

**MESURE :**

1. Arrêtez les pompes ;
2. Fermez les vannes d'isolement du collecteur de l'accumulateur ;
3. Ouvrez la vanne de purge et libérez la pression du système ;
4. Débranchez la conduite d'alimentation du manomètre [1]

### II.3.6 Fonctionnement des panneaux de Commande pneumatique

**13 PROBLÈME :** Fonctions lentes ou non-existantes.

**CAUSE 1 :** Basse pression d'air d'alimentation aux panneaux.

**MESURE :** Vérifiez la pression de l'air d'alimentation. La pression de l'air d'alimentation doit être au moins égale à 75 psis pour le fonctionnement.

**14PROBLÈME :** Les manomètres de panneau ne concordent pas avec ceux du collecteur de contrôle hydraulique.

**CAUSE 1 :** Basse pression d'air d'alimentation au transmetteur.

**MESURE :**

1. Vérifiez l'alimentation en air de la tour de forage ;
2. L'alimentation en air au transmetteur doit être à 15 psis au minimum.

**CAUSE 2 :** Boîtier de branchement pneumatique bouché.

**MESURE :**

1. Séparez les plaques des boîtiers de branchement pneumatique à la fois sur le panneau de télécommande pneumatique et sur le module accumulateur ;
2. Nettoyez les orifices et inspectez le joint du boîtier de branchement pneumatique ;
3. Tenez-vous à l'écart et purgez les conduites en faisant fonctionner les vannes à partir du panneau de télécommande pneumatique ;
4. Rebranchez les plaques de boîtier de branchement pneumatique.

**CAUSE 3 :** Câbles pneumatiques endommagés.

**MESURE :**

Inspectez les câbles pneumatiques et réparez-les ou remplacez-les (le cas échéant).

**CAUSE 4 :** Fuite d'air.

**MESURE :** Vérifiez les tuyauteries et raccords du panneau de télécommande pneumatique, des boîtiers de branchement pneumatique et du transmetteur.

**CAUSE 5 :** Détendeur de transmetteur défectueux.

**MESURE :**

1. Vérifiez l'indication donnée par le manomètre du détendeur de transmetteur. Elle devrait être de 15 psis ;
2. Si le manomètre du détendeur de transmetteur n'indique pas 15 psis, faites tourner la poignée de réglage jusqu'à ce qu'il indique 15 psis ;
3. Si un déplacement de la poignée de réglage n'a aucun effet sur l'indication du manomètre. Si l'alimentation en air du détendeur est suffisante, le détendeur est défectueux ;
4. Réparez-le et / ou remplacez-le si nécessaire.

**CAUSE 6 :** Mauvais fonctionnement du circuit hydraulique.

**MESURE :** Vérifiez la tuyauterie hydraulique depuis le transmetteur jusqu'au point de lecture pour détecter des fuites ou une conduite bouchée.

**AVERTISSEMENT:** Ne débranchez pas les conduites hydrauliques pendant que le système est sous pression!

1. S'il n'y a pas de fuites et que la conduite est dégagée, vérifiez l'exactitude du manomètre du collecteur de contrôle hydraulique ;
2. Déposez le manomètre et vérifiez-le sur un appareil d'essai à contre-poids ou par rapport au manomètre principal.

**CAUSE 7 :** Transmetteur défectueux.

**MESURE :**

1. Si les remèdes référencés ci-dessus ont été vérifiés et que la situation est inchangée, le transmetteur est défectueux et doit être remplacé ;
2. Le transmetteur n'est pas considéré comme un article réparable sur le terrain ;
3. Réparez-le et / ou remplacez-le si nécessaire.

**15PROBLÈME :** Les voyants d'indication de position ne fonctionnent pas.

**CAUSE 1 :** Défaillance de l'alimentation électrique.

**MESURE :**

1. Vérifiez que les lignes d'alimentation électrique sont bien branchées ;
2. Vérifiez que les branchements du module d'interconnexion sont bien serrés ;
3. Vérifiez que le disjoncteur ne s'est pas déclenché ;
4. Vérifiez la tension de l'alimentation électrique principale.

**CAUSE 2 :** Manocontact défectueux.

**MESURE :**

1. Coupez le disjoncteur du boîtier de manocontact ;
2. Ouvrez le boîtier de manocontact ;
3. Arrêtez les pompes et ouvrez la vanne de purge ;
4. Débranchez les fils électriques du manocontact ;
5. Vérifiez les contacts électriques du manocontact. Si les contacts sont en bon état, remplacez le manocontact ;
6. Branchez les fils électriques du manocontact ;
7. Fermez la vanne de purge et démarrez les pompes ;
8. Fermez le boîtier de manocontact ;
9. Enclenchez le disjoncteur ;
10. Vérifiez le fonctionnement correct en plaçant les vannes de contrôle en position OUVERTE[1.10]

## **II.4 La sécurité de koomey**

### **II.4.1 Les alarmes**

Des systèmes d'alarme de type auditif (avertisseur sonore) et visuel (voyants clignotants rouges) peuvent être ajoutés au système de contrôle de B.O.P. Ces alarmes requièrent le

branchement d'une alimentation électrique en 120 V alternatif (d'autres voltages sont disponibles) à l'installation avec une connexion par câble. Les alarmes comprennent l'utilisation du bouton test de voyants / enregistrement qui désactive l'avertisseur sonore et le voyant rouge clignotant. Un voyant rouge fixe reste allumé jusqu'à ce que les conditions normales de fonctionnement du système soient rétablies. Les alarmes sont activées par des manocontacts. Les alarmes comprennent :

Basse pression d'accumulateur : le manocontact d'alarme est activé lorsque la pression du système chute à 1400 psi.

Basse pression d'air d'alimentation : le manocontact d'alarme est activé lorsque la pression d'air chute au-dessous de 65 psis.

Bas niveau de fluide du réservoir : cette alarme est activée lorsque le niveau de fluide chute de 9 pouces du "top" du réservoir (approximativement).[7]



**Figure II-II-1:** Schéma illustre un incendie dans un chantier pétrolière.



*Chapitre* **III**

---

*Modélisation géométrique*

---



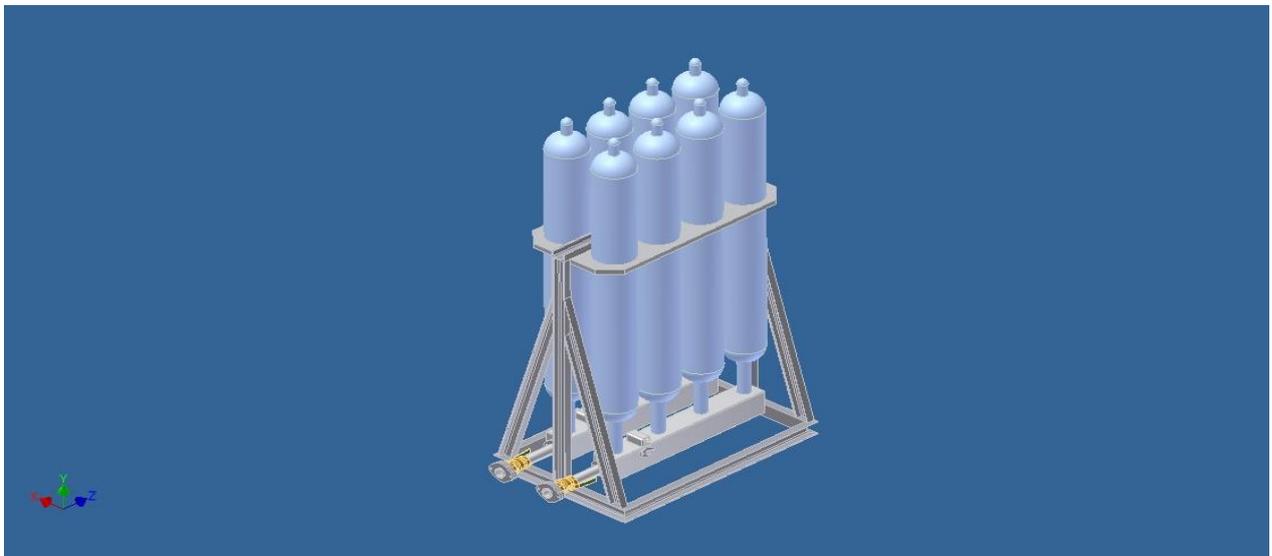
## Chapitre III :

# Modélisation géométrique

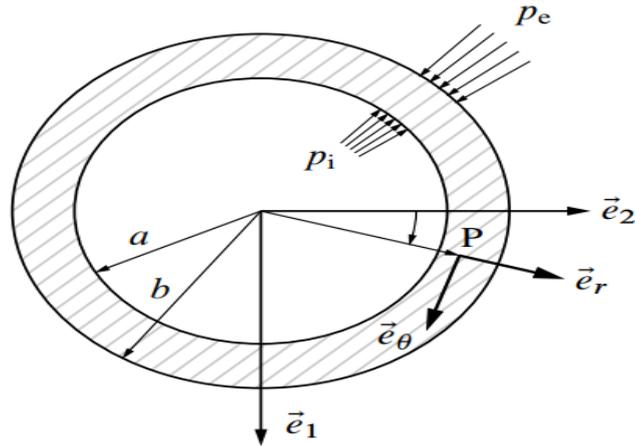
### III.1 Modélisation des différentes pièces de notre accumulateur

#### Cylindre sous pression

On considère le cylindre sa section circulaire et de rayons intérieur  $a$  et extérieur  $b$  indiqué sur la figure III-3. Il est soumis à l'action de pressions interne  $P_i$  et externe  $P_e$  uniformément réparties.



**Figure III-1:**Modélisation des différentes pièces de notre accumulateur.



**Figure III-2:** Cylindre sous pression à sa modéliser.

La résolution Si le cylindre est suffisamment long, il est raisonnable de faire l'hypothèse de l'état plan de déformation. Il est également tout indiqué de choisir des coordonnées cylindriques, le vecteur  $E_z$  coïncidant avec celui du cylindre. Par symétrie, le déplacement d'un point quelconque ne peut être que radial et indépendant de  $\theta$  et  $z$  :

$$\vec{u} = u_r(r)\vec{e}_r \quad \text{III.1}$$

On en déduit par la formule du rotationnel en coordonnées cylindriques que  $\text{rot } U=0$ . Les équations d'équilibre en déplacements donnent :

$$(\lambda + 2\mu)\frac{d}{dr}\left(\frac{1}{r}\frac{d}{dr}(ru_r)\right) + f_r = 0 \quad \text{III.2}$$

En l'absence de force de volume, cette équation s'intègre facilement. On obtient :

$$u_r(r) = C_1 r + \frac{C_2}{r} \quad \text{III.3}$$

Où  $C_1$  et  $C_2$  sont deux constantes d'intégration. Pour les déterminer, il nous reste à imposer.

Les conditions limites en contrainte. Il faut d'abord calculer les déformations puis les contraintes associées au champ de déplacement. Les déformations sont la partie symétrique du gradient des déplacements. En utilisant la formule du gradient d'un vecteur en coordonnées cylindriques, on obtient :

$$\epsilon_{rr} = C_1 - \frac{C_2}{r^2} \quad ; \quad \epsilon_{\theta\theta} = C_1 + \frac{C_2}{r^2} \quad ; \quad \epsilon_{zz} = \epsilon_{r\theta} = \epsilon_{rz} = \epsilon_{\theta z} = 0$$

Il n'y a donc pas de déformation de cisaillement, ce qui était évident a priori du fait de la symétrie du problème. En appliquant la loi de Hooke, il vient :

$$\sigma_{rr} = \frac{E}{1+\nu} \left( \frac{C_1}{1-2\nu} - \frac{C_2}{r^2} \right) \quad \text{III.4}$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{E}{1+\nu} \left( \frac{C_1}{1-2\nu} + \frac{C_2}{r^2} \right) \quad \text{III.5}$$

$$\sigma_{zz} = \frac{2\nu EC_1}{(1+\nu)(1-2\nu)} \quad \text{III.6}$$

$$\sigma_{r\theta} = \sigma_{rz} = \sigma_{\theta z} = 0 \quad \text{III.7}$$

La condition limite en contrainte s'exprime par :

$$\vec{n} = -\vec{e}_r \quad ; \quad \vec{T}_d = p_i \vec{e}_r \quad \text{III.8}$$

En utilisant la relation s'écrit sous forme matricielle, en coordonnées cylindriques :

$$\begin{bmatrix} \sigma_{rr} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\theta\theta} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_i \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{rr}(r = a) = -p_i \quad \text{III.9}$$

Pour la face extérieure, on a :

$$\vec{n} = \vec{e}_r \quad ; \quad \vec{T}_d = -p_e \vec{e}_r \quad \text{III.10}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_{rr} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\theta\theta} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -p_e \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{rr}(r = a) = -p_e \quad \text{III.11}$$

Les deux conditions sur  $\sigma_{rr}$  fournissent les deux constantes. Tous calculs faits, on obtient :

$$C_1 = \frac{(1-2\nu)(1+\nu)}{E} \frac{a^2 p_i - b^2 p_e}{b^2 - a^2} ; \quad C_2 = \frac{1+\nu}{E} \frac{p_i - p_e}{1/a^2 - 1/b^2} \quad \text{III.12}$$

Les contraintes non nulles valent donc :

$$\sigma_{rr} = \frac{a^2 p_i - b^2 p_e}{b^2 - a^2} - \frac{p_i - p_e}{r^2/a^2 - r^2/b^2} \quad \text{III.13}$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{a^2 p_i - b^2 p_e}{b^2 - a^2} + \frac{p_i - p_e}{r^2/a^2 - r^2/b^2} \quad \text{III.14}$$

$$\sigma_{zz} = 2\nu \frac{a^2 p_i - b^2 p_e}{b^2 - a^2} \quad \text{III.15}$$

Pour le déplacement  $u_r$ , on trouve enfin :

$$u_r = \frac{1}{2\mu(b^2 - a^2)} \left( (1-2\nu)(a^2 p_i - b^2 p_e)r + a^2 b^2 (p_i - p_e) \frac{1}{r} \right) \quad \text{III.13}$$

Cet exemple a permis d'illustrer l'approche en déplacement qui part d'une forme du champ de déplacement et impose toutes les conditions sur ce champ.

**Remarques :** Les contraintes  $\sigma_{rr}$  et  $\sigma_{\theta\theta}$  dans la section du cylindre sont indépendantes des constantes élastiques. Ceci est en accord avec ce que nous avons observé précédemment.

En clair, que le cylindre soit en plexiglas ou en acier, ces contraintes seront les mêmes.

La contrainte  $\sigma_{zz}$ , les déformations ainsi que les déplacements dépendent, par contre, des constantes élastiques.

Pour obtenir les résultats correspondant à l'état plan de contrainte, il suffit de poser la forme de  $\sigma_{zz}$  d'effectuer les substitutions. Celles-ci ne modifient pas les contraintes  $\sigma_{rr}$  et  $\sigma_{\theta\theta}$  puisqu'elles sont indépendantes des constantes élastiques. Enfin, la déformation  $\sigma_{zz}$  calculée par les relations présentées.

Si l'épaisseur  $e$  du cylindre est faible devant le rayon moyen  $R = (a + b)/2$ , on obtient, à premier ordre, les contraintes suivantes en état plan de déformation :

$$\sigma_{rr} \simeq 0 \quad ; \quad \sigma_{\theta\theta} \simeq \frac{pR}{e} \quad ; \quad \sigma_{zz} \simeq \frac{\nu pR}{e} \quad ; \quad u_r = \frac{(1 - \nu^2)pR^2}{Ee} \quad \text{III.14}$$

Où  $P = P_i - P_e$ . Ces formules simplifiées permettent notamment de déterminer rapidement les contraintes dans la paroi d'une chaudière cylindrique sous pression[5].

### Paramètres utilisés pour Validation

- Longueur d'accumulateur = 2000 mm
- Diamètre d'accumulateur [= 220 mm
- Épaisseur de l'accumulateur = 5mm, 10mm, 20mm, 30mm
- Pression de charge = 3000 psis
- Matériau de construction = 1023 ; Tôle d'acier au carbone (SS)"
  - Module d'élasticité 2.0499999841011 N/m<sup>2</sup>
  - Coefficient de Poisson 0.29 S.O.
  - Module de cisaillement 7.999999987 1010 N/m<sup>2</sup>
  - Masse volumique 7858 kg/m<sup>3</sup>
  - Limite de traction 425000003.2 N/m<sup>2</sup>
  - Limite d'élasticité 282685049 N/m<sup>2</sup>
  - Coefficient de dilatation thermique 1.2 10<sup>-005</sup> /K
  - Conductivité thermique 52 W/(m·K)
  - Chaleur spécifique 486 J/(kg·K)



# *Chapitre* **IV**

---

*Simulation et interprétation*

---



# Chapitre IV :

## Simulation et interprétation

### IV.1 Introduction

Dans ce chapitre on va utiliser l'assistant d'analyse SIMULATION intégré au logiciel de SolidWorks pour simuler la bouteille étudiée liée avec encastrement et qui doit supporter à une pression interne de 3000 PSI.

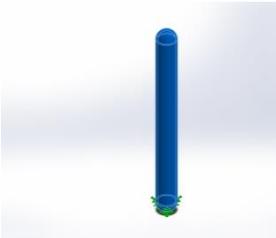
Ce travail contribue à l'étude de l'effet de choix de l'épaisseur de la bouteille sur les contraintes et sur les déplacements sera analysé numériquement. Pour ce faire, différentes valeurs d'épaisseur seront simulées et analysées.

Puisque dans la réalité pratique on ne peut pas vraiment connaître la matière de cette pièce exacte, par conséquent on a supposé un matériau le plus proche de la réalité, il s'agit d'un matériau de type 1023 Tôle d'acier au carbone (SS).

### IV.2 Informations sur le modèle

Quelques informations générales sur le modèle choisi dans la présente étude sont présentées ci-dessous :

**Tableau IV.1:** Informations générales sur le modèle étudié.

			
Nom du modèle: Pièce1-20 mm			
Corps volumiques			
Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Date modification
Révolution1 	Corps volumique	Masse:217.676 kg Volume:0.0277012 m <sup>3</sup> Masse volumique:7858 kg/m <sup>3</sup> Poids:2133.23 N	May 29 07:19:25 2019

### IV.3 Propriétés de l'étude

Les caractéristiques de l'étude effectuée sont résumées sur le tableau suivant :

**Tableau IV.2:** Propriétés de l'étude.

Nom d'étude	Analyse statique 1-20 mm
Type d'analyse	Analysestatique
Type de maillage	Maillage volumique
Effet sthermiques:	Activé(e)
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SolidWorks Flow Simulation	Désactivé(e)
Type de solveur	FFE Plus
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur :	Désactivé(e)
Relaxation inertielle :	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Friction	Désactivé(e)
Méthode adaptative :	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SolidWorks

### IV.4 Unités

Le système d'unités choisi dans ce travail est présenté dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.3:** Système d'unités choisi.

Système d'unités :	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Température	Kelvin
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/m <sup>2</sup>

### IV.5 Propriétés du matériau

Les propriétés du matériau étudié sont résumées sur le tableau suivant :

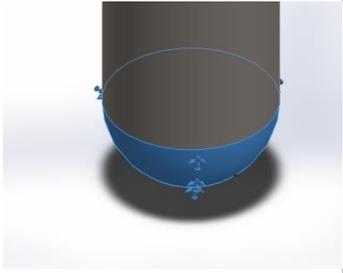
**Tableau IV.4:** Les propriétés du matériau étudié.

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom : <b>1023 Tôle d'acier au carbone (SS)</b> Type de modèle : <b>Linéaireélastiqueisotropique</b> Critère de ruine par défaut : <b>Contrainte de von Mises max.</b> Limite d'élasticité : <b>2.82685e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction : <b>4.25e+008 N/m<sup>2</sup></b> Module d'élasticité : <b>2.05e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson : <b>0.29</b> Masse volumique : <b>7858 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement : <b>8e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique : <b>1.2e-005 /Kelvin</b>	<b>Corps volumique 1(Révolution1)(Pièce1 20 mm)</b>
Données de la courbe:N/A		

## IV.6 Actions extérieures

Les actions extérieures sont présentées sur le tableau qui suit :

**Tableau IV.5:** Les actions extérieures.

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		<b>Entités : 1 face(s)</b> <b>Type : Géométrie fixe</b>		
Forces résultantes				
<b>Composants</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Résultante</b>
<b>Force de réaction(N)</b>	<b>-1.01465</b>	<b>-5.72168</b>	<b>-22.0225</b>	<b>22.7762</b>
<b>Moment de réaction (N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement	
Pression-1		<b>Entités :</b>	<b>3 face(s)</b>
		<b>Type :</b>	<b>Normal à la face sélectionnée</b>
		<b>Valeur :</b>	<b>-3000</b>
		<b>Unités :</b>	<b>psi</b>
		<b>Angle de phase :</b>	<b>0</b>
		<b>Unités :</b>	<b>deg</b>

## IV.7 Informations sur le maillage

Quelques informations (générales et détaillées) sur le maillage choisi sont présentées ci-après :

**Tableau IV.6:** Informations générales sur le maillage choisi.

<b>Type de maillage</b>	Maillage volumique
<b>Mailleur utilisé:</b>	Maillage basé sur la courbure
<b>Points de Jacobine</b>	4 Points
<b>Taille d'élément maximum</b>	0 mm
<b>Taille d'élément minimum</b>	0 mm
<b>Qualité de maillage</b>	Haute

**Tableau IV.7:** Informations détaillées sur le maillage choisi.

<b>Nombre total de nœuds</b>	15788
<b>Nombre total d'éléments</b>	7924
<b>Aspect ratio maximum</b>	7.4259
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &lt; 3</b>	98.5
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &gt; 10</b>	0
<b>% d'éléments distordus (Jacobien)</b>	0
<b>Durée de création du maillage (hh:mm:ss):</b>	00:00:01



## IV.8 Forces résultantes

### IV.8.1 Forces de réaction

Les forces de réaction sont résumés comme suit :

**Tableau IV.8:** Forces de réaction.

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	-1.01465	-5.72168	-22.0225	22.7762

### IV.8.2 Moments de réaction

Les moments de réaction sont présentés sur le tableau suivant :

**Tableau IV.9:** Moments de réaction.

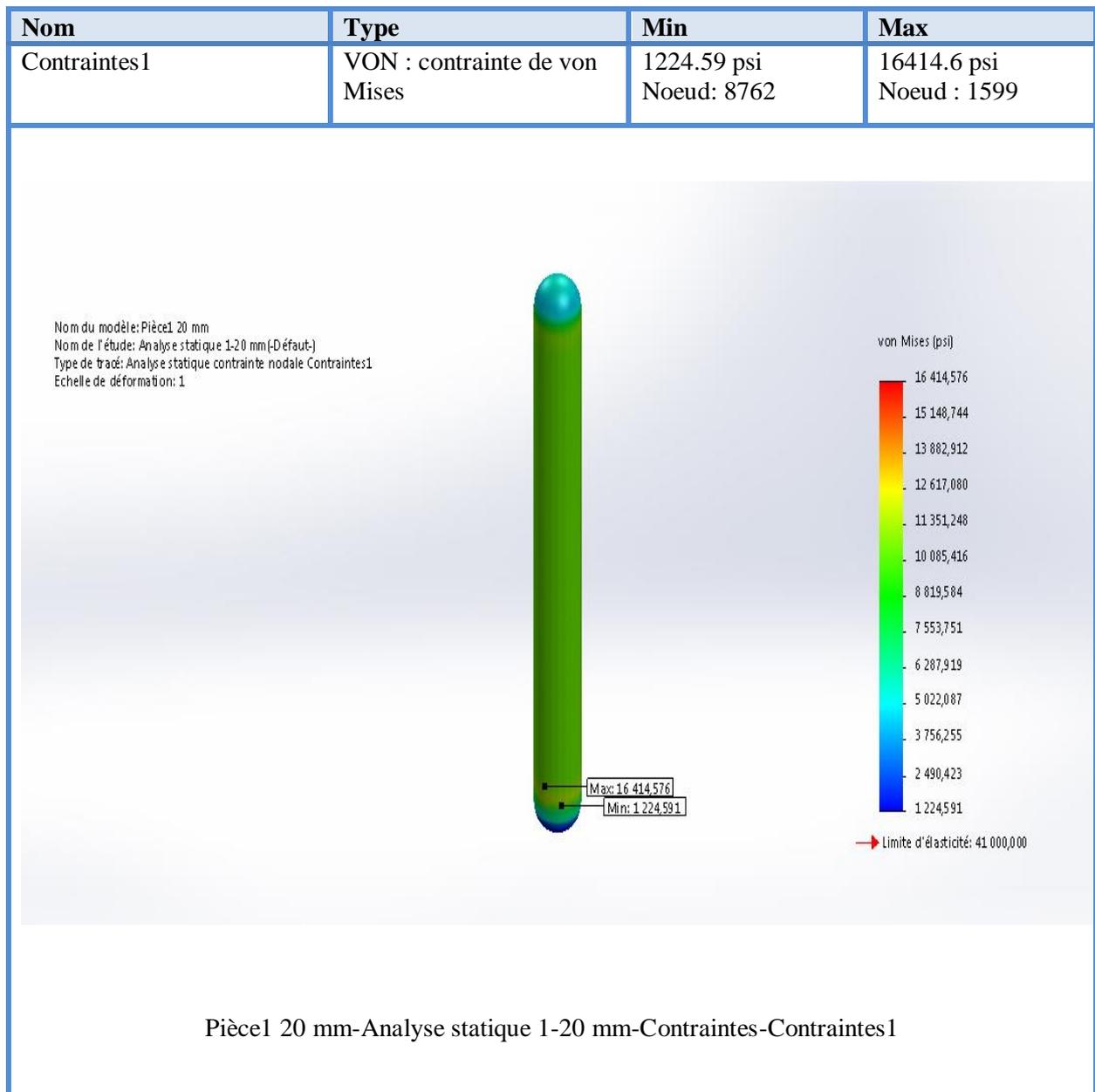
Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	0	0	0	0

## IV.9 Résultats de l'étude

### IV.9.1 Contours de contraintes

La distribution de contraintes sur la surface de l'accumulateur étudié est présentée sur le tableau ci-après. A partir des résultats trouvés, on remarque que les contraintes sont fortes sur la racine de l'accumulateur ou la valeur de la contrainte atteinte jusqu'à 16414 PSI. Par contre, la distribution des contraintes est uniforme sur la totalité de l'accumulateur.

**Tableau IV.10:** Contours de contraintes sur la surface de l'accumulateur.

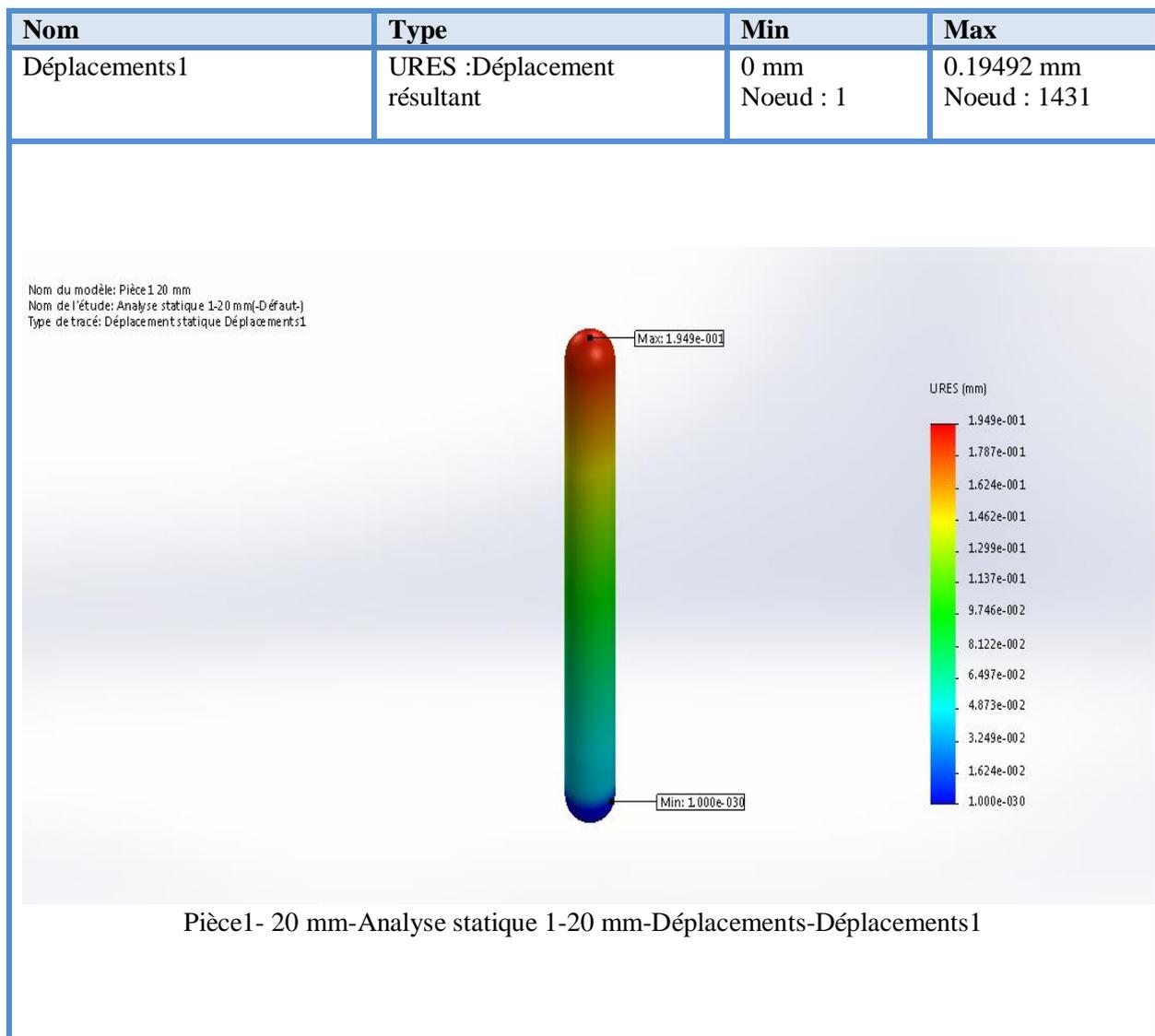


Nom	Type	Min	Max
-----	------	-----	-----

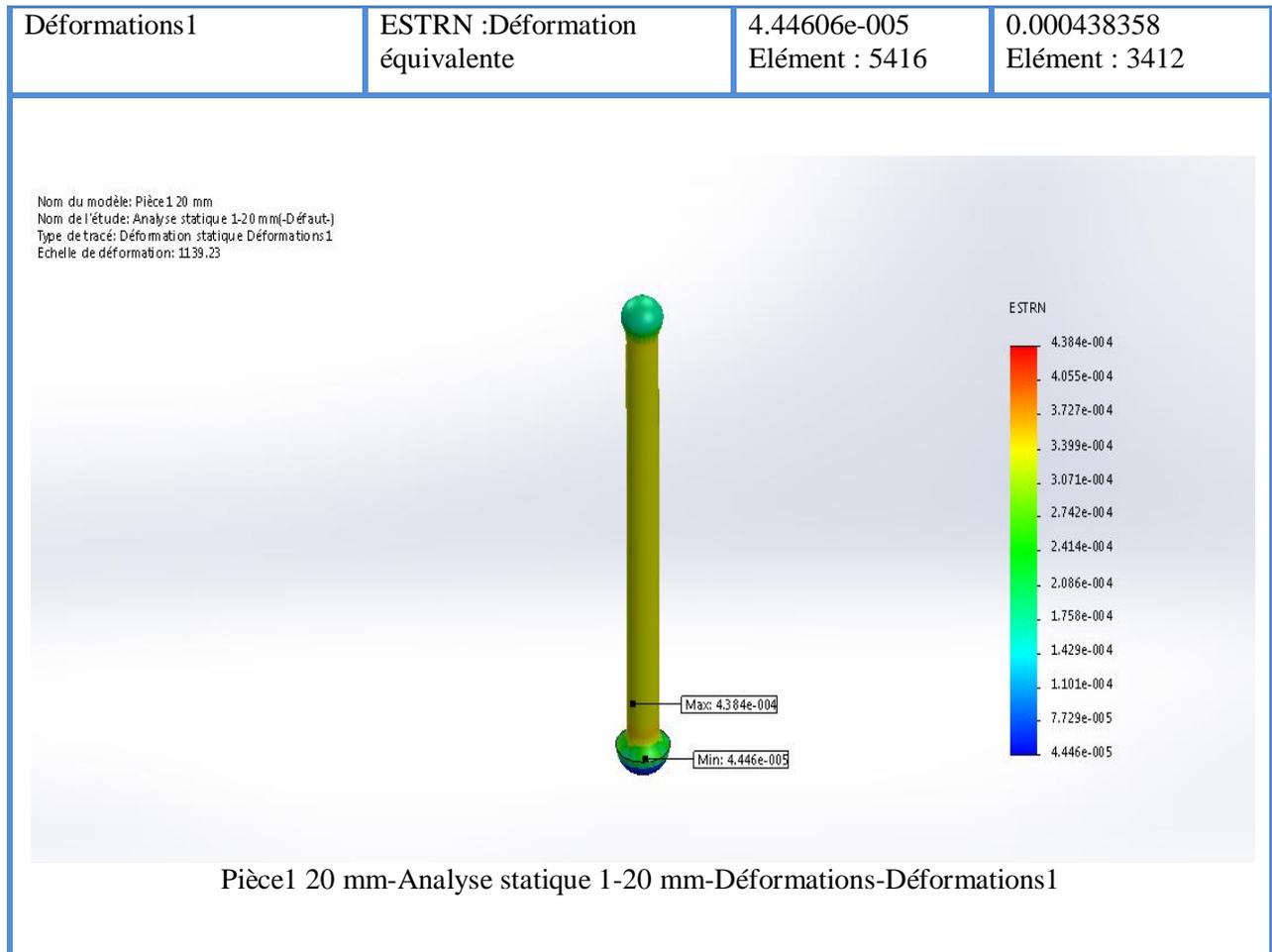
### IV.9.2 Contours de déplacement

Le tableau suivant présente les contours de déplacement et de déformation respectivement sur l'accumulateur. Il est clair, à partir ces résultats, que la distribution du déplacement varie linéairement de la racine au bout de l'accumulateur. Sur la racine de l'accumulateur, le déplacement est nul, puis il augmente considérablement vers le bout.

**Tableau IV.11:** Distribution de déplacement sur l'accumulateur.



**Tableau IV.12:** Distribution de déformation sur l'accumulateur.



### IV.10 Interprétation des résultats

Dans cette section, nous étudierons l'amélioration de l'épaisseur de l'accumulateur afin de réduire la consommation de matériaux industriels. Pour cela, nous avons choisi quatre différentes épaisseur allant de 5 jusqu'à 30 mm. Dans les sections suivantes, on va présenter les résultats de simulation numérique obtenus par le SolidWorks. L'analyse de résultats sera basée sur le déplacement de l'accumulateur suivant les axes X et Z. Notant que le déplacement suivant Y est assez faible, par conséquent, il a été négligé dans la présente étude.

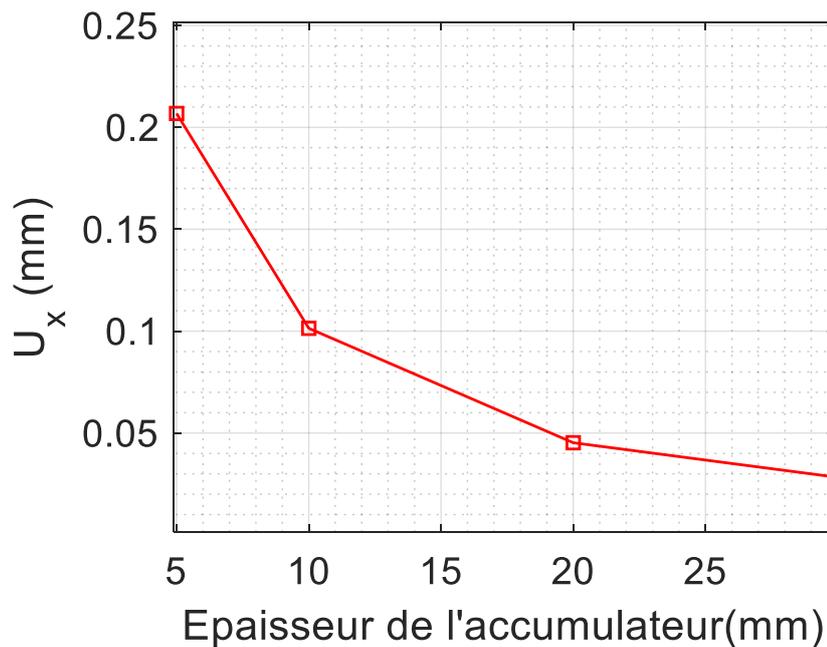
**Tableau IV.13:** Les résultats de simulation obtenus.

Epaisseur mm	5	10	20	30
Dep X mm	0,2068	0,1014	0,04525	0,02826
Dep Z mm	0,2137	0,1142	0,04614	0,02714
Marge de sécurité	0.61	2.1	2.5	3.6

### IV.10.1 Déplacement suivant l'axe X

La figure IV-1 présente la variation de déplacement suivant l'axe x en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur. Les valeurs de cette figure sont illustrées sur le tableau IV-13. D'après cette figure (VI-1) et ce tableau (IV-13), on remarque que la variation de déplacement est diminuée rapidement avec l'augmentation de l'épaisseur jusqu'à ou elle se stabilise à partir la valeur de 20 mm ; après cette valeur, l'effet de déplacement est relativement négligeable. Par conséquent, on peut considérer cette valeur (de 20 mm) comme une épaisseur optimale de conception.

Il est bien clair qu'avec l'augmentation en épaisseur, le déplacement tend vers à zéro, mais, par contre le cout de dispositif (l'accumulateur) devient plus élevé, à cause du cout du matériau supplémentaire résulte par l'épaisseur additionnelle supposée. L'objectif est dont de trouver une épaisseur optimale suffisant qui résiste le déplacement.

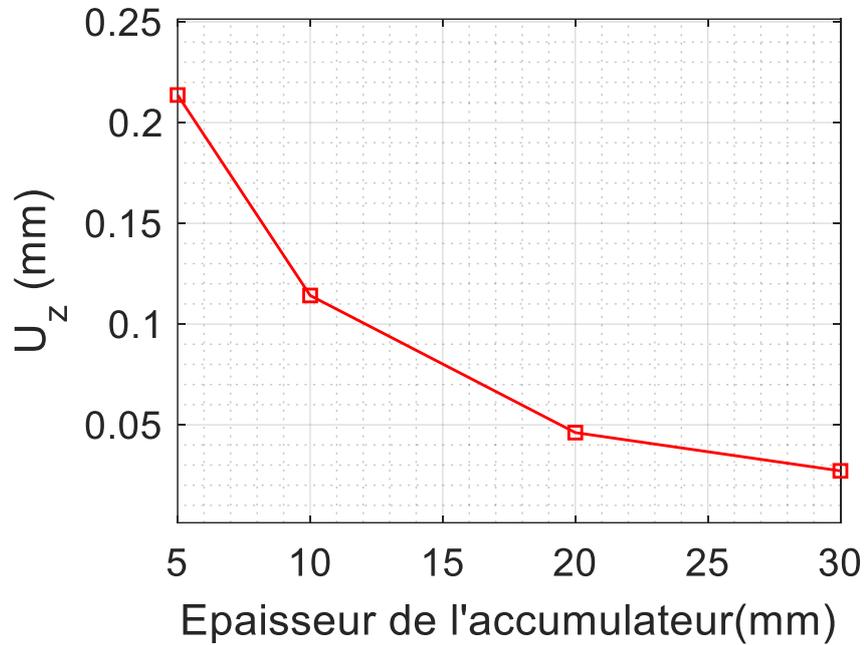


**Figure IV-1:** Variation de déplacement suivant x en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur.

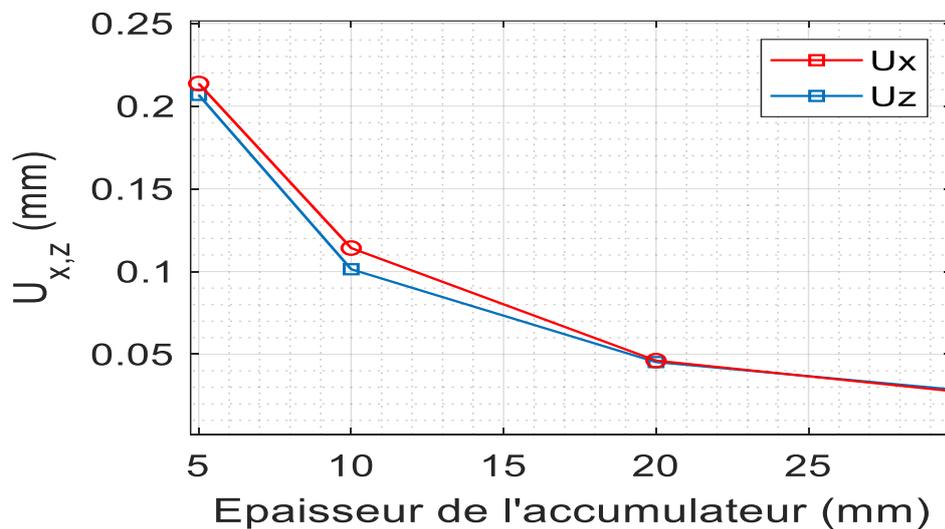
### IV.10.2 Déplacement suivant l'axe Z

La figure IV-2 présente la variation de déplacement suivant l'axe z en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur. Les valeurs de cette figure sont illustrées sur le tableau IV-13. A partir les résultats obtenus sur la figure (VI-1), on remarque que la variation de

déplacement suivant l'axe Z est assez similaire du cas de déplacement suivant l'axe X (l'allure et les valeurs). Cette conclusion peut être confirmée par la figure IV-3 qui montre la comparaison entre le déplacement suivant X et suivant Z. Ceci peut confirmer que l'épaisseur optimale est celui de 20 mm.



**Figure IV-2:** Variation de déplacement suivant z en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur.



**Figure IV-3:** Comparaison de la variation de déplacement suivant x et z en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur.

## Conclusion générale

L'objectif principal de ce travail était d'étudier et d'optimisation d'un dispositif de sécurité pétrolière KOMMEY. Notre contribution de l'optimisation consiste à trouver une valeur optimale de l'épaisseur de conception mécanique de ce dispositif (KOMMY) qui résiste le maximum le déplacement. Pour cela, nous avons utilisé une méthode numérique en utilisant un logiciel commercial (SolidWorks). Dans cette simulation, la géométrie 3D de l'accumulateur a été conçu et modélisé en se basant sur sa géométrie réelle. Une pression uniforme de 3000 PSI a été appliquée à l'intérieur de l'accumulateur étudié. Puisque la matière de la pièce étudiée n'est pas connue, un matériau approximatif a été proposé, à savoir le 1023 Tôle d'acier au carbone (SS).

La simulation numérique a inclus différentes valeurs d'épaisseur variant de 5 jusqu'à 30 mm. Les résultats de chaque épaisseur ont été analysés par rapport les contraintes, la déformation et le déplacement suivant les axes X et Z. le déplacement suivant l'axe Z a été négligé puisqu'il possède des faibles valeurs (tend vers a zéro).

A partir les résultats numériques obtenus au cours de cette étude, il a été constaté que :

- La distribution de contraintes sur la surface de l'accumulateur montre que les contraintes sont fortes sur la racine de l'accumulateur et qu'elle est uniforme sur la totalité de l'accumulateur.
- La variation de déplacement en fonction de l'épaisseur de l'accumulateur révèle que cette variation est diminuée rapidement avec l'augmentation de l'épaisseur jusqu'à ou elle se stabilise à partir la valeur de 20 mm. Après cette valeur, l'effet de déplacement sera relativement négligeable. Alors, on peut considérer cette valeur (de 20 mm) comme une épaisseur optimale de conception.
- Cette valeur d'épaisseur optimale peut réduire d'une façon importante le cout de la conception industrielle des accumulateurs.

## Annexe

1. Arrivée d'air (pression de l'ordre de 120 psi).
2. Huiler
3. Vanne qui permet de passer la vanne d'admission automatique d'air n°4. En position ouverte, elle permet d'alimenter en continu les pompes à air. Elle doit être normalement en position fermée.
4. Vanne d'admission hydropneumatique automatique. Elle permet de régler la pression de démarrage et l'arrêt des pompes à air.
5. Vannes manuelles d'isolement des pompes pneumatiques. Normalement, elles doivent être en position ouverte.
6. Pompes à air.
7. Vannes manuelles d'isolement de l'aspiration des pompes à air. Normalement, elles doivent être en Position ouvertes.
8. Filtre à huile équipée d'une crépine sur la ligne d'aspiration.
9. Clapet anti-retour.
10. Pompe triplex entraîné par moteur électrique.
11. Manocontact : permet de régler les pressions de démarrage et d'arrêt de la pompe électrique. Il est réglé de telle façon que le moteur électrique démarre lorsque la pression dans l'unité chute sous un certain seuil (en général, 2700 psi) et s'arrête lorsque la pression atteint un certain seuil (3000 psi).
12. Coffret de démarrage contenant un commutateur à 3 positions (OFF, ON, AUTO). L'interrupteur doit être normalement sur la position **AUTO**.

13. Vanne manuelle d'isolement de l'aspiration de la pompe électrique. Normalement, elle doit être en position ouverte.
14. Filtre à huile équipée d'une crépine sur la ligne d'aspiration.
15. Clapet anti-retour.
16. Vanne manuelle d'isolement des bouteilles. En fonctionnement normal, cette vanne doit être ouverte.
17. Accumulateur. Le pré charge en azote doit être de 1000 psi  $\pm$  10 %.
18. Soupape de sécurité, tarée entre 3300 et 3500 psi. Le retour est connecté au réservoir.
19. Filtre à huile sur le circuit haute pression.
20. Régulateur de pression : Il réduit la pression de 3000 psi à 1500 psi pour le circuit "manifold". Son réglage se fait manuellement.
21. Clapet anti-retour.
22. Distributeurs 4 voies - 3 positions. Ces distributeurs, équipés de vérins pneumatiques, peuvent être pilotés à distance.
23. Vanne: permet de passer la régulation 3000 - 1500 psi et d'envoyer directement dans le manifold le fluide hydraulique à la pression des accumulateurs (3000 psi). Cette vanne doit être normalement en position fermée. Elle peut être commandée à distance.
24. Soupape de sécurité avec retour au réservoir de stockage du fluide hydraulique. Elle est réglée vers 5500 psi.
25. Vanne de purge de la partie HP. Elle est normalement en position fermée.
26. Sélecteur à 2 positions : Il permet de sélectionner le point de commande du régulateur de pression du BOP annulaire n° 27. Lorsqu'il est sur **Remonte**, 27 peut être réglé à partir du panel de commande à distance. Lorsque le sélecteur est sur **Local**, 27 ne peut pas être réglé à distance.
27. Régulateur de pression annulaire : Il permet de régler la pression du fluide hydraulique envoyé vers le BOP annulaire afin d'ajuster la pression de fermeture de celui-ci. Ce régulateur est piloté pneumatiquement et peut être ajusté à distance.
28. Manomètre de pression de la partie "accumulateur".

- 29. Manomètre de pression de la partie "manifold".
- 30. Manomètre de pression de la partie "annulaire".
- 31 - 32 – 33. Transmetteurs pneumatiques de pression de l'accumulateur, du manifold et de l'annulaire vers le ou les panneaux de commande à distance.
- 34. Filtre à air.
- 35. Régulateur permettant de régler la pression d'air envoyée vers le régulateur 27.
- 36 – 37 – 38. Régulateurs à air pour les transmetteurs pneumatiques de l'annulaire, de l'accumulateur et du manifold.
- 39. Platine de connexion du faisceau de télécommande pneumatique.
- 40. Indicateur de niveau de fluide hydraulique dans le réservoir.
- 41. Bouchon de remplissage et de mise à l'air du réservoir.
- 42. Vannes 4 voies - 3 positions.
- 43. Clapet anti-retour.
- 44. Soupape de sécurité sur la ligne auxiliaire avec retour au réservoir de stockage du fluide hydraulique.
- 45. Ligne auxiliaire qui peut être utilisée pour le skidding.
- 46. Ligne auxiliaire qui peut être utilisée pour tester des équipements en pression.
- 47. Retour vers le réservoir lors de l'utilisation d'une ligne auxiliaire.
- 48. Bouchon d'inspection du réservoir de stockage de fluide hydraulique

## Bibliographies

- [1] OPERATION MAINTENENCE MANUEL MANUFACTERIG DATA  
Book for BOP Control Système (ABB Offshore SystèmeInc).Anne 2003
- [2] Fichiers de SONATRACH
- [3] Mémoire de Bouaoun Hocine Tebina Khaled  
d'étude Unité d'Accumulateur koomey (2013)
- [4] Rétro-conception du bras horizontal de robot manipulateur de la cellule  
flexible (Tlemcen) mémoire fin d etude
- [5] Nicolas Moës Mécanique des milieux continus
- [6] Rapport de fin de stage Slimane KEZIZ Razik BENSID  
Thème : Magasin d'énergie hydraulique Le Koomey  
promotion 2006 center de formation ENAFOR
- [7] [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [8] ENSPM FORMATION INDUSTRIE
- [9] STRAGE PTATIQUE : ENTP 27/03/2019 a 07/04/2019
- [10] WELL CONTROL COURS. Centre de développement et d'application  
des techniques pétrolières et gazières. Révision N° 02, le 02/01/2005 ;