

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département de Hydraulique



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Hydraulique
Spécialité : hydraulique Urban
Thème

**Conception et simulation d'un clapet de sécurité pour les
installations de gaz**

Présenté Par :

1) Mr. Guelai Mohamed

Devant le jury composé de :

Dr. BENAICHA Mohammed	UAT. (Ain Temouchent)	Président
Dr. MASTFAOUI Laila	UAT. (Ain Temouchent)	Examinatrice
Dr. NEHARI Abderrahmane		Encadrant

Année Universitaire 2023/2024

Remerciement

En premier lieu, on tient à remercier Dieu, notre créateur pour M'avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à monsieur BENAICHA Mohamed et à mon encadrant, Monsieur NEHARI Abdel Rahman, pour ses précieux conseils et avis et sa contribution à l'élaboration de ce travail.

Je remercie les honorables membres du jury qui me font l'honneur d'examiner et de juger mon travail.

Je remercie également tous les professeurs du Département hydraulique.

Un grand merci à ma famille, qui m'ont toujours encouragé et soutenu à chaque moment de ma vie et à qui nous devons tout.

Dédicace

On demande à Dieu le Tout-Puissant d'être au niveau requis après les soins, la recherche.

L'arrangement, la coordination et le traitement des sujets jusqu'à ce que nous écrivions cette Recherche, que nous demandons à Dieu de recevoir votre approbation et d'ajouter une valeur Scientifique aux bibliothèques, si Dieu le veut.

Je dédie cet humble travail à ceux qui sont restés debout et ont passé leur vie pour que

J'atteigne ce degré, mon cher père, comme je n'oublie pas celle qui m'a élevé, ma chère mère.

Je dédie aussi ce travail à ma famille, mes amis, mes collègues.

RESUME

Les clapets de sécurité jouent un rôle essentiel dans la protection des installations et des systèmes sous pression en limitant les risques de surpression. Les dispositifs de sécurité automatiques sont utilisés pour libérer le piston lorsque celle-ci dépasse le seuil de sécurité spécifié. Si un problème survient ou si la pression augmente brusquement, ces clapets s'ouvrent afin d'éviter des pannes mécaniques sérieuses, des explosions ou des fuites de substances dangereuses.

Ainsi, leur conception, leur maintenance régulière et leur conformité aux normes sont indispensables pour garantir un fonctionnement sûr et efficace des installations.

Le premier chapitre et le deuxième a été une collecte d'informations générales sur le réseau de distribution gaz et l'installation intérieur, quant au troisième chapitre, il traite un aperçu du programme SOLIDWORKS et SOLIDWORKS Simulation, Dans le quatrième chapitre, nous avons conçu un clapet de sécurité .

Les mots clés : Clapet de sécurité, conception, simulation, CAO, SOLIDWORKS.

ملخص

تلعب صمامات الأمان دورًا أساسيًا في حماية المنشآت والأنظمة تحت الضغط عن طريق الحد من مخاطر الضغط الزائد. تستخدم أجهزة الأمان الأوتوماتيكية لتحرير المكبس عندما يتجاوز عتبة الأمان المحددة. في حالة حدوث مشكلة أو في حالة ارتفاع الضغط فجأة، تفتح هذه الصمامات لمنع الأعطال الميكانيكية الخطيرة أو الانفجارات أو تسرب المواد الخطرة.

وبالتالي، فإن تصميمها وصيانتها المنتظمة والامتثال للمعايير تعتبر ضرورية لضمان التشغيل الآمن والفعال للمنشآت.

الفصل الأول والثاني كان عبارة عن مجموعة من المعلومات العامة عن شبكة توزيع الغاز والتركيب الداخلي، أما الفصل الثالث فيتناول لمحة عامة عن برنامج SOLIDWORKS ومحاكاة SOLIDWORKS، وفي الفصل الرابع قمنا بتصميم صمام الأمان.

الكلمات المفتاحية: صمام الأمان، التصميم، المحاكاة.

TABLE DES MATIERES

<i>Remerciement</i>	I
<i>Dédicace</i>	II
Résumé	III
TABLE DES MATIERES	IV
Liste des figures	X
Liste des tableaux	XIII
Introduction générale :	1

Chapitre I : Réseau de distribution gaz

I.1. Introduction :	2
I.2. Les différentes étapes de distribution :	2
I.2.1 Poste de Distribution Publique DP :	2
I.2.2 Éléments constitutifs des postes de détente :	3
I.2.3 Contrôle et détermination du taux d'odorisation :	5
I.3. Réseau de distribution gaz :	5
I.3.1 Les différentes classes de réseaux :	5
I.3.2 Constitution des réseaux de distribution :	6
I.3.3 Structure des réseaux de distribution :	7
I.3.4 Différent type de réseau :	7
I.3.5 Les matériaux constitutifs :	7
I.3.5.1 Les Canalisations :	7
I.3.5.1.1 Canalisation on acier :	8
I.3.5.1.2 Type d'assemblage de tube on acier :	8
I.3.5.1.3 Avantage et inconvénient :	8
I.3.5.2 Canalisation on cuivre :	9

I.3.5.2.1	Spécifications techniques des barres en cuivre :	9
I.3.5.2.2	Type d'assemblage canalisation on cuivre :	10
I.3.5.2.3	Avantage et inconvénients réseau en cuivre :	11
I.3.5.3	Canalisation on polyéthylène :	12
I.3.5.3.1	Spécifications des tubes :	12
I.3.5.3.2	Type d'assemblage canalisation en polyéthylène :	13
I.3.5.3.3	Avantage et inconvénients réseau en polyéthylène :	15
I.3.5.4	Les Robinets :	16
I.3.5.4.1	Critères de choix des robinets :	16
I.3.5.4.2	VANNE EN Polyéthylène :	17
I.3.5.5	Les branchements :	17
I.3.5.5.1	Classification des branchements :	18
I.3.5.5.2	Type de branchement :	18
I.3.5.5.3	Raccordement de branchement :	19
I.3.5.6	Ensemble de détente :	19
I.3.5.6.1	Compteur :	19
I.3.5.6.2	Détendeur- régulateur :	19
I.3.5.7	Poste de détente :	19
I.3.5.7.1	Domaine d'utilisation :	20
I.3.5.7.2	Choix des postes :	20
I.3.5.7.3	Emplacement et aménagement :	20
I.3.5.7.4	Modes d'installation :	21
I.3.5.7.5	Conditions de fonction des blocs de détente :	21
I.3.5.7.6	Constitution d'un poste de détente :	22
I.3.5.8	Les colonnes montantes :	23

I.3.5.8.1	Matérielle constrictive de la colonne montante :.....	24
I.3.5.8.2	Le Contrôle :	24
I.3.6	Distribution publique de la commune de Ain t'émouchent :.....	25
I.3.7	Organes de coupure – Vanne :.....	27
I.3.8	Branchement gaz et colonne montante :.....	29
I.3.9	Protection cathodique :.....	30
I.3.10	Poste client gaz :.....	30
I.4.	Conclusion :.....	32

Chapitre II : L'enjeu des installations intérieures gaz

II.1.	Ouvrage gaz Installation intérieur :	34
II.1.1	Définition :.....	34
II.1.2	Réglementations et normes.....	34
II.1.3	Règles de sécurité	34
II.1.4	Normes de construction.....	35
II.1.5	Dispositif de sécurité dans l'installation intérieure :	35
II.1.6	Problématique liée a l'installation gaz :	35
II.1.6.1	L'Asphyxié au monoxyde de carbone :.....	35
II.1.6.2	Intoxication au sulfure d'hydrogène (H ₂ S) :.....	36
II.1.6.3	Fuites de gaz et explosion :.....	37
II.1.7	Le danger d'électrification :	37
II.1.8	Immersion de la canalisation à l'intérieur :.....	38
II.1.9	La solution adéquate :	39
II.1.9.1	Asphyxié :.....	39
II.1.9.2	Les Fuites de gaz :.....	40
II.1.9.2	Immersion de la canalisation :	40

II.1.9.2.1	Descriptions :.....	40
II.1.10	Impact d'eau sur la distribution de gaz :.....	41
II.1.10.1	Sur l'équipement gaz :.....	41
II.1.10.2	Sur la qualité de service :.....	42
II.2.	LA solution.....	42
II.2.1	Clapets anti-retours :.....	42
II.2.1.1	Rôle :.....	42
II.2.1.2	Les différents variants des Clapets anti-retours :.....	42
II.2.1.2.1	Électrique :.....	43
II.2.1.2.2	Mécanique :.....	43
II.2.1.3	Catégories des clapets anti-retour.....	44
II.2.1.3.1	Clapet anti-retour en ligne à ressort :.....	44
II.2.1.3.2	Clapet anti-retour à bille :.....	44
II.2.1.3.3	Clapet anti-retour à membrane :.....	45
II.2.1.3.4	Clapet anti-retour à battant :.....	45
II.2.1.3.5	Clapets de non-retour à papillon :.....	47

Chapitre III : Présentation du logiciel SolidWorks

III.1.	INTRODUCTION.....	49
III.2.	Modélisation 3D :.....	49
III.3.	Fonctionnement :.....	49
III.4.	Création des éléments :.....	49
III.5.	L'assemblage :.....	50
III.6.	La mise en plan :.....	51
III.7.	L'écran d'accueil de SOLIDWORKS :.....	51
III.7.1	Le module de pièce :.....	51

III.7.2	Les barres d'outils :.....	52
III.7.2.1	Le module assemblage :.....	52
III.7.2.2	Le module mise en plan :.....	52
III.8.	FONCTIONNALITÉS :.....	52
III.8.1	SOLIDWORKS Simulation Standard	52
III.8.2	SOLIDWORKS Simulation Premium :.....	53
III.8.3	SOLIDWORKS Simulation Professional :.....	53
III.9.	Conclusion.....	53

Chapitre IV : La conception d'un clapet

IV.1	Description D'un dispositif de sécurité :.....	55
IV.1.1	Introduction :.....	55
IV.1.2	Étude des variants :.....	55
IV.1.3	Mode de fonctionnement :.....	55
IV.1.3.1	Poussé d'Archimède :.....	55
IV.2	Dimensionnement des composant du clapet :.....	61
IV.2.1	COMPOSITION DU CLAPET	61
IV.2.1.1	Le corp :.....	61
IV.2.1.2	LE PISTON :.....	62
IV.2.1.3	Le ressort de piston :.....	63
IV.2.1.4	Ressort de compression :.....	65
IV.2.1.5	Interprétation des résultats :.....	67
IV.2.1.6	Le déclencheur :.....	67
IV.2.1.7	LES BOUCHONS :.....	72
IV.2.1.8	Plaque signalétique :.....	73
IV.3	Vue d'ensemble du clapet :.....	74

IV.4	Simulation de l'écoulement gaz :	75
IV.4.1	Partie théorique :	75
IV.4.1.1	Calcul de la vitesse d'écoulement V :	75
IV.4.1.2	Régime de l'écoulement :	75
IV.4.1.3	Interprétation :	77
IV.4.1.4	Calcule des pertes de charge singulière :	77
IV.4.2	Partie pratique :	77
IV.4.2.1	simulation de pression :	77
IV.4.2.2	Simulation de la vitesse :	78
IV.4.2.3	Simulation de la Température :	79
IV.5	CONCLUSION :	81
	Conclusion générale.....	83

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Réseau de distribution gaz

Figure I.1	Poste détente gaz sidi ben aada 10.000 m ³ /h.....	3
Figure I.2	Une colonne montante se détériore suite à un vol.....	11
Figure I.3	Electrosoudage	14
Figure I.4	Soudage Bout à Bout	14
Figure I.5	vanne en Polyéthylène	17
Figure I.6	POSTE DE DÉTENTE.....	23
Figure I.7	dune colonne montante	24
Figure I.8	réparation du réseau gaz	25
Figure I.9	répartition réseau acier par diamètre	26
Figure I.10	répartition réseau cuivre par diamètre	26
Figure I.11	répartition réseau Polyéthylène par diamètre.....	27
Figure I.12	nombre vanne PE.....	27
Figure I.13	nombre vanne CU.....	28
Figure I.14	nombre vanne AC.....	28
Figure I.15	pourcentage des vannes	29
Figure I.16	nombre des brts	29
Figure I.17	montantes	30
Figure I.18	liste des clients MP	31
Figure I.19	débits.....	31

Chapitre II : L'enjeu des installations intérieures gaz

Figure II.1	Compteur corrodé	41
Figure II.2	Clapet à bille à ressort pour éviter le retour.....	45

Figure II.3	Clapet anti-retour à battant Chapeau boulonné (A), charnière ou tourillon (B), corps de vanne (C), disque (D), joint (.....)	46
-------------	--	----

Chapitre III : Présentation du logiciel SolidWorks

Figure III.1	Développement d un volume	50
Figure III.2	Assemblage 3D SOLIDWORKS	51
Figure III.3	Écran de visualisation du logiciel SOLIDWORKS	52

Chapitre IV : La conception d'un clapet

Figure IV.1	l'État normal.....	56
Figure IV.2	début d'immersion	57
Figure IV.3	obturation	57
Figure IV.4	diagramme des fonctions	58
Figure IV.5	Corp de clapet.....	62
Figure IV.6	le piston.....	63
Figure IV.7	ressol de piston	64
Figure IV.8	RESSORT DE PISTON.....	65
Figure IV.9	ressort de déclanchement	67
Figure IV.10	déformation de ressort.....	68
Figure IV.11	simulation de la force.....	68
Figure IV.12	membrane	69
Figure IV.13	dessin 2D	70
Figure IV.14	la tige.....	70
Figure IV.15	La corp de déclencheur	71
Figure IV.16	Bouchon de réarmement	72
Figure IV.17	Bouchon de purge	73
Figure IV.18	Bouchon déclancheur.....	73

Figure IV.19	assemblage de clapet de sécurité	74
Figure IV.20	les éléments du clapet	75
Figure IV.21	simulation de pression.....	78
Figure IV.22	simulation de la vitesse	78
Figure IV.23	Simulation de la Température	79
Figure IV.24	Image tomodensitométrique du clapet	80
Figure IV.25	clapet de sécurité	80

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1	des calibre Cu	10
Tableau I.2	des Caractéristiques mécaniques.....	10
Tableau I.3	type d'assemblage	11
Tableau I.4	Dimensions des tubes.	13
Tableau I.5	dimension vanne Polyéthylène	17
Tableau I.6	des piquages.....	19
Tableau I.7	pressions effective	21
Tableau I.8	matérielle constrictive	24

Introduction

INTRODUCTION GENERALE :

Le gaz naturel est une source essentielle dans la vie quotidienne des Algériens, avec une priorité gouvernementale pour connecter toutes les régions à cette ressource vitale. La moitié de la production de gaz est destinée à la consommation intérieure, et le réseau de distribution a été renforcé par de nouveaux canaux publics et le remplacement des anciennes canalisations pour améliorer leur performance. Le nombre total de clients raccordés au gaz naturel en Algérie s'élève à 5 267 105, répartis en trois catégories de pression :

Ces données montrent que la majorité des clients utilisent des réseaux à basse pression, principalement pour des usages domestiques. Cependant, ces dernières années, certains clients ont effectué des raccordements sans consulter des spécialistes, causant des problèmes techniques dans le système de distribution, notamment l'inondation des canalisations de gaz par l'eau. Cet incident interne affecte toute l'installation collective et interrompt la distribution publique du gaz.

La protection contre ce phénomène est pratiquement inexistante, nécessitant des solutions adaptées. L'utilisation de programmes de modélisation assistée par ordinateur (C.A.O.) pour la conception mécanique de dispositifs de protection offre un avantage. Par exemple, une étude de conception avec SOLIDWORKS Simulation peut améliorer ou évaluer des scénarios spécifiques, assurant ainsi un flux de travail cohérent pour l'amélioration continue des systèmes.

L'amélioration et l'évaluation des solutions techniques restent prioritaires pour renforcer la fiabilité du réseau de distribution du gaz naturel.

La présence projet de conception sur SolidWorks fait l'objet d'une création d'un clapet typique pour la protection des installations gaz contre les incidents éventuelles comme l'immersion et la surpression.

Chapitre I :

Réseau de distribution gaz

I.1. Introduction :

La distribution du gaz naturel est un processus essentiel pour fournir cette source d'énergie aux consommateurs finaux. Elle consiste à acheminer le gaz naturel depuis les sites d'extraction et de traitement vers les centres de distribution, puis à le distribuer à travers un réseau de pipelines jusqu'aux utilisateurs. Ce système complexe nécessite une coordination entre différents acteurs, tels que les producteurs, les transporteurs, et les distributeurs de gaz naturel. L'objectif de cette section est de présenter une vue d'ensemble de ce processus et de mettre en évidence son importance dans l'approvisionnement en gaz naturel.

Le gaz naturel, un hydrocarbure, est incolore, inodore et inodore sous sa forme naissante. Le gaz naturel est une molécule inflammable présente dans diverses régions du monde (à la fois terrestres et côtières) et constitue un carburant propre par rapport aux autres sources d'énergie primaire.

Il s'agit avant tout d'un carburant hydrocarbure.

C'est ce besoin énergétique qui a élevé le gaz naturel à ce niveau d'importance dans notre société et dans nos vies.

Le gaz naturel est un mélange combustible de divers gaz d'hydrocarbures.

Bien que le gaz naturel soit principalement constitué de méthane, il peut également contenir d'autres composants tels que l'éthane, le propane, le butane et le pentane. Selon les sources, la composition du gaz naturel peut varier.

Le méthane est une molécule composée d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène et est appelé méthane. L'odeur distinctive associée au gaz naturel est due à un précurseur appelé **Tetrahydrothiophene** qui est ajouté au gaz avant qu'il ne soit livré à l'utilisateur final. [3]

I.2. Les différentes étapes de distribution :

I.2.1 Poste de Distribution Publique DP :

L'émission du gaz vers le réseau se fait à partir du poste de détente à une pression de 4 bar.

Les postes de détente sont destinés à l'alimentation de réseaux de Distribution Publique ou de clients particuliers.

La mission de ces appareils est de fournir le gaz dans les débits et les pressions appropriés à la nature du réseau ou du client alimenté, tout en garantissant les sécurités spécifiques à chacun d'eux.



Figure I.1. Poste détente gaz sidi ben aada 10.000 m³/h

I.2.2 Éléments constitutifs des postes de détente :

Un poste de détente est constitué par l'assemblage de différents éléments (robinets, filtre, détendeur-régulateur, vanne de sécurité, soupape, compteurs, etc....), qui sont reliés entre eux par des tuyauteries.

- ✓ **de deux lignes principales** et d'une ligne de secours (un by pass général du poste),
- ✓ **de deux filtres à cartouche :**

Qui retiennent les impuretés transportées par le gaz, ils sont munis de purges et d'indicateurs de colmatage, [1]

✓ de clapets de sécurité :

Permettent de couper automatiquement le gaz quand la pression de consigne est dépassée ; leur réarmement est manuel,

✓ de régulateurs : régulent la pression d'émission à la pression de distribution.**✓ de manomètres :**

Indiquent les pressions amont et aval du poste (moyen de contrôle visuel),

✓ D'enregistreurs de pression et de température**✓ de thermomètres :**

Indiquent les températures amont et aval du poste pour contrôle visuel,

✓ de deux (02) systèmes d'odorisation, dont un par pompe doseuse et l'autre par léchage , utilisé généralement lors de rupture d'alimentation électrique ou avarie de la pompe**✓ de soupape de sécurité :** protège les conduites aval du poste contre les surpressions dues **aux défaillances de régulation****✓ de compteur :** mesure la quantité de gaz émise dans le réseau,**✓ Odoriseur :**

Il est constitué d'un petit réservoir contenant le produit odorisant THT le gaz pour lui donner une odeur caractéristique et particulière, afin de le rendre facilement détectable et, par suite, d'éviter tout risque d'explosion ou d'asphyxie.

Une partie de gaz est dérivée de la conduite principale suite à une chute de pression créée par une vanne papillon installée sur cette conduite, cette quantité de gaz proportionnelle au débit de gaz à odoriser transite par l'odoriseur et lèche le produit odorisant (odorisation par absorption) avant de rejoindre le circuit principal. Le taux d'odorisation restera constant si la proportion du gaz dérivé au débit principal de gaz reste effectivement constante. Ceci est obtenue grâce à une vanne de précision installée sur la canalisation en amont de l'odoriseur. L'odorisant utilisé est le tétrahydrothiophène ou (THT) qui possède une odeur caractéristique.

• Taux d'odorisation :

Le taux moyen d'odorisation est de : 20 mg/Nm³.

I.2.3 Contrôle et détermination du taux d'odorisation :

Le contrôle s'effectue quotidiennement au point de départ (sortie station). Deux mesures de contrôle du taux d'odorisation sont effectuées par an par chromatographie en des points définis par l'exploitant

Le taux est déterminé mensuellement par la formule : $T = Q/V$

T : taux d'odorisant en mg/Nm³,

Q : quantité du THT consommé en mg,

V : volume de gaz émis en Nm³ .

I.3. Réseau de distribution gaz :

Un réseau de distribution est constitué d'un ensemble de tronçons repérés par des points d'entrée(nœuds), une ou plusieurs sources d'injection et des points de consommation.

Tronçon :

Un tronçon correspond à une section de conduite dont le diamètre reste constant, sans être complémentaire d'autres conduites sur toute sa longueur.

Nœud :

Un nœud peut désigner :

- ✓ Un point de livraison du gaz ou point de départ.
- ✓ Un bout de réseau et une extrémité de tronçons.
- ✓ Le point de modification de la section
- ✓ Le lieu de confrontation de deux conduits.

Réseaux

Les installations de distribution sont destinées à fournir du gaz combustible aux consommateurs, à une pression d'utilisation définie à l'intérieur d'une plage spécifique.

I.3.1 Les différentes classes de réseaux :

On retrouve dans les réseaux de distribution des conduites, des postes de détentes, des branchements et des colonnes montantes.[1]

Quatre catégories sont établies en fonction du niveau de pression de service :

➤ *catégorie B.P. (basse pression) :*

La pression des réseaux est nettement inférieure à la pression réelle nécessaire pour l'entrée des appareils d'utilisation. La pression atteint 21 mbar.

➤ *catégorie M.P.B. (moyenne pression type B) :*

Le gaz est distribué sur les réseaux de pression inférieure et chez les clients par l'intermédiaire de détendeurs, à des pressions allant de 0,4 à 4 bar.

Après une détente, il est possible d'obtenir trois niveaux de pression en fonction du type d'utilisation :

- Pour les clients domestiques, tertiaires et petites industries 21 mbar (BP) .
- Pour les clients tertiaires et industriels 300 mbar (MP).
- Pour les clients tertiaires et industriels 1000 mbar (MP) .

➤ *Catégorie M.P.C. (moyenne pression type C) :*

Le gaz est distribué sur les réseaux de pression inférieure et chez les clients importants par l'intermédiaire des postes de détente, à des pressions relatives comprises entre 4 et 16 bars .

I.3.2 Constitution des réseaux de distribution :

Un réseau de distribution comprend :

- des conduites
- des postes de détentes
- des branchements
- des colonnes montantes.

Les réseaux B.P. sont principalement composés de tuyaux en fonte. Ils sont le résultat des anciens systèmes de distribution de gaz manufacturé. Il était remplacé par l'acier.

Les réseaux M.P.B. sont composés de conduites en acier et en polyéthylène, ainsi que pour certaines parties (réseaux tertiaires) en cuivre. [1]

Depuis 1996, le Sonelgaz n'autorise plus l'utilisation de ce dernier dans les ouvrages enterrés.

Dans le cas des immeubles collectifs, il existe des branchements individuelles ou collectives ainsi que des conduites montantes qui alimentent les installations intérieures des clients.

Les branchements en polyéthylène sont réalisés sur les conduites acier, polyéthylène et cuivre.

I.3.3 Structure des réseaux de distribution :

Il est important que la structure d'un réseau inclue les points de livraison (source), la fonction (transite ou distribution), le niveau de pression et l'organisation entre les canalisations (maillage-antenne). Les structures courantes pour un réseau de distribution sont les Suivantes :

- ***Le réseau primaire M.P.C :***

Il s'agit d'un réseau qui reçoit des conduites en M.P.C. de la part des réseaux de transport à partir d'un ou plusieurs points de livraison. Son rôle principal est de transit et il est conçu pour alimenter le réseau aval (MPB) à travers des postes de détente.

- ***Le réseau tertiaire :***

Ce réseau est alimenté par un ou plusieurs postes de détente provenant du réseau de transport HP ou du réseau primaire MPC, permettant ainsi le passage de gaz.

I.3.4 Différent type de réseau :

Un réseau ramifié est un réseau où plusieurs branches sont ramifiées à partir d'une ligne principale ou d'une source centrale.

I.3.5 Les matériaux constitutifs :

I.3.5.1 Les Canalisations :

Ces organes doivent assurer l'alimentation on gaz d'un endroit à un autre dans les meilleures conditions économiques, tout en garantissant un bon fonctionnement, une sécurité et une étanchéité permanentes.[2]

1.3.5.1.1 Canalisation on acier :

La canalisation en acier joue un rôle essentiel dans la distribution du gaz naturel. Elle assure le transport sécurisé et efficace du gaz vers les utilisateurs finaux. Ce système de canalisations permet de connecter les différents points de production et de distribution du gaz naturel, assurant ainsi l'approvisionnement en énergie dans les zones urbaines et rurales. L'utilisation de la canalisation en acier présente de nombreux avantages, mais aussi certaines limitations qu'il convient de prendre en compte.

1.3.5.1.2 Type d'assemblage de tube on acier :

La soudure oxyacétylénique ou électrique est utilisée pour assembler les tubes en acier, ce qui garantit une homogénéité maximale des caractéristiques du métal dans la zone soudée.

L'acier est soumis à une température supérieure au point de fusion localement et temporairement (environ 1520 °C pour un acier contenant 0,20% de carbone).

✓ Soudure oxyacétylénique :

La température du métal est inférieure à celle de la soudure électrique, mais la zone de chauffe est plus vaste. Ainsi, elle convient davantage pour souder des éléments de faible épaisseur où une chaleur trop concentrée pourrait entraîner des coulages de métal.

✓ Soudure électrique :

La chaleur nécessaire à la fusion des métaux en présence est apportée par l'arc électrique créé en reliant le matériau à souder au pôle positif d'un générateur électrique et l'électrode au pôle négatif.

1.3.5.1.3 Avantage et inconvénient :

• Avantage :

- La durabilité avec l'installation de la protection cathodique peut atteindre 50 ans.
- Résistance à des températures élevées.
- Une grande résistance à la pression.
- Facilité d'entretien.
- Très grand diamètre.[1]

- **Inconvénients :**

- Le coût élevé.
- Matière qui peut se corroder donc nécessite une protection.
- Les canalisations en acier sont généralement plus lourdes et plus encombrantes (installation lent) .

I.3.5.2 Canalisation on cuivre :

L'utilisation de canalisations en cuivre est couramment employée afin de transporter l'eau, le gaz et d'autres fluides dans les constructions et les installations.

Le cuivre est sélectionné en raison de sa longévité et de sa capacité à résister à la corrosion. Depuis de nombreuses décennies, les systèmes de canalisation en cuivre ont démontré leur fiabilité et leur longévité.

Il est interdit de construire un nouveau réseau de distribution de gaz en cuivre, neuf enterré, mais cela reste valable pour les installations aériennes et les travaux de réparation sur les réseaux existants. [1]

I.3.5.2.1 Spécifications techniques des barres en cuivre :

➤ ***Caractérisation chimique :***

À l'état de livraison, la composition chimique du cuivre est celle du cuivre affiné par électrolytique ou thermique et qui a été désoxydé au phosphore.

Cu + Ag : 99,90 %

$0,015 \leq P \leq 0,040$ %

➤ ***Caractéristiques géométriques et tolérances :***

Diamètre extérieur (mm)	Épaisseur (mm)	Calibre N°	Tolérances sur diamètre extérieur	Tolérances sur épaisseur de paroi
10*	1	8	± 0,04	± 13 %
12*	1	10		
16	1	15		
22	1	20	± 0,06	± 15 %
28	1	25		

36*	1	32	± 0,07
42	1	40	
50	1,5	50	

Tableau I.1 des calibre Cu

NB : (*) Ces diamètres ne sont plus utilisés sur les installations de gaz

- **Caractéristiques mécaniques** : Les tubes livrés devront présenter les propriétés mécaniques suivantes :

Etat de livraison	Résistance à la traction Rm en MPa min.	Allongement en % Min.
Dur (écroui)	290	3

Tableau I.2 des Caractéristiques mécaniques.

- **Aspect de surface** : Il est essentiel que les tubes soient dépourvus de rayures, de soufflures, de criques, de cendures, de piqûres, de doublures, etc...
- **Évasement** : Après les essais effectués, il est important que le tube dont l'état métallurgique ne présente aucune crique, fissure ou déchirure du métal visible à l'œil nu.
- **Cintrage** : Le tube dont l'état métallurgique ne doit pas présenter de déchirures visibles à l'œil nu après les tests réalisés.
- **Rabattement de collerette** : Après les essais effectués, il est important que le tube dont l'état métallurgique ne présente aucune crique sur les bords du tube, visibles à l'œil nu.
- **Absences de défauts** : Il est essentiel que les tubes soient étanches et ne présentent aucun défaut préjudiciable.

1.3.5.2.2 Type d'assemblage canalisation on cuivre :

Les assemblages seront exécutés conformément au tableau suivant :

Brasure	Avant compteur		Après compteur	
	Brasure forte à l'argent	GN	Obligatoire	GN
Propane		Obligatoire	Propane	Obligatoire

Brasure Tendre à l'étain	GN	Interdite	GN	Tolérée
	Propane	Interdite	Propane	Interdite

Tableau I.3 type d'assemblage

1.3.5.2.3 Avantage et inconvénients réseau en cuivre :

• **Avantage :**

- Léger, Facile à installer
- Résistant aux températures élevées.
- Durabilité : le cuivre est un matériau durable qui résiste à la corrosion.
- Adaptation aux hautes températures

• **Inconvénients :**

- Faible diamètre maximum 50 mm .
- Son prix est très élevé.
- Transmissible du courant.
- En raison de sa valeur marchande, le cuivre est fréquemment victime de vols en raison de sa vulnérabilité(figure).
- Sensibilité aux dégâts mécaniques.
- La détérioration du cuivre dépend grandement de la nature du sol(cas d'une fuite des eaux usées).[1]



Figure I.2 Une colonne montante se détériore suite à un vol.

I.3.5.3 Canalisation en polyéthylène :

Les matières plastiques proviennent de la pétrochimie et sont fabriquées en synthétisant différents composants organiques essentiels. Il en est de même des polyéthylènes issus de l'éthylène.

La matière plastique polyéthylène est non polaire. Il est impossible d'assembler les tubes et les raccords en polyéthylène par collage.

Le soudage est la méthode adéquate pour assembler les pièces en polyéthylène.

I.3.5.3.1 Spécifications des tubes :

- **Aspect :**

Les surfaces extérieures et intérieures des tubes en polyéthylène doivent être propres et lisses, et ils ne doivent pas présenter de défauts importants ou fréquents qui pourraient compromettre leur qualité. Par exemple : des taches, des piqûres, des grains, des bulles, des soufflures, des criques.

- **Caractéristiques dimensionnelles :**

Les diamètres extérieurs nominaux, épaisseurs nominales et ovalisation, ainsi que les tolérances sur les diamètres et les épaisseurs, doivent respecter les valeurs du tableau.

PE 80 – SDR1 11						
Diamètre Nominal Dn (mm)	Épaisseur Nominale e (mm)	Tolérances par rapport aux valeurs nominales (mm)		Ovalisations absolues Maximales ² (mm)		Masse métrique (kg/m)
		Sur diamètre extérieur moyen	Sur épaisseur	Sur tube droit	Sur tube enroulé	
20	3,0	+0,3	+0,4	1,2	1,2	0,162
40	3,7	+0,4	+0,5	1,4	2,4	0,428
63	5,8	+0,4	+0,7	1,5	3,8	1,050
90	8,2	+0,6	+1,0	1,8	5,4	2,130
125	11,4	+0,8	+1,3	2,5	7,5	4,090

PE 80 – SDR1 11					
<i>Diamètre Nominal Dn (mm)</i>	<i>Épaisseur Nominale e (mm)</i>	<i>Tolérances par rapport aux valeurs nominales (mm)</i>		<i>Ovalisations absolues Maximales (mm) sur tube droit</i>	<i>Masse métrique (kg/m)</i>
200*	11,4	+1,2	+1,3	4,0	6,800
250*	14,2	+1,5	+1,6	5,0	10,700

Tableau I.4 Dimensions des tubes.

- S.D.R : Standard dimension ratio = Dn/e
- Valeurs obtenues en sortie de fabrication.
- (*) Pour résine en PE 100 (MRS 10,0 MPa)

I.3.5.3.2 Type d'assemblage canalisation en polyéthylène :

Les tubes en PE sont classés en deux grandes catégories :

- Les assemblages par soudage : qui utilisent la fusion comme méthode.
- Les assemblages mécaniques dont le principe est la compression.

Assemblage par soudage :

Deux méthodes principales sont utilisées pour connecter les canalisations en PE par soudage :

- L'électro soudage de raccords.
- Le processus de soudage à l'aide d'un élément chauffant (soudage bout à bout).

Electrosoudage :

Cette méthode implique la réalisation d'assemblages en utilisant des raccords électro soudables.

Les raccords ont été équipés d'une résistance électrique lors de leur fabrication.

la résistance du raccord est connectée à une source d'énergie.

Au moment du soudage, la dissipation, par effet joule, se produit. la puissance électrique entraîne la fusion des surfaces des deux pièces qui sont assemblées.[1]

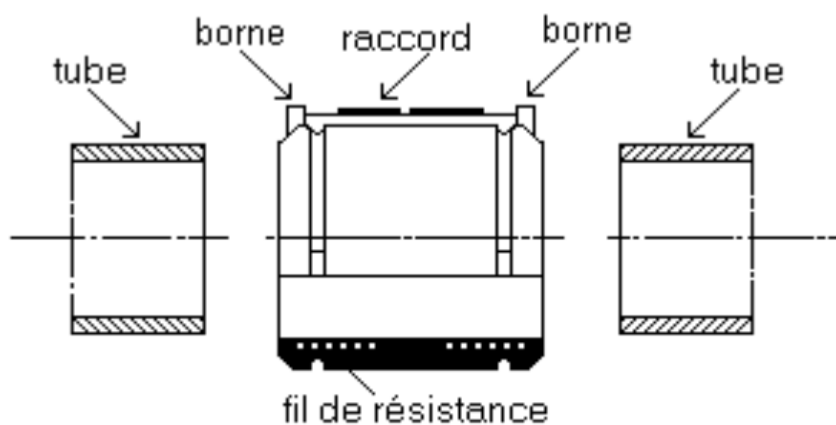


Figure I.3 Electro soudage

Soudage Bout à Bout :

Le processus de soudage bout à bout est réalisé à l'aide d'un élément chauffant et sert à assembler les tubes en PE d'épaisseurs identiques et d'indices de fluidité respectifs.



Figure I.4 Soudage Bout à Bout

Assemblage mécanique :

Les raccords mécaniques sont utilisés pour l'assemblage d'un tube en polyéthylène à un autre élément du système de canalisation. Par exemple, le cuivre, l'acier sont fréquemment mentionnés comme des raccords de transition.

En règle générale, il comprend un élément de compression qui garantit une tenue uniforme à la pression, l'étanchéité et la résistance à l'effet de fond.

On utilise deux types de raccords de transition :

- Raccords à serrage mécanique.
- Raccords monobloc.

1.3.5.3.3 Avantage et inconvénients réseau en polyéthylène :

- **Avantage :**

- Facile à manipuler et à installer grâce à son poids léger.
- Les conduites peuvent absorber les impacts, les vibrations et les contraintes causées par les mouvements du sol grâce à leur ductilité inhérente.
- Résistance à la corrosion
- Économie dans les opérations de manutention et de pose.
- L'aptitude à se déformer sans dommage (écrasement, L'enroulement)
- La durée de vie dépasse 50 ans.

- **Inconvénients :**

- Réactivité aux agressions chimiques
- Pressions et dépression : les tubes en PE ne doivent pas être soumis à des contraintes supérieures à celles qui sont utilisées pour calculer la PN.
- Sensibilité aux températures élevées
- Le polyéthylène peut être dégradé par une exposition prolongée aux rayons ultraviolets (UV), ce qui diminue sa durée de vie et sa résistance.
- Malgré sa résistance aux chocs, le polyéthylène peut être altéré par des chocs violents ou des impacts, ce qui peut mettre en péril l'intégrité du réseau.[2]

I.3.5.4 Les Robinets :

Un robinet est un dispositif d'obturation externe qui permet de réguler, de stopper ou de changer le débit d'un fluide dans une canalisation ou une installation. Les robinets sont manipulables directement : (à l'aide d'un volant, d'une manivelle, d'une clé, etc....).

- Il existe trois catégories principales :
- Les robinets à vannes ou robinets-vannes.
- Les robinets à soupapes.
- Les robinets à papillon.
- Les robinets à rotation (cylindriques - coniques - sphériques).

Le robinet à tournant est le type de robinet employé dans les réseaux de gaz. Il s'agit du système le plus fiable et dont la fermeture est la plus rapide (en un quart de tour).

1.3.5.4.1 Critères de choix des robinets :

La sélection est basée sur plusieurs critères, dont les principaux sont :

- le domaine d'utilisation :
 - Sur réseau
 - sur bloc de détente.
 - sur branchement .
- la pression maximale en service normal :
 - 16 bar relatif pour les réseaux M.P.C.
 - 4 bar relatif pour les réseaux M.P.B. et les branchements.
- L'emplacement :

Deux (02) types d'emplacements sont pris en considération :

 - En chambre,
 - En élévation,
- Les matériaux retenus pour les vannes de réseaux et de branchements sont :
 - Polyéthylène.
 - Le laiton.
 - L'acier.
 - La fonte aciérée.[1]

I.3.5.4.2 VANNE EN Polyéthylène :

Les robinets enterrés en polyéthylène à 1/4 de tour et à extrémités lisses doivent être soudés sur un réseau de distribution de combustibles gazeux (gaz naturel et propane).

La pression requise est inférieure à 4 bars.

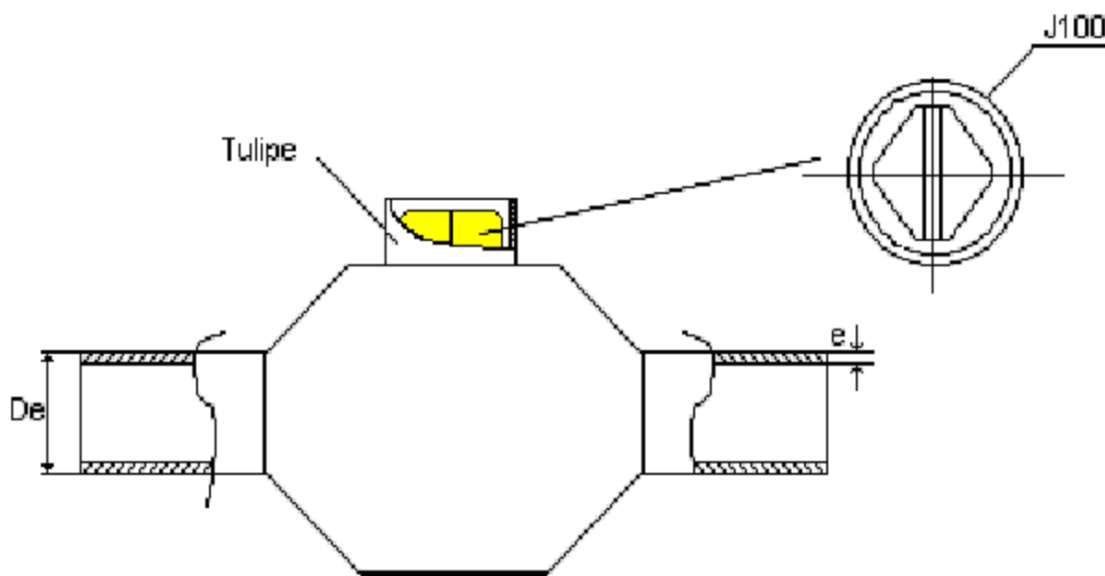


Figure I.5 vanne en Polyéthylène

Dimensions :

<i>DN du robinet</i>	<i>De Tube PE</i>	<i>Epaisseur (e)</i>
40	40	3,7
63	63	5,8
90	90	8,2
125	125	11,4
200	200*	11,4
250	250*	14,2

*PE 100

Tableau I.5 dimension vanne Polyéthylène

I.3.5.5 Les branchements :

le branchement gaz est une liaison entre le réseau de distribution gaz et le logement du client (industriels, administratifs, tertiaires et domestiques).[1]

Les matériaux couramment utilisés pour la réalisation des branchements sont l'acier, le cuivre et le polyéthylène.

On procède à cette dérivation en utilisant un accessoire nommé prise de branchement.

Un branchement ne peut jamais dépasser 20 mètres de longueur.

1.3.5.5.1 Classification des branchements :

➤ ***La nature du matériau :***

La matière de basse de branchement comme le P E HD, cuivre, acier.

➤ ***La pression de service :***

- Branchement MPB
- Branchement BP

➤ ***Calibres usuels :***

- Pour le polyéthylène : 20,40, 63 et 125
- Pour l'acier : 50, 100 et 150 dans le cas des postes clients.
- Pour le cuivre 15, 25 et 40 (extrême sud).

1.3.5.5.2 Type de branchement :

➤ ***Branchement d'immeuble collectif ou individuel :***

L'installation d'un immeuble collectif ou individuel est reliée à une conduite de distribution par conduite.

- Ce branchement est dit branchement collectif lorsqu'il dessert un immeuble collectif.
- Ce branchement est dit branchement individuel lorsqu'il dessert une habitation individuelle.

➤ ***Branchement particulier :***

- Le compteur d'abonné est connecté aux parties de l'installation commune pour assurer la desserte de plusieurs logements.(Voie ascendante, voie descendante) [1]

I.3.5.5.3 Raccordement de branchement :

Branchement		Réseau	Prise de brt.
<i>Calibre</i>	<i>Nature</i>		
<i>15 – 40</i>	<i>PE</i>	<i>Acier</i>	<i>Prise à souder</i>
<i>15 – 40</i>	<i>PE</i>	<i>PE</i>	<i>Selle/Selle té de brt.</i>
<i>20</i>	<i>PE</i>	<i>Cuivre</i>	<i>Prise à souder</i>
<i>15</i>	<i>Cuivre</i>	<i>Cuivre</i>	<i>Prise à souder</i>
<i>50 – 100</i>	<i>Acier</i>	<i>Acier</i>	<i>Prise à souder</i>

Tableau I.6 des piquages**I.3.5.6 Ensemble de détente :****I.3.5.6.1 Compteur :**

Les compteurs domestiques sont généralement des compteurs secs de type à membrane. Leur désignation est normalisée :

G 2,5 : débit maximum 4 m³/h; calibre 20

G 4 : débit maximum 6 m³/h; calibre 20

G 6 : débit maximum 10 m³/h; calibre 32

I.3.5.6.2 Détendeur- régulateur :

Appareil permettant de couper et de détendre un gaz d'une pression amont, comprise entre des limites déterminées, à une pression aval définie.

- Détendeur- régulateur type B, conçu pour être alimenté à une pression comprise entre 0,1 bar et 4 bar.

En fonction de la destination :

- **Détendeur- régulateur individuel**, destiné à alimenter une installation individuelle. Il se place le plus souvent sur l'entrée du compteur.
- **Détendeur- régulateur collectif d'immeuble**, destiné à alimenter une installation collective. Il se trouve le plus souvent à l'entrée de la conduite d'immeuble

I.3.5.7 Poste de détente :

Les postes de détente ont pour objectif de détendre le gaz d'un niveau amont variable à un niveau aval régulé afin d'alimenter l'installation intérieure d'un client spécifique.

1.3.5.7.1 Domaine d'utilisation :

Ils ont pour fonction de livrer le gaz dans les conditions de débit et de pression correspondants à la nature du client à alimenter tout en assurant sa sécurité.

Ces postes sont alimentés par un réseau moyenne pression MPB et délivrent, après détente, une pression aval de :

- 21 mbar (ou 25 mbar),
- 300 mbar.
- 1000 mbar.

1.3.5.7.2 Choix des postes :

En général, les critères à considérer lors de la sélection d'un poste sont les suivants :

- la composition du gaz diffusé (gaz naturel type H ou L).
- les plages de pressions en amont et en aval. - la nature du client à alimenter. - le débit à assurer.
- le degré de sécurité à assurer (fourniture et environnement).
- L'emplacement du poste.
- les fonctions complémentaires.

1.3.5.7.3 Emplacement et aménagement :

Les emplacements des postes doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- Être établi sur un bon sol, pour éviter les mouvements de terrain ultérieurs qui pourraient détériorer la construction et nuire à la stabilité des appareils.
- Il est important d'être éloigné des habitations afin de garantir la sécurité publique en cas de fuite ou d'incidents d'exploitation.
- Ne pas être proche d'infrastructures ou d'installations de services étrangers qui pourraient présenter des difficultés en raison de leur nature ou de leur situation.
- s doivent être disposés de manière à ce qu'ils ne perturbent pas la circulation des piétons et des voitures pendant les travaux.
- Il est possible de les accéder facilement à partir d'une voie de circulation carrossable.

I.3.5.7.4 Modes d'installation :

Les postes de détente et de comptage sont constitués autour d'une architecture de base comprenant les éléments essentiels assemblés entre eux, sont montés sur châssis et placés en :

➤ **En armoire :**

Emplacement tel que l'ensemble des organes du poste soit installé dans une armoire métallique.

➤ **En local approprié :**

Il est nécessaire que la surface libre totale des orifices de ventilation permanente du local soit égale ou supérieure à 5 % de la surface couverte du local.

➤ **En coffret :**

Les blocs de détente dont le débit est égal à 65 Nm³ /h et à 100 Nm³ /h peuvent être réalisés en coffret avec détendeur unique.[1]

I.3.5.7.5 Conditions de fonction des blocs de détente :

➤ **Normalisation des débits nominaux :**

Le débit nominal d'un bloc de détente est le débit maximal exprimé en Nm³ /h (mètres cubes par heure) que peut assurer le compteur du poste.

Les débits nominaux sont fixés aux valeurs suivantes : 65 - 100 - 160 - 250 - 500 - 1000 - 1600 - 2500 Nm³ /h.

➤ **Normalisation des pressions effectives :**

Les pressions de livraison aux clients sont fixées aux valeurs suivantes :

Pression aval (mbar)	Pression amont Maxi (bar)	Pression amont Mini (bar)
21	4	1
300	4	1
1000	4	2

Tableau I.7 pressions effective

1.3.5.7.6 Constitution d'un poste de détente :

Chaque poste est constitué :

➤ *Pour poste à simple ligne :*

- D'un joint isolant entrée.
- D'une vanne d'entrée.
- d'un filtre.
- d'un dispositif de sécurité (VS), incorporé ou non au détendeur-régulateur.
- d'un détendeur régulateur.
- d'une soupape de sécurité.
- d'un compteur.
- d'un emplacement prévu pour le mesurage de la pression aval.
- d'une vanne de sortie.
- d'un joint Isolant sortie.

➤ Pour poste à double lignes :

Les postes à double lignes sont destinés aux clients disposant d'installation nécessitant une sécurité d'alimentation pour préserver la production.

sur chaque ligne :

- une vanne d'entrée de ligne
- un filtre, un dispositif de sécurité,
- un détendeur - régulateur,
- une vanne sortie de ligne
- d'une soupape de sécurité;
- un compteur installé à l'aval des deux vannes de sortie de ligne
- Joint Isolant d'entrée et sortie
- un emplacement prévu pour le mesurage de la pression aval.[2]



Figure I.6 *POSTE DE DÉTENTE*

I.3.5.8 Les colonnes montantes :

Une colonne montante de gaz est une canalisation verticale qui équipe tous les immeubles et permet de distribuer le gaz naturel à chaque logement via des compteurs individuels.

En règle générale, le promoteur la construit lors de la construction de l'immeuble et elle fait partie du réseau public de distribution de gaz jusqu'à ce que le gaz atteigne le compteur individuel de chaque bien immobilier.

Le branchement gaz représente cette limite en effectuant un piquage sur la colonne montante afin d'alimenter chaque compteur à l'aide d'un organe de coupure individuel.

La colonne montante de gaz est une partie intégrante du système de distribution de gaz dans les immeubles collectifs.[1]

Chaque foyer reçoit son approvisionnement en gaz naturel grâce à ce service, tandis que la responsabilité de son entretien et de sa maintenance incombe généralement au distributeur de gaz (SONELGAZ).

I.3.5.8.1 Matérielle constrictive de la colonne montante :

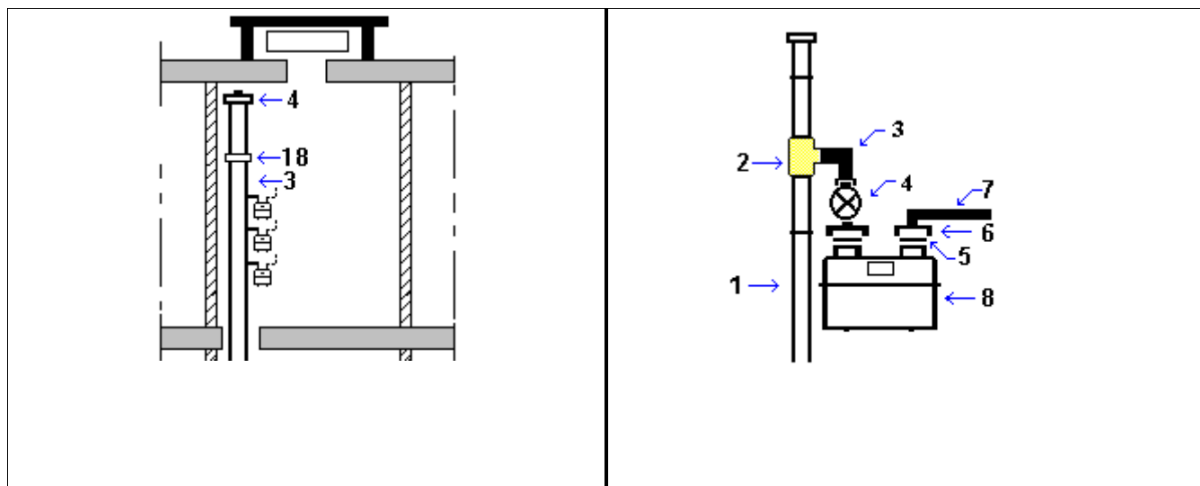


Figure I.7 *dune colonne montante*

Référence.	Désignation du matériel	
3	Colonne montante (CM	Diamètre 26/28-40/42-50/52
4	Bouchon de fin CM à braser	Calibre 25-40-50
18	Collier de fixation	Calibre 25-40-50
Figure		
1	CM	Diamètre 26/28-40/42-50/52
2	Té cuivre réduit	Diamètre 28x22x28 - 42x22x42 - 50x22x50
3	Raccord coudé	Calibre 20
4	Robinet compteur	Calibre 20
10	Raccord coudé 3P entrée compteur	Calibre 20
8	Compteur	G2,5/4
	Joint plat pour raccord robinet CM	Calibre 20
5	Joint plat pour robinet compteur	Calibre 20
6	Raccord sortie compteur	Calibre 20
7	Amorce de 1 m de tube cuivre	Diamètre 20/22

Tableau I.8 *matérielle constrictive*

I.3.5.8.2 Le Contrôle :

Il est nécessaire de réaliser une épreuve d'étanchéité en utilisant de l'air ou du gaz inerte à une pression d'un (1) bar et pendant une (1) heure.[1]

Par exception, si les conditions locales ne permettent pas de réaliser cette épreuve, on vérifiera l'étanchéité des joints de toute nature sous la pression du gaz de distribution, en les badigeonnant avec un produit moussant.

I.3.6 Distribution publique de la commune de Ain t'émouchent :

En 1978, la commune d'Ain T'émouchent a bénéficié de l'alimentation en gaz naturel, la mise en service du réseau de distribution en 1979. Aujourd'hui, le nombre de clients est important. Qui nécessite un réseau de distribution expansif et fiable.

Nombre de client :

Poste détente gaz : La commune de Ain T'émouchent dispose de deux postes de détente d'une capacité de 10 000 m³/h pour chaque poste. La capacité totale est de 20 000 m³/h.

Réseaux de distribution gaz :

Avec une consistance totale de 194308 ml le réseau de distribution DP/AT répartie on 3 matières de canalisation :

- Le polyéthylène : longueur de **170794 ml**
- L'acier : : longueur **14633ml**
- Le cuivre : longueur **8881 ml**

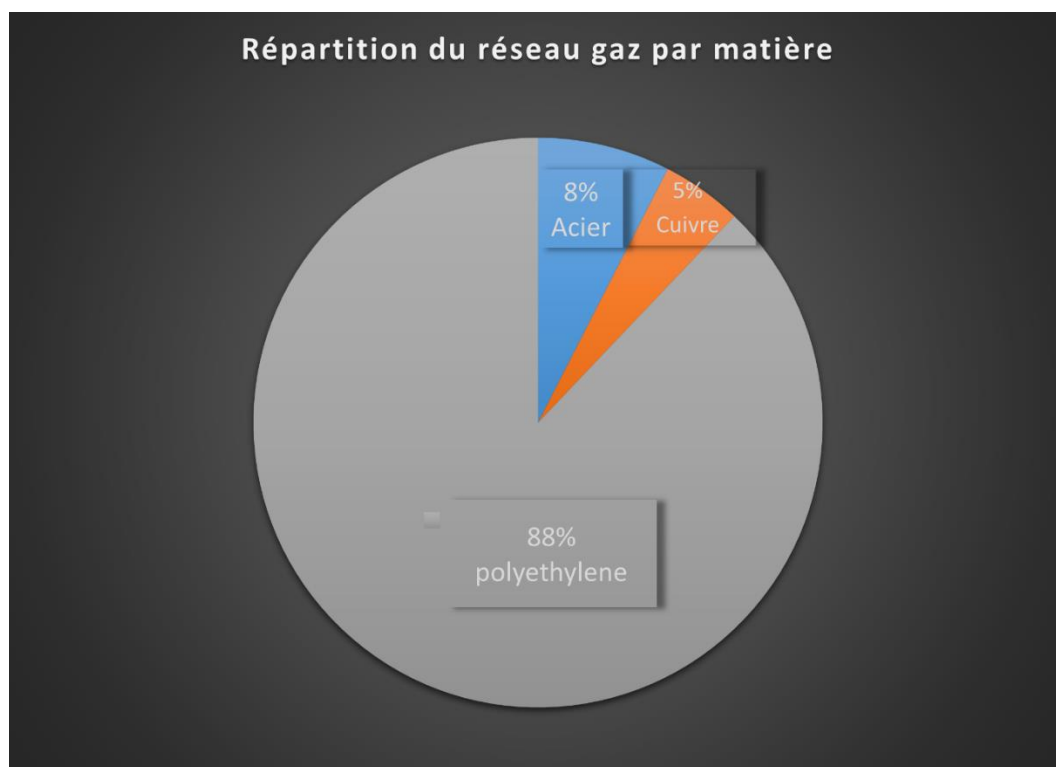


Figure I.8 réparation du réseau gaz

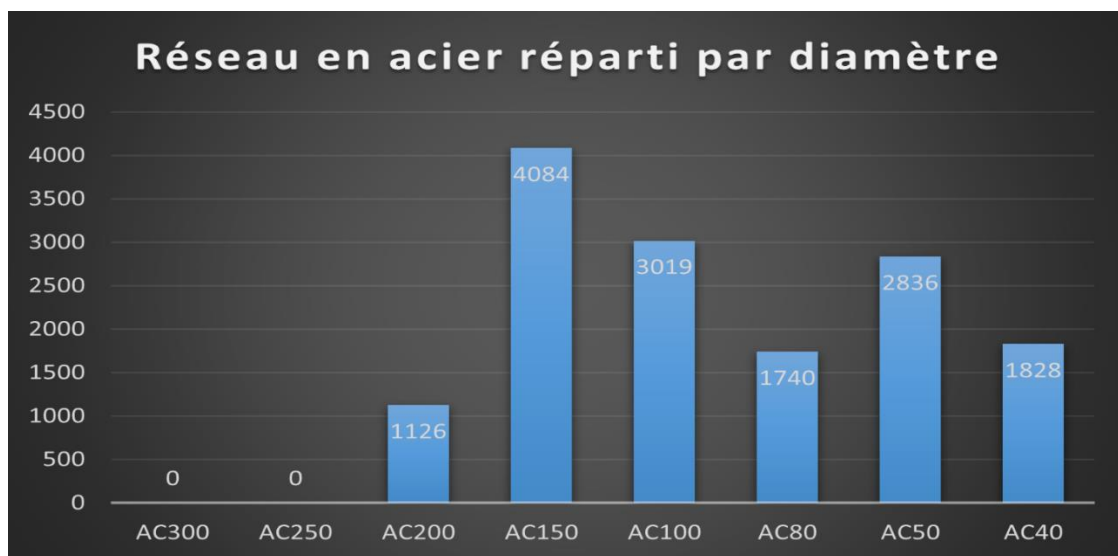


Figure I.9 répartition réseau acier par diamètre

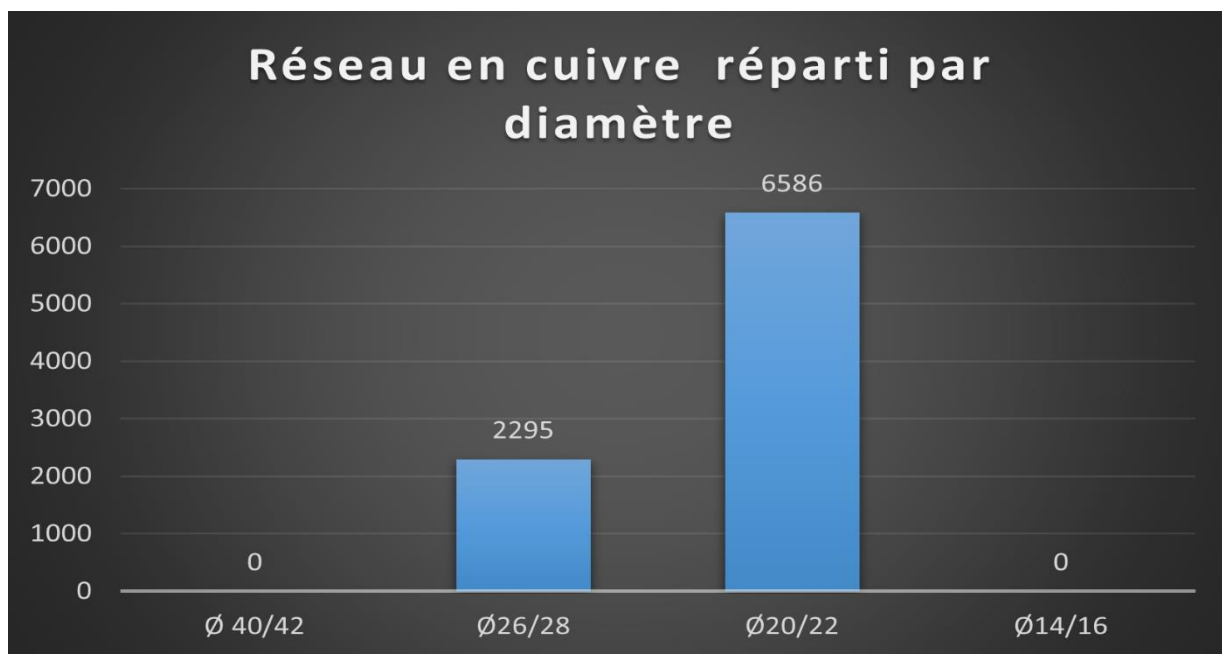


Figure I.10 répartition réseau cuivre par diamètre

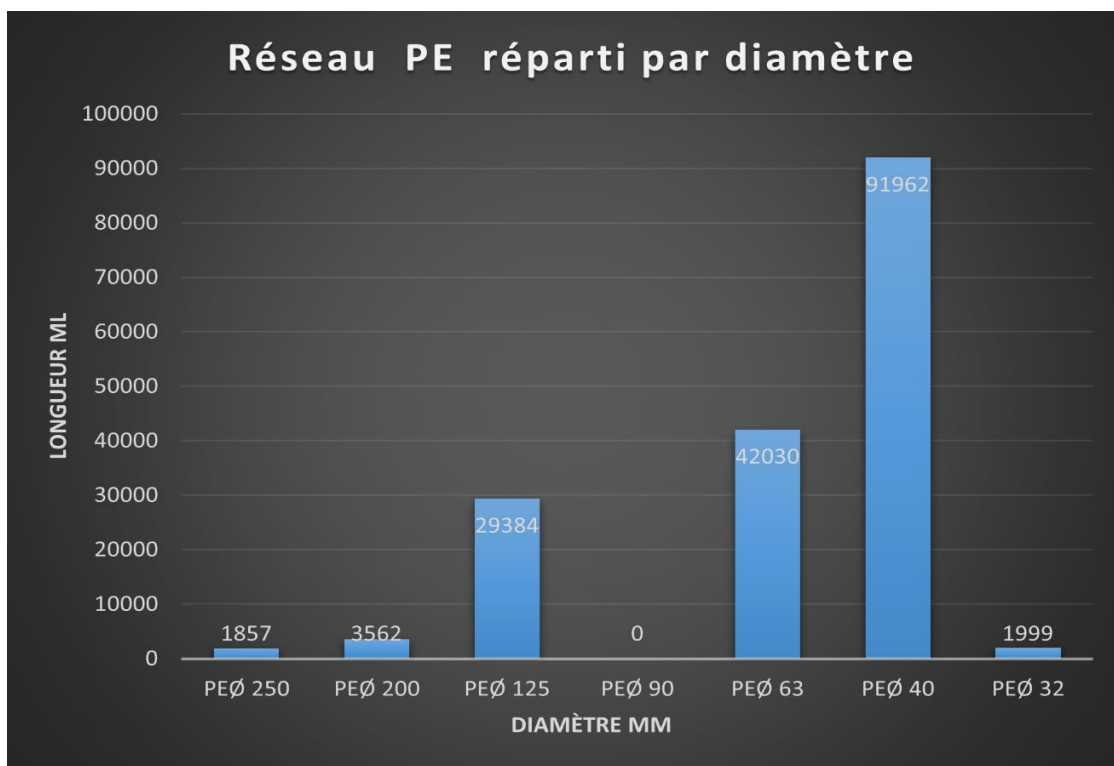


Figure I.11 répartition réseau Polyéthylène par diamètre

I.3.7 Organes de coupure – Vanne :

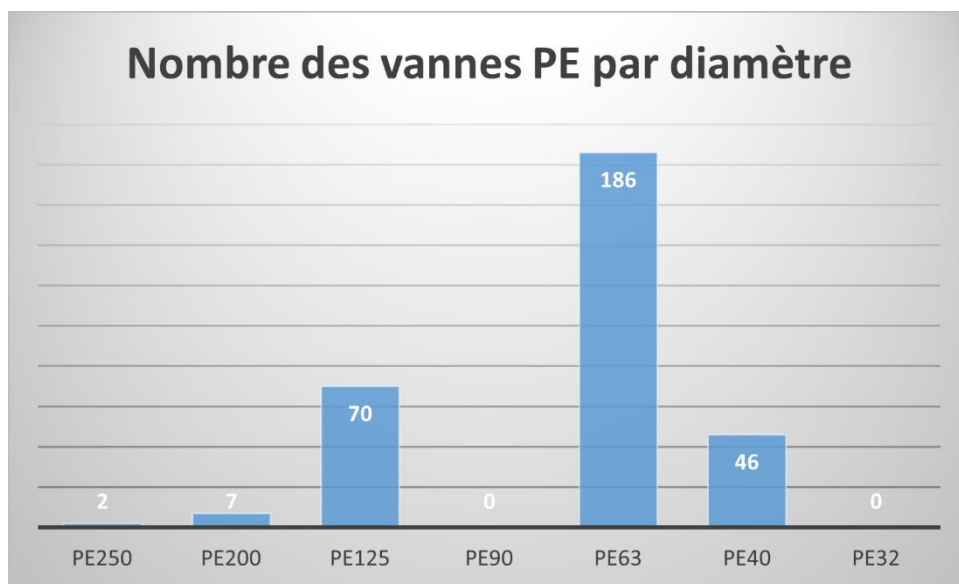


Figure I.12 nombre vanne PE

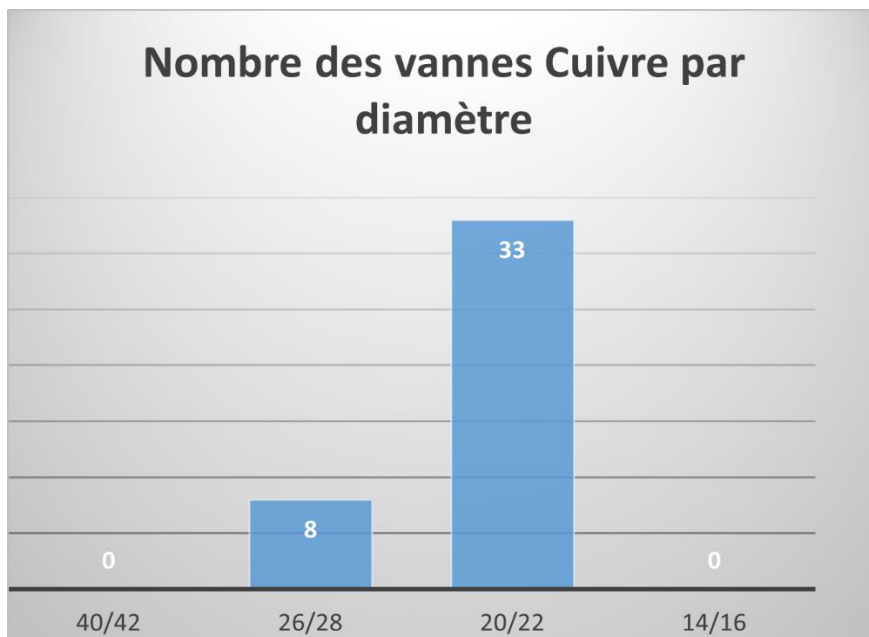


Figure I.13 nombre vanne CU

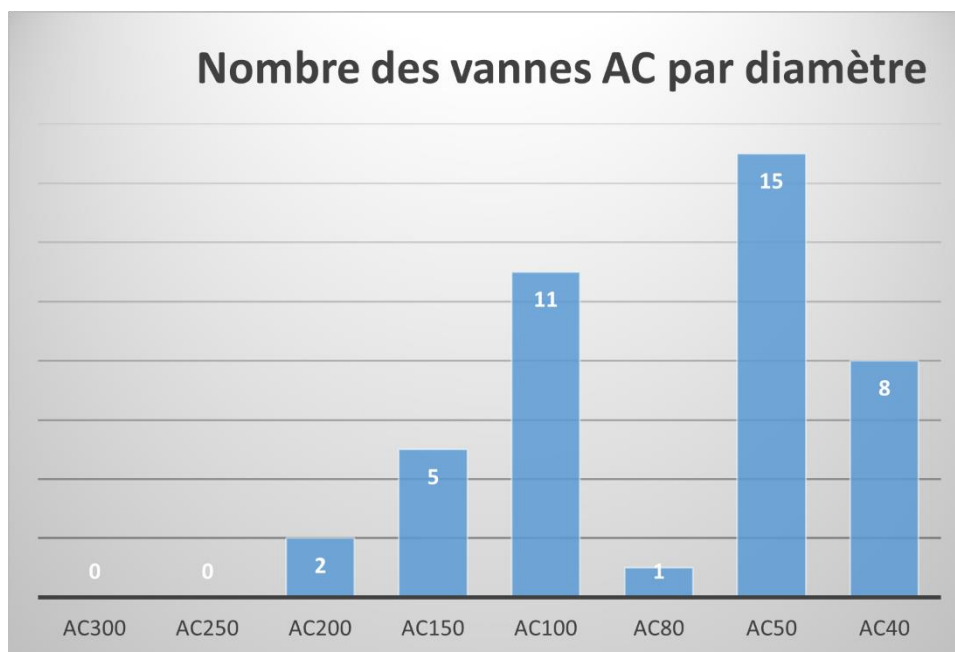


Figure I.14 nombre vanne AC

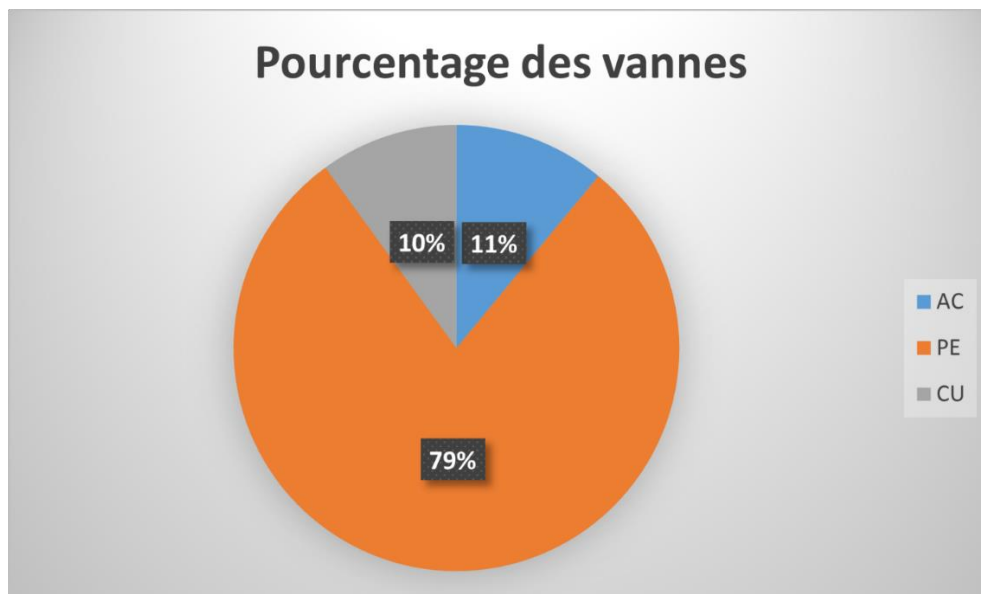


Figure I.15 pourcentage des vannes

I.3.8 Branchement gaz et colonne montante :

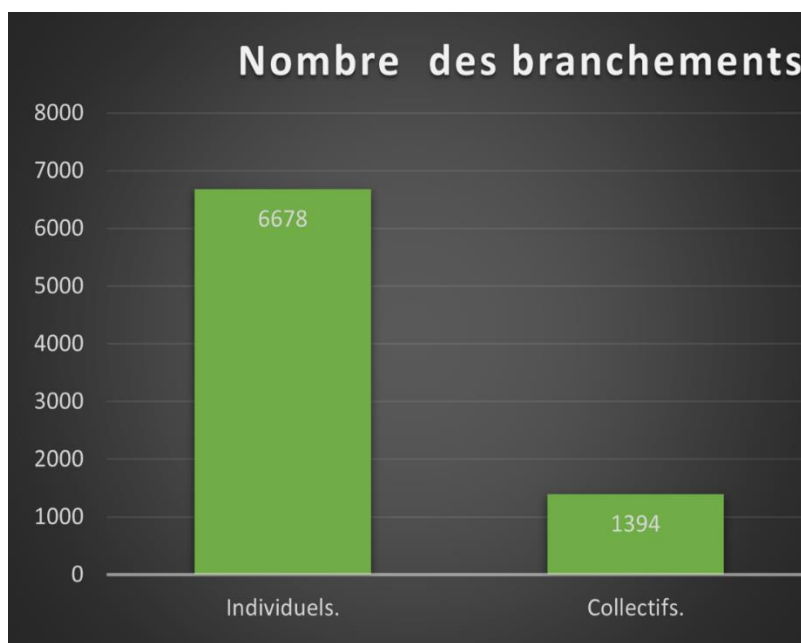


Figure I.16 nombre des brts

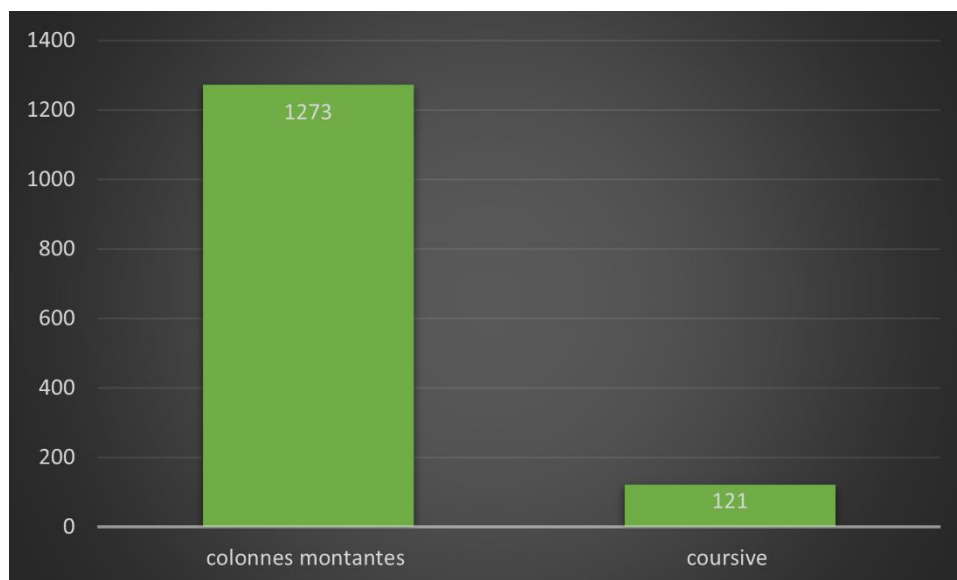


Figure I.17 montantes

I.3.9 Protection cathodique :

- Nombre de Prises de Potentiel : **67**
- Nombre Postes de soutirage : **1**
- Longueur de réseau protégé : **14633ml**

I.3.10 Poste client gaz :

Nombre : 28 poste client

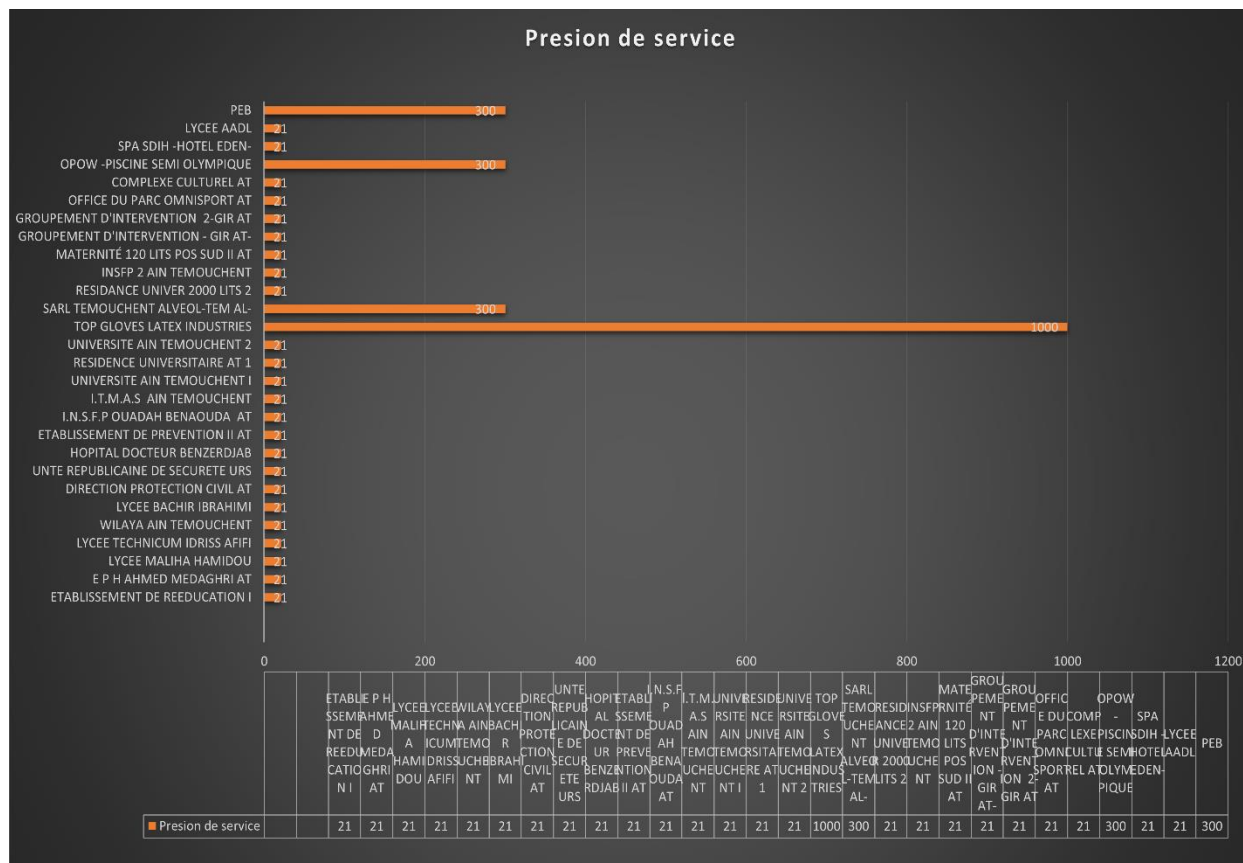


Figure I.18 liste des clients MP

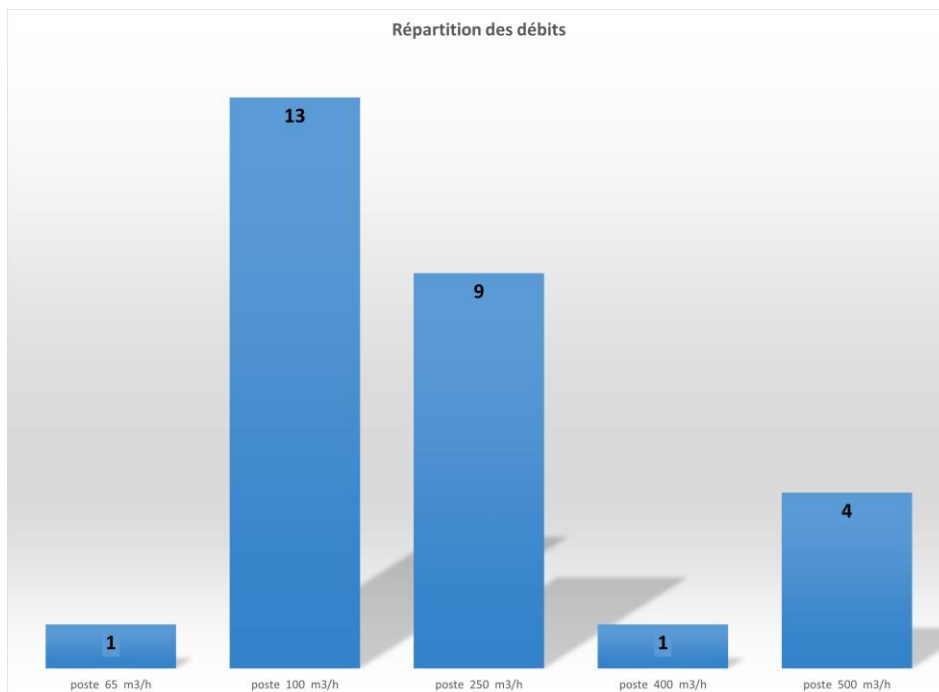


Figure I.19 débits

I.4. Conclusion :

le réseau de distribution de gaz naturel joue un rôle essentiel dans la distribution de cette source d'énergie essentielle à différents utilisateurs. Les différentes classes de réseaux, les matériaux utilisés dans les canalisations (cuivre et polyéthylène), ainsi que les éléments tels que les vannes et les branchements, jouent tous un rôle dans la distribution du gaz naturel de manière efficace et sécurisée. Il est obligatoire de saisir la structure et les éléments du réseau de distribution de gaz afin d'assurer une alimentation fiable et sécurisée en gaz naturel pour les usages publics et privés.

Chapitre II :

L'enjeu des installations intérieures gaz

II.1. Ouvrage gaz Installation intérieur :

II.1.1 Définition :

La mise en place du gaz à l'intérieur d'un logement en Algérie débute après le compteur et se termine au niveau du conduit d'évacuation des gaz combustibles.

Elle englobe les canalisations fixes, les robinets et les appareils avec leurs systèmes d'évacuation.

Cette installation est la propriété de l'utilisateur, locataire ou propriétaire occupant.

Notons que l'installation du gaz à l'intérieur est régie par des normes spécifiques, comme la norme NF DTU 61.1 qui définit les règles à respecter pour les installateurs de gaz. Cette norme couvre toutes les règles techniques et de sécurité en vigueur pour les installations de gaz, y compris l'installation avant et après le compteur de gaz.

II.1.2 Réglementations et normes

Il est crucial de respecter les réglementations et les normes concernant l'installation intérieure du gaz afin de garantir la sécurité des utilisateurs et la conformité des installations.

Ces lois établissent des règles rigoureuses en ce qui concerne les matériaux employés, les méthodes d'installation, les distances de sécurité, les points de ventilation, et bien d'autres éléments.

Ces réglementations doivent être respectées afin d'éviter tout risque d'accident ou de fuite de gaz potentiellement dangereux.

II.1.3 Règles de sécurité

L'installation intérieure du gaz est soumise à des règles de sécurité visant à éviter les risques d'incendie, d'explosion ou d'intoxication.

Parmi ces règles, on retrouve :

- Il est impératif d'utiliser des tuyaux et des raccords agréés.
- De procéder à des vérifications régulières de l'étanchéité des installations.
- D'installer des robinets de sécurité.

- Il est essentiel de maintenir des distances minimales entre les appareils et les substances inflammables.
- Il est également conseillé de mettre en place des détecteurs de gaz afin de détecter rapidement les éventuelles fuites.

II.1.4 Normes de construction

Les normes de construction établissent les exigences techniques et les critères de qualité à respecter pour l'installation intérieure du gaz.

Elles déterminent les caractéristiques des matériaux à utiliser, tels que les tuyaux en cuivre ou en acier, les raccords en laiton, ainsi que les modèles des appareils de contrôle.

Ces standards définissent également les techniques appropriées pour l'installation, les techniques de connexion, les procédures de vérification de l'étanchéité et les critères de sécurité à respecter lors de la mise en œuvre du système de gaz. [6]

II.1.5 Dispositif de sécurité dans l'installation intérieure :

L'installation intérieure du gaz comprend des tuyaux, ainsi que des robinets de coupure pour arrêter le gaz.

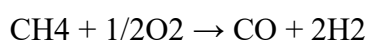
Le robinet principal situé à l'entrée du local, on manœuvre le robinet manuellement par un bras

II.1.6 Problématique liée à l'installation gaz :

II.1.6.1 L'Asphyxié au monoxyde de carbone :

La combustion incomplète du GN produit principalement du dioxyde de carbone (CO₂), de l'eau (H₂O), du carbone (C) et du monoxyde de carbone (CO).

Le monoxyde de carbone (CO) est produit selon l'équation chimique de combustion suivante :



Cette équation montre que le méthane (CH₄) se réagit avec le dioxygène (O₂) pour produire du monoxyde de carbone (CO) et de l'eau (H₂O). Toutefois, cette réaction est partielle,

car elle ne génère pas le dioxyde de carbone (CO₂) courant lors de la combustion complète des combustibles organiques.

L'Asphyxié au monoxyde de carbone est un risque potentiellement mortel qui peut survenir lorsqu'il y a une fuite de gaz brûlée dans un logement. Les symptômes de L'Asphyxié peuvent être vagues et non spécifiques, ce qui rend difficile le diagnostic.

Les personnes qui sont exposées à des concentrations élevées de monoxyde de carbone peuvent présenter des maux de tête, des nausées, des vertiges, des vomissements, des troubles de la coordination et même des convulsions. Si les secours ne sont pas intervenus à temps, la victime peut sombrer dans le coma ou décéder.

II.1.6.2 Intoxication au sulfure d'hydrogène (H₂S) :

On peut trouver du sulfure d'hydrogène (H₂S) dans le gaz naturel. Le H₂S se retrouve naturellement dans le pétrole brut, le gaz naturel, le charbon, les sources d'eau chaude sulfurée, les gaz volcaniques et les eaux usées.

L'intoxication par le sulfure d'hydrogène (H₂ S) présente un risque potentiellement mortel. En cas d'inhalation, le sulfure d'hydrogène est un gaz toxique qui peut avoir des répercussions sérieuses sur la santé. La manifestation d'une intoxication au H₂ S peut être différente selon la concentration du gaz dans l'air. Une légère intoxication, c'est-à-dire une concentration comprise entre 10 et 300 ppm, peut entraîner des signes tels que kérato-conjonctivite, bronchite, douleurs, vertiges, troubles digestifs. D'autre part, une intoxication aiguë, avec une concentration comprise entre 300 et 700 ppm, peut provoquer une polypnée, une toux, des douleurs, de l'asthénie, des vomissements, un œdème pulmonaire et même un coma en cas d'exposition prolongée. Une intoxication suraiguë à des concentrations supérieures à 700 ppm peut provoquer une perte de conscience soudaine, des convulsions et une dilatation pupillaire, pouvant entraîner rapidement la mort.

Il est nécessaire de retirer le (H₂S) lors du traitement et du raffinage du gaz naturel, car il est toxique, corrosif et inflammable. Il a la capacité de causer des dégâts aux équipements et des blessures mortelles pour les usagers.

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) est particulièrement adsorbé par les tamis moléculaires de type 4A et 13X au niveaux des stations de traitement.

II.1.6.3 Fuites de gaz et explosion :

Les fuites de gaz constituent des événements risqués qui peuvent engendrer des conséquences graves, telles que des explosions, des incendies, des intoxications et des blessures sévères.

Les fuites peuvent être causées par différentes raisons, telles que des problèmes dans les installations de gaz, des mauvais raccordements ou des structures archaïques.

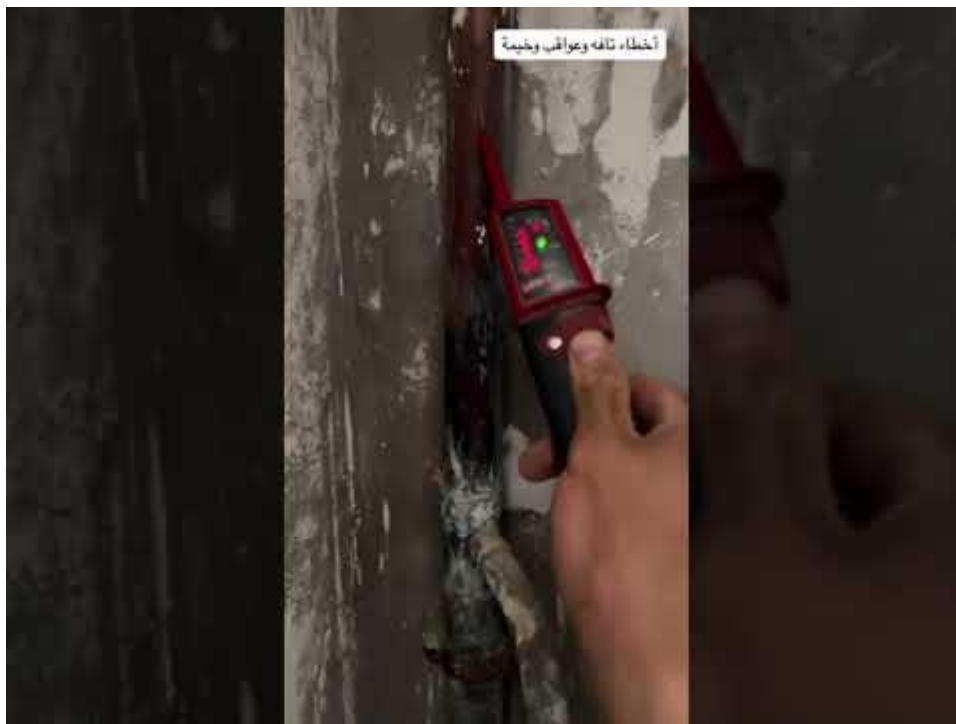
Il est possible que les répercussions d'une fuite de gaz soient désastreuses.

Les gaz naturels, comme le méthane, ont la capacité d'être explosifs et peuvent entraîner des feux et des explosions. Ces gaz peuvent également être toxiques, ce qui peut entraîner des intoxications graves.

Les fuites de gaz peuvent également entraîner des dommages corporels graves ou mortels. Les personnes qui sont exposées à des concentrations élevées de gaz peuvent présenter des symptômes tels que des maux de tête, des nausées, des vertiges, des vomissements, des troubles de la coordination et même des convulsions. Si les secours ne sont pas intervenus à temps, la victime peut sombrer dans le coma ou décéder.

II.1.7 Le danger d'électrification :

Les conduites cuivre présentent un danger de transmission des phénomènes électriques, parmi lesquels l'électrification. L'une des caractéristiques du cuivre est sa capacité à conduire l'électricité, ce qui provoque des accidents électriques, et en l'absence de dispositif d'isolation, ce phénomène peut être mortel.[7]



II.1.8 Immersion de la canalisation à l'intérieur :

Le système de distribution du gaz naturel à l'intérieur par canalisation comporte des limitations en raison de la méthode employée.

À titre d'exemple, le client Bass pression an une installation intérieure connectée à un équipement hydrothermie (chauffe-bain).

Cependant, il y an actuellement un problème de connexion entre l'installation intérieure et le compteur gaz.

Parmi les incidents observés, on peut citer un Défaillance technique du chauffe-bain ou un mauvais raccordement la canalisation est immergée à l'intérieur et n'a pas d'outil de protection.

Le niveau d'eau peut atteindre le compteur de gaz du client, et dans le pire des cas, il peut atteindre l'équipement des voisins (en cas d'habitation en commun).[8]



II.1.9 La solution adéquate :

II.1.9.1 Asphyxié :

Au cours des dernières années, plusieurs incidents ont été enregistrés liés intoxication au monoxyde de carbone, produit par la combustion de gaz.

Dans ce contexte, l'État s'est engagé à fournir aux consommateurs de gaz naturel des détecteurs de monoxyde de carbone, et la Société de distribution Sonelgaz a commencé à installer deux appareils pour chaque foyer, afin de réduire les décès par intoxication. (fig)

On distingue d'autres solutions :

- Vérification périodique des cheminées de chauffage.
- Maitre l'aération dans l'appartement.
- L'aménagement non autorisé des chemins par les propriétaires, qu'il faut rapprocher du service concerné.

Reste l'aspect de la prévention La solution optimale.

II.1.9.2 Les Fuites de gaz :

Afin d'éviter un incendie, il est nécessaire de se conformer aux règles de sécurité en vigueur, telles que la ventilation.

Un feu ou une explosion est le résultat d'une action précédente, qui n'a pas été entretenue régulièrement.

Des détecteurs de méthane sont employés pour la détection, mais leur utilisation est restreinte par la durée de vie de ce capteur.

Grâce à ses caractéristiques chimiques, le tétrahydrothiophène est un agent de détection nasale performant.

La vérification périodique de l'installation par eau savonneuse au niveau des raccords et des joints de soudure.

Il est primordial de mettre en place des mesures de prévention afin d'éviter les fuites de gaz. Cela implique de les entretenir régulièrement, de faire la ventilation et l'entretien des ventilations, ainsi que de suivre l'évolution de la réglementation.

II.1.9.2 Immersion de la canalisation :

II.1.9.2.1 Descriptions :

Si un souci se produit au niveau du chauffe-eau, qui entraîne le remplissage d'eau des tuyauteries de gaz, presque que la pression de l'eau est plus élevée que la pression du gaz (21mbar) et nous aura un écoulement de l'intérieur vers l'extérieur et qui provoque le remplissage de compteur gaz (interruption générale du gaz).

II.1.10 Impact d'eau sur la distribution de gaz :

II.1.10.1 Sur l'équipement gaz :

Les équipements gaziers peuvent être affectés négativement par l'eau de différentes manières :

➤ **La Corrosion :**

L'eau a la capacité de corroder des équipements tels que le compteur. Étant fabriqué en acier, il est susceptible de se corroder facilement en présence d'un milieu stimulant comme l'eau.



Figure II.1 Compteur corrodé

➤ **Blocage :**

Aussi, l'eau peut provoquer le blocage du mécanisme du compteur, presque pas conçu pour recevoir une quantité d'eau importante.

➤ **Le Colmatage :**

Lors de la combustion, le gaz passe par un bec (gicleur d'injection) de diamètre (0,35 mm à 1,5 mm), ce qui provoque un colmatage du bec et rend le passage du gaz difficile.

➤ **La Défaillance d'Équipement :**

Dans certains cas, l'eau peut provoquer la dégradation des composants. Comme les capteurs dans la chaudière et le four de gaz électrique.

II.1.10.2 Sur la qualité de service :

L'immersion entraîne une interruption de l'approvisionnement en gaz pour tous les clients regroupés dans la même source d'alimentation (détendeur gaz).

II.2. LA solution

II.2.1 Clapets anti-retours :

C'est un dispositif de sécurité utilisé pour protéger les installations, les tuyauteries et les points d'alimentation contre les retours d'eau

Ce dispositif de clapet anti-retour présente une faible perte de charge, ce qui les rend parfaits pour les applications où les pressions de service sont extrêmement faibles.

II.2.1.1 Rôle :

Les clapets anti-retours peuvent interdire complètement le débit dans un sens, cependant que dans l'autre sens, le gaz passe avec une perte de charge aussi réduite que possible. L'obturation dans un sens peut être obtenue par un cône, une bille, un clapet plat ou une membrane.

II.2.1.2 Les différents variants des Clapets anti-retours :

Les clapets de les plus couramment employés ont un principe mécanique anti-retour sont regroupés en fonction de la classification :

II.2.1.2.1 Électrique :

Le système basé sur la détection de l'eau dans la canalisation et, grâce à un relai, le robinet principal sera fermé par un moteur électrique.

➤ *Avantage :*

- Le temps de réaction est très rapide.
- Facile à entretenir par le remplacement des composants (moteur, relai, capteur).
- La possibilité de réaliser différentes tâches tout dépend le choix de capteur :

Intoxication : capteur monoxyde de Carbon (CO).

Incendie : capteur de température.

Explosion : capteur de méthane (CH₄).

➤ *Inconvénient :*

- Le coût est important.
- La durée de vie est limitée (le capteur nécessite un changement).
- Inactivité lorsqu'il y a un coupeur d'électricité.

II.2.1.2.2 Mécanique :

Les clapets les plus couramment employés ont un principe mécanique, cela s'explique par la simplicité de son travail.

Les clapets mécaniques anti-retours ont des bénéfices et des désavantages :

➤ *Avantage :*

- Leur rôle est de prévenir le reflux indésirable du fluide dans le système, ce qui peut prévenir les dommages et les problèmes de fonctionnement.
- En général, ils se distinguent par leur simplicité et leur résistance, ce qui les rend fiables dans différentes conditions de fonctionnement.
- Les versions mécaniques peuvent souvent être moins chères à fabriquer et à entretenir par rapport à d'autres types de clapets anti-retours.

➤ *Inconvénient :*

- La maintenance peut être requise pour assurer leur bon fonctionnement, en particulier en cas d'accumulation de débris.

- Les clapets anti-retours mécaniques peuvent être endommagés ou déformés par les chocs mécaniques ou les coups de bélier dans le système, ce qui entraîne leur remplacement.
- En raison de la présence de mécanismes internes, ils peuvent limiter l'écoulement du fluide, ce qui peut entraîner une diminution de la pression.

II.2.1.3 Catégories des clapets anti-retour

Le fonctionnement des clapets antiretour varie en fonction de leur conception. Le type le plus fréquent de clapet de non-retour est un clapet de non-retour en ligne à ressort ; Cependant, j'examinerai plusieurs types de clapets ci-dessous.

II.2.1.3.1 Clapet anti-retour en ligne à ressort :

Les clapets de non-retour à ressort en ligne sont fréquemment employés, sont faciles à comprendre et ont une conception sobre.

Quand le débit pénètre dans la soupape, il doit être à une pression (force) adéquate pour dépasser la pression de fissuration et la force du ressort.

La force exercée sur le disque pousse l'orifice, ce qui permet au flux de traverser la valve.

Quand la pression d'entrée est insuffisante ou que la contre-pression est adéquate, la contre-pression et le ressort entraînent le disque contre l'orifice et fermer la vanne.

emploi du ressort, en complément de la faible distance de déplacement du disque, permet une fermeture rapide.

Cette conception lui offre également une protection contre les coups de bélier dans la conduite.

II.2.1.3.2 Clapet anti-retour à bille :

Un clapet anti-retour à bille utilise une bille flottante ou à ressort qui repose sur le siège d'étanchéité pour fermer l'orifice.

En règle générale, le siège d'étanchéité est conique afin de guider la bille dans le siège et de créer un joint positif, ce qui empêche l'écoulement inverse. Si la pression de l'entrée du fluide est supérieure à la pression de fissuration, la bille est détachée de son siège, ce qui facilite le déplacement. Si la pression d'entrée est inférieure à la pression de fissuration ou si la contre-

pression est présente, la bille se referme sous l'effet de la contre-pression ou par le ressort, ce qui entraîne la fermeture de l'orifice.

Les clapets anti-retours à bille à union réelle offrent la possibilité de retirer et de remplacer les billes de manière facile, ce qui évite l'achat d'un nouveau clapet. figur

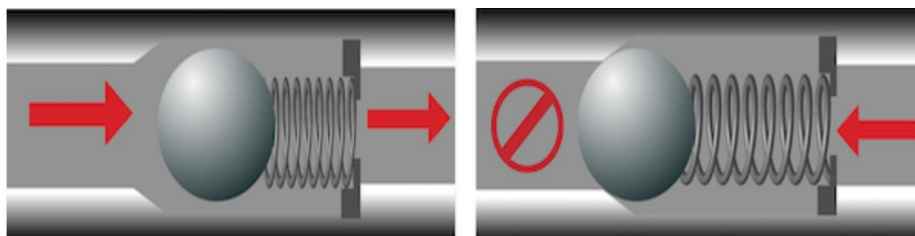


Figure II.2 Clapet à bille à ressort pour éviter le retour.

II.2.1.3.3 Clapet anti-retour à membrane :

Les clapets à membrane de retenue sont composés d'une membrane en caoutchouc qui se rompt par flexion lorsque la pression d'entrée augmente.

À l'état normal, le clapet antiretour à membrane reste ouvert pour une pression d'entrée « minimale », ce qui permettait le passage du fluide. Quand la pression d'entrée augmente, le diaphragme se flexionne, ce qui entraîne une augmentation du débit.

Lorsqu'il y a une contre-pression, la membrane est posée contre l'ouverture et l'obture afin d'éviter toute retour d'eau.

II.2.1.3.4 Clapet anti-retour à battant :

En utilisant un disque pivotant, le clapet anti-retour à battant permet au fluide de s'écouler dans un sens, mais se referme automatiquement lorsque le sens de circulation est modifié. Cela assure que le fluide ne revient pas dans la même direction, ce qui protège les parties du réseau contre l'inversion du débit.

On trouve des clapets anti-retours à battant dans différents matériaux : fonte, acier, inox et bronze. Ils peuvent être placés horizontalement ou verticalement, et peuvent être adaptés à des pressions et des températures particulières.[9]

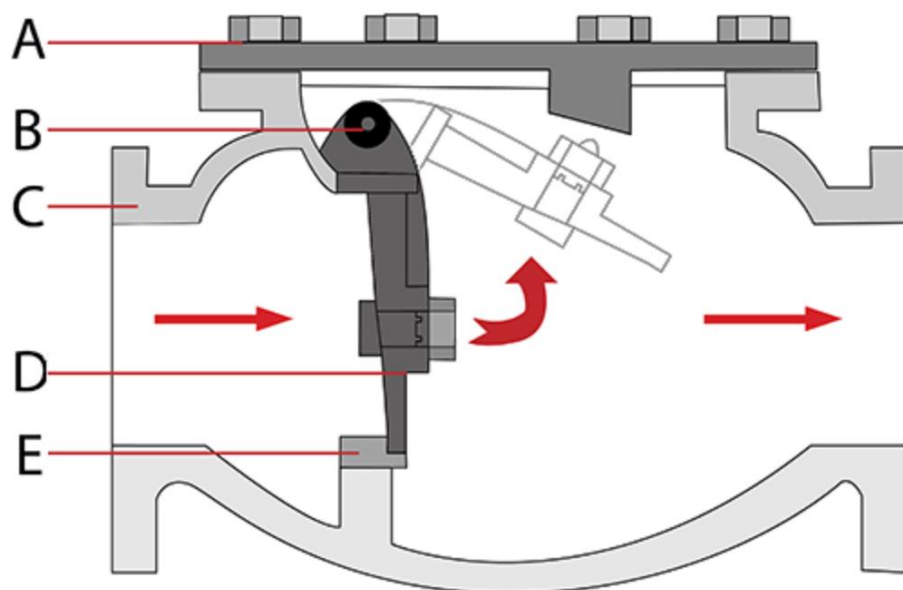


Figure II.3 Clapet anti-retour à battant Chapeau boulonné (A), charnière ou tourillon (B), corps de vanne (C), disque (D), joint (E)

Avantages :

Les clapets anti-retours à battant présentent divers bénéfices, tels que :

- Ils empêchent le retour du fluide dans la direction opposée, ce qui assure la protection des pompes et des parties du réseau contre les coups de bélier.
- En raison de leur résistance à la corrosion, les matériaux utilisés pour fabriquer ces clapets, comme l'inox et le bronze, sont adaptés pour des applications dans des environnements corrosifs.
- En général, les clapets anti-retours à battant sont simples à nettoyer et à entretenir, ce qui permet de diminuer les frais de maintenance.

Inconvénients :

Les clapets anti-retours à battant présentent également certains désavantages, tels que :

- La présence de particules solides dans le fluide peut entraîner le colmatage des clapets anti-retour à battant.
- Les clapets anti-retours à battant peuvent présenter des contraintes de pression, ce qui les rend peu adaptés à certaines applications à haute pression.

II.2.1.3.5 Clapets de non-retour à papillon :

Le fonctionnement des clapets de non-retour à papillon repose sur un disque de type papillon, ou galette, fixé sur une charnière et un ressort.[9]

Chapitre III :
Présentation du logiciel SolidWorks

III.1. INTRODUCTION

Le logiciel SolidWorks est largement employé dans le domaine de la conception assistée par ordinateur (CAO) afin de réaliser des modélisations 3D, des simulations et de préparer la fabrication.

Avec son interface conviviale et intuitive, il est parfait pour les ingénieurs, les architectes et les concepteurs de produits. Les utilisateurs ont la possibilité de concevoir des modèles précis et détaillés en 3D, de réaliser des simulations virtuelles afin de tester leurs conceptions et de créer des plans de fabrication avec SolidWorks.

SolidWorks supporte également divers formats de fichiers, ce qui rend l'échange de données entre divers logiciels et systèmes plus facile. En raison de ses caractéristiques avancées et de sa polyvalence, SolidWorks est devenu l'une des solutions de CAO les plus renommées sur le marché.

III.2. Modélisation 3D :

SOLIDWORKS utilise une méthode de conception en 3D. Quand on élabore une pièce, on élabore un modèle en 3D, depuis l'esquisse initiale jusqu'au résultat final. Ce modèle permet de réaliser des dessins en 2D ou de contraindre des composants constitués de pièces ou de sous-ensembles pour réaliser des assemblages en 3D. On peut aussi concevoir des dessins 2D d'assemblages en 3D.

Un modèle créé avec SOLIDWORKS peut être visualisé dans ses trois dimensions, c'est-à-dire dans son état final après sa production.[4]

III.3. Fonctionnement :

SOLIDWORKS Il génère trois catégories de documents associées à trois notions essentielles : la pièce, l'assemblage et la mise en situation.

Ces fichiers sont reliés : toute modification à n'importe quel niveau est transmise à tous les fichiers.[5]

III.4. Création des éléments :

La pièce est conforme à la représentation graphique du plan. Ce schéma en deux dimensions emploie des formes géométriques simples telles que des lignes et des cercles. Après

la réalisation du croquis, le logiciel propose diverses fonctionnalités à accomplir. On peut le prolonger dans un sens, le faire tourner autour d'un axe ou encore faire d'autres choses.

La configuration du dessin permet de représenter la forme souhaitée sans avoir à se préoccuper des dimensions exactes. Les dimensions des différentes pièces peuvent être reliées de telle sorte qu'à mesure qu'un change, les autres changent aussi.

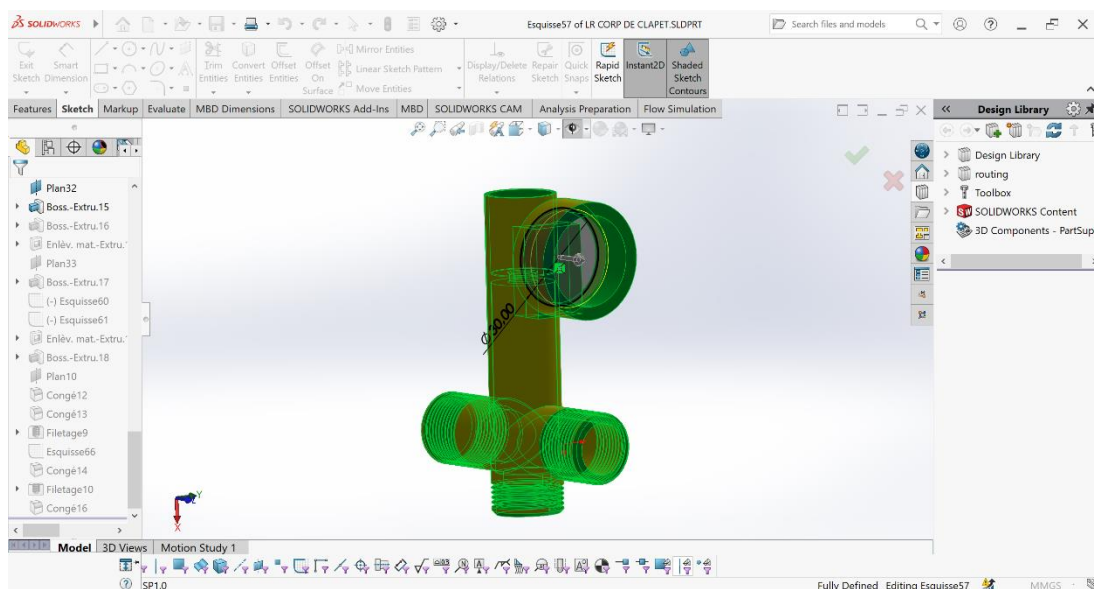


Figure III.1 Développement d'un volume

III.5. L'assemblage :

Lorsque les pièces sont réalisées, on peut les regrouper dans un nouveau fichier qui ne renferme que les contraintes et les ratios déjà imposés à la pièce. On peut donc obliger les deux parties à être concentriques, les deux surfaces à être coplanaires, ou encore mesurer la distance entre les deux surfaces. [5]

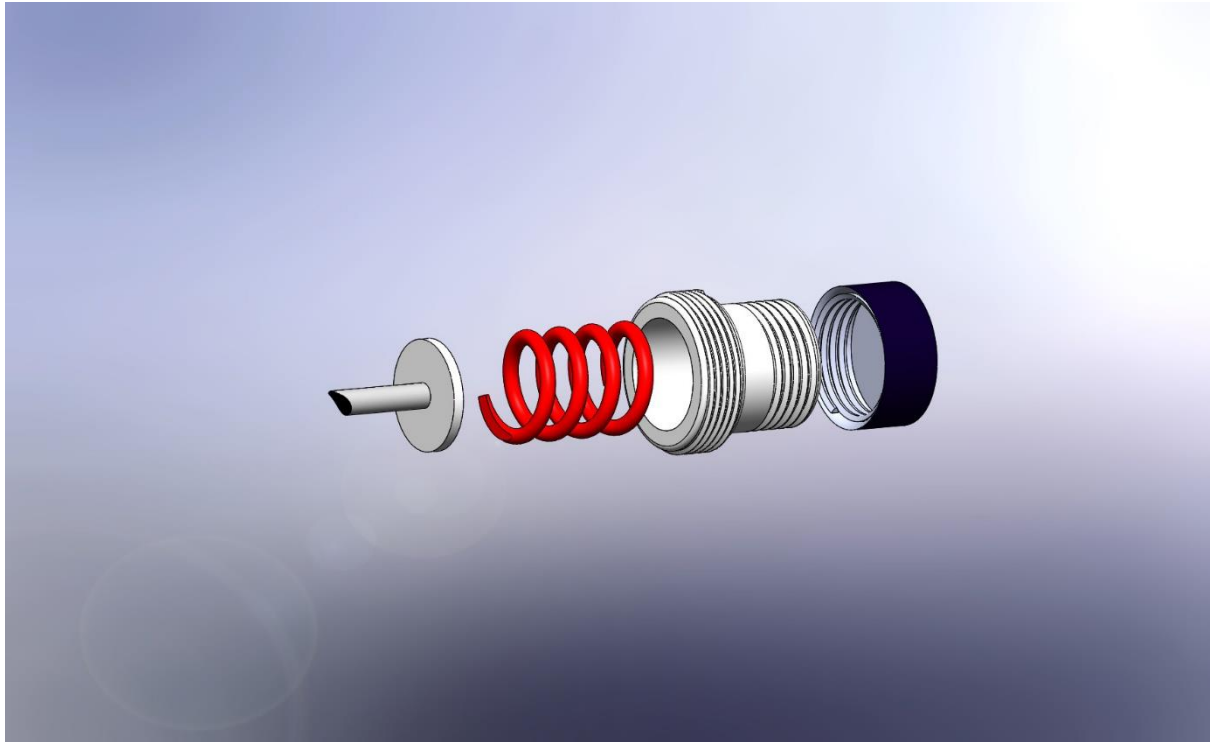


Figure III.2 Assemblage 3D SOLIDWORKS

III.6. La mise en plan :

Une fois que les pièces ou assemblages ont été créés, il est possible de générer les plans (représentation 2D) de manière automatique en insérant les côtés et les connexions entre les vues 2D et le modèle 3D directement.

III.7. L'écran d'accueil de SOLIDWORKS :

III.7.1 Le module de pièce :

Le module pièce est l'élément clé de SOLIDWORKS, qui sert à concevoir le modèle numérique.

Une fois que SOLIDWORKS est lancé, l'écran suivant apparaît.[4]

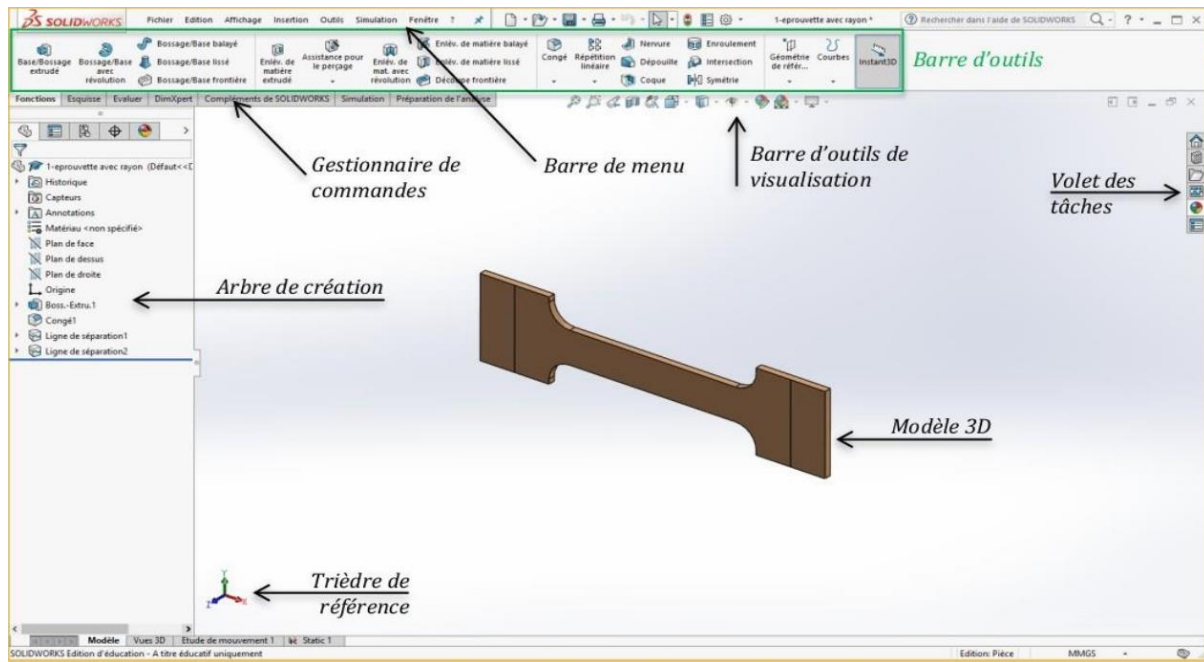


Figure III.3 Écran de visualisation du logiciel SOLIDWORKS

III.7.2 Les barres d'outils :

On peut accéder aux fonctionnalités de SOLIDWORKS en utilisant les barres d'outils.

Elles sont réparties en fonction de leurs caractéristiques.

III.7.2.1 Le module assemblage :

Le module de montage joue un rôle essentiel dans SOLIDWORKS, permettant l'assemblage des pièces préalablement élaborées dans le module de pièces.

III.7.2.2 Le module mise en plan :

Le module Mise en Plan est le troisième module indispensable de SOLIDWORKS, qui permet de créer un plan d'une pièce ou d'un assemblage, que l'on a déjà développé dans le module Pièce ou le module Assemblage.

III.8. FONCTIONNALITÉS :

III.8.1 SOLIDWORKS Simulation Standard

Permet aux concepteurs de disposer d'un environnement de test virtuel intuitif pour leurs produits. Simulation linéaire statique, simulation de mouvement

III.8.2 SOLIDWORKS Simulation Premium :

Trois études avancées sont disponibles dans SOLIDWORKS Simulation Premium : statique non linéaire, dynamique non linéaire et dynamique linéaire.

III.8.3 SOLIDWORKS Simulation Professional :

Les fonctionnalités puissantes et simples à utiliser de SOLIDWORKS Simulation Professional sont spécialement conçues pour la simulation de multi-physique en ordre.

Dans l'analyse statique linéaire, il est possible d'intégrer la distribution de température, l'analyse thermique statique ou transitoire, afin de calculer les contraintes en prenant en compte les effets de dilatation thermique. [4]

III.9. Conclusion

En résumé, SolidWorks représente un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur) très flexible et performant, qui est employé dans de multiples domaines afin de concevoir, illustrer et simuler des produits.

Pour les ingénieurs et les concepteurs, sa capacité à concevoir des pièces, des assemblages complexes et des dessins techniques détaillés en fait un avantage considérable. En outre, grâce à ses modules sophistiqués tels que la simulation de flux (Flow Simulation), SolidWorks offre la possibilité de tester les conceptions dans des conditions réelles, ce qui permet d'améliorer la performance et de réduire les coûts de production. Ainsi, ce logiciel constitue un outil essentiel pour concrétiser des idées en produits concrets et efficaces.

Chapitre IV :

La conception d'un clapet

IV.1 Description D'un dispositif de sécurité :

IV.1.1 Introduction :

Vis a vi a notre problématique citée au chapitre 2 concernant l'immersion de la canalisation gaz par l'eau aidée de la conception d'un clapet anti-retour nommé clapet sécurité est indispensable à cause des dégâts survenus sur les ouvrages gaz.

On utilise le logiciel SolidWorks pour la conception du clapet.

IV.1.2 Étude des variants :

Différentes options sont disponibles pour un clapet de sécurité anti-retour en fonction de son mode de fonctionnement.

IV.1.3 Mode de fonctionnement :

IV.1.3.1 Poussée d'Archimède :

Ce type de clapet fonctionne par le principe de la poussée d'Archimède à l'aide d'une balle en caoutchouc.

La poussée d'Archimède constitue un concept essentiel de la physique développé par le physicien grec Archimède.

Selon cette proposition, tout objet immergé dans un liquide (liquide ou gaz) est soumis à une force verticale dirigée de bas en haut, connue sous le nom de poussée d'Archimède.

Cette force correspond au poids du liquide déplacé par le corps.

On prend l'exemple d'une balle plongée dans l'eau, qui déplace un volume d'eau d'une masse donnée. La poussée d'Archimède exercée sur la balle est le poids de ce volume d'eau déplacé.

Le phénomène de flottaison est causé par cette force : un objet flotte dans l'eau s'il est moins dense que l'eau, c'est-à-dire si son poids est inférieur à celui de l'eau qu'il déplace.

Conception du clapet :

Les composants :

- ✓ Balle en caoutchouc d'une épaisseur normalisée contenant un vide.

- ✓ La chambre d'obturation.
- ✓ La corp du clapet

Fonctionnement :

T=0

Lorsqu'il y a une situation normale, la balle est placée sur le socle de la chambre et les gaz traversent le canal situé au-dessus de la balle.

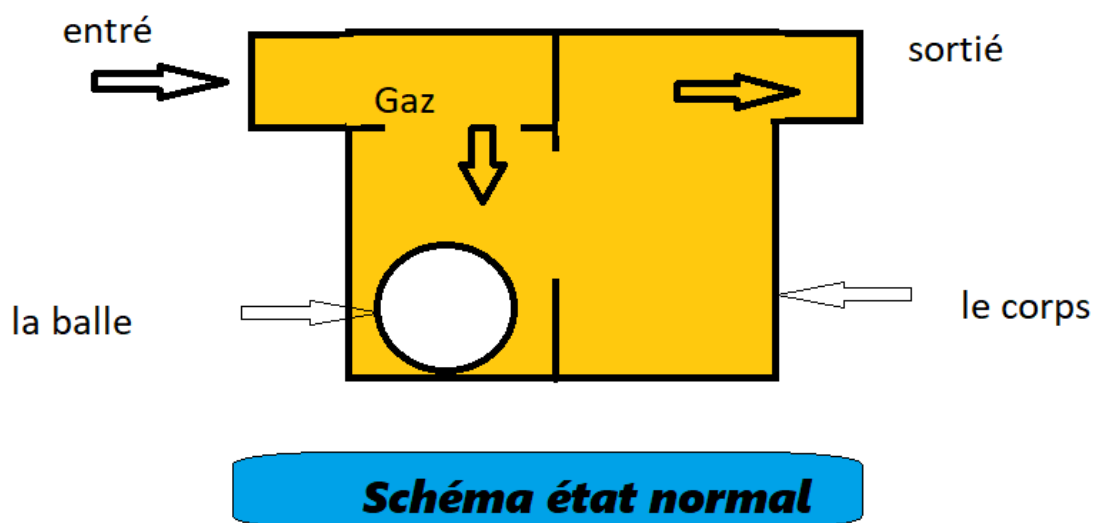


Figure IV.1 l'État normal

T=1

À ce moment précis. La présence d'eau dans la chambre d'obturation provoque la plongée de la balle jusqu'à ce qu'elle remplisse la chambre.

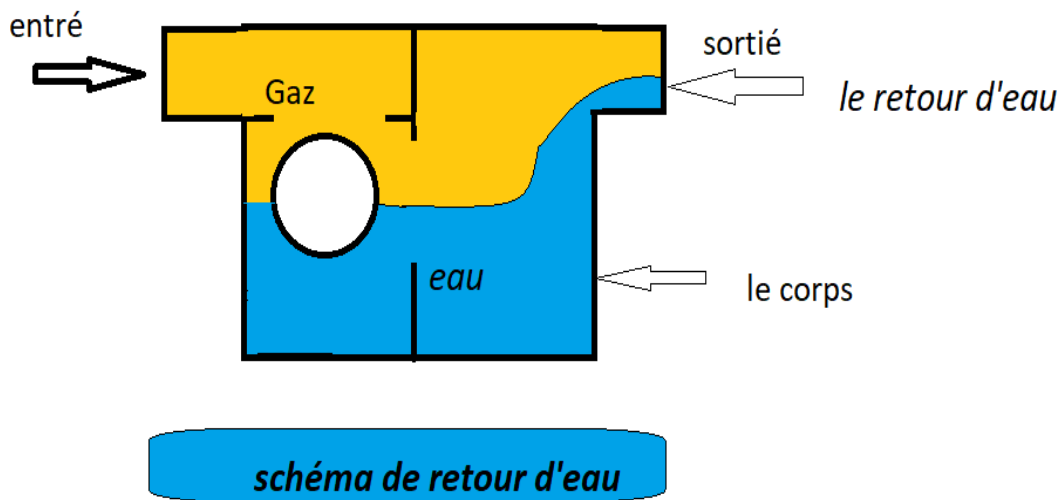


Figure IV.2 début d'immersion

T=2

Lorsque la balle atteint le point d'entrée du gaz, elle exerce une force d'obturation grâce à la pression élevée de l'eau qui se déplace dans le sens inverse et à la poussée d'Archimède.

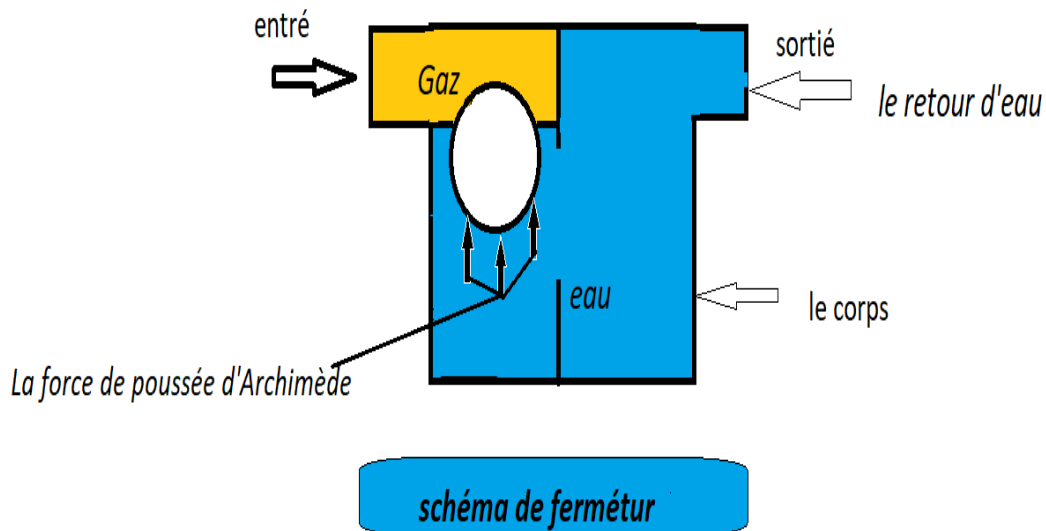


Figure IV.3 obturation

A la fin L'eau s'arrête à immerger le canal

Le diagramme des fonctions :

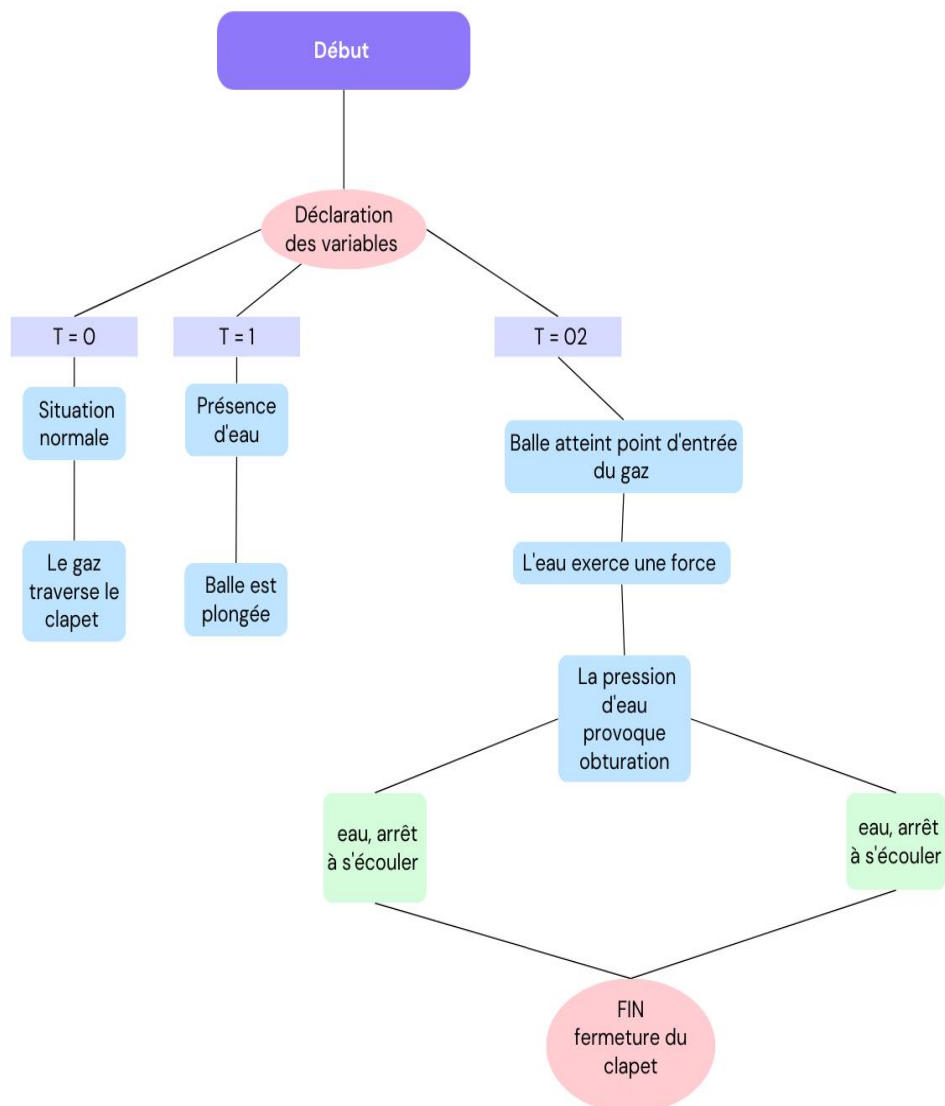


Figure IV.4 diagramme des fonctions

La force de la poussée d'Archimède peut être calculée en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{F} = \rho * \mathbf{V} * \mathbf{g}$$

où

- F est la force de la poussée d'Archimède, (N).
- ρ est la densité du fluide dans lequel l'objet est immergé, (kg/m^3) .
- V est le volume du fluide déplacé, qui est également le volume de l'objet immergé (m)
- g est l'accélération due à la gravité (m/s^2).

Cette formule est le fondement du principe d'Archimède et est utilisée dans de nombreux domaines de la science et de l'ingénierie pour analyser la flottabilité et la stabilité des objets.

Système hydraulique :

On suppose que la pression du liquide est supérieure à celle du gaz, qui est de 21 mbar, et que la pression de l'eau est comprise entre 0,1 et 4 bar.

On peut profiter de cette différence pour installer un système de fermeture lorsque la pression augmente dit : clapet de sécurité.

Mécanisme de fonctionnement :

Le principe d'un Clapet repose sur l'équilibre entre la force mécanique et la dynamique des fluides.

Lorsque la pression à l'intérieur du système est inférieure au niveau préétabli, le ressort maintient le disque ouvert contre le siège, favorisant ainsi la circulation du gaz et la traversée du caniveau.

En cas de pression supérieure à 21 mbar (présence d'eau dans le canal), le piston est contraint contre le ressort, ce qui empêche l'eau de se retourner par un clapet ce dernier est connecté avec le piston par une tige lorsque la pression augmente le clapet libère le piston.

Conception du clapet :**Les composants :**

- Corps
- Membrane
- Ressort
- Joint
- Tige
- Piston

*Fonctionnement :***T=0**

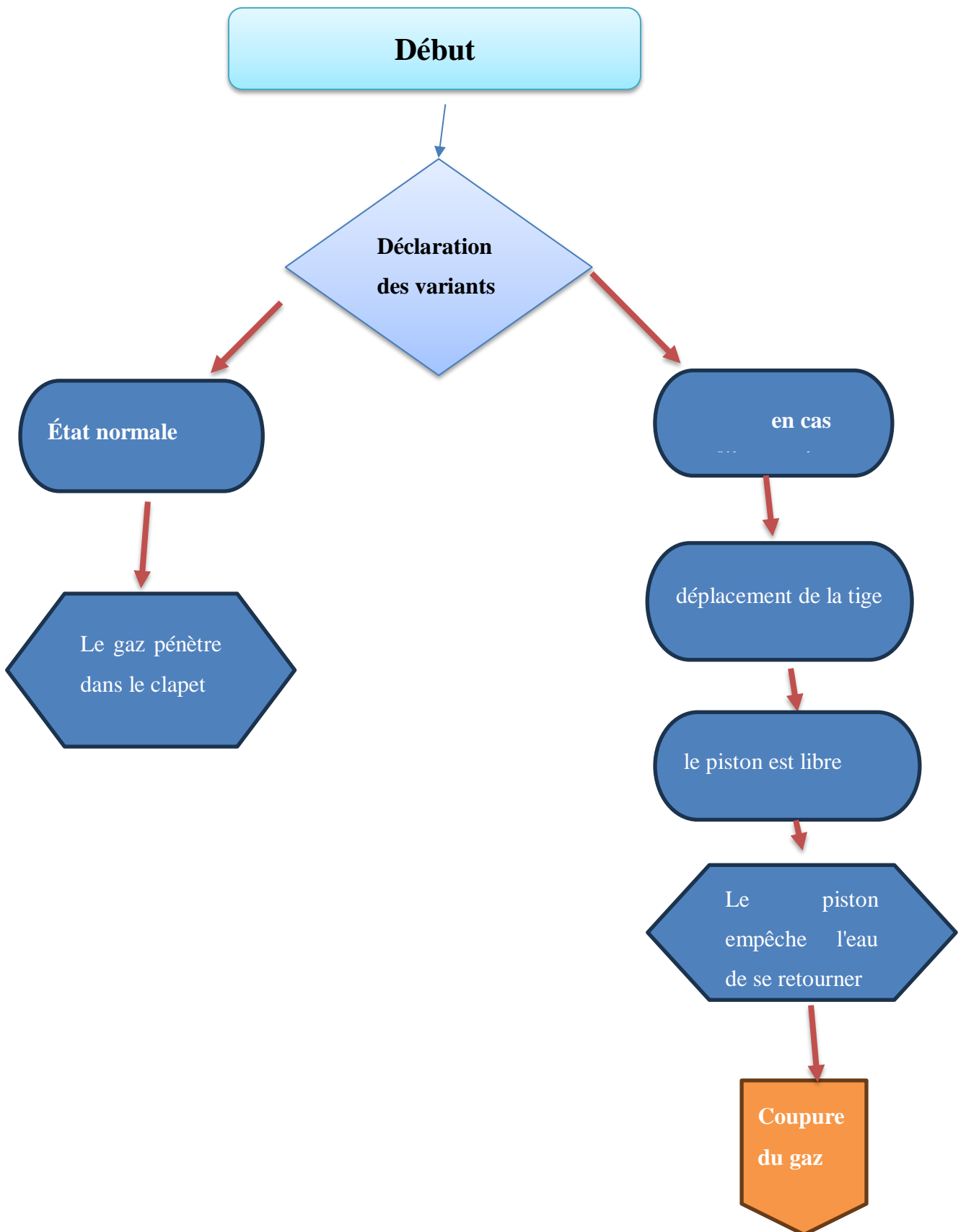
Lorsqu'il y a une situation normale Le gaz pénètre dans le clapet sous une pression de 21 mbar, ce qui maintient la membrane en équilibre (aucun déplacement de la tige).

T=1

Lorsqu'il y a une immersion, la pression du fluide augmente soudainement et exerce une force sur la membrane qui est calée par un ressort.

Le déplacement de la tige libère le piston qui est contraint contre le ressort. et le gaz sera fermé dans un temps très rapide.

Le diagramme des fonctions :



IV.2 Dimensionnement des composants du clapet :

IV.2.1 Compositions d'un clapet :

IV.2.1.1 Le corp :

Matière utilisée le laiton

Épaisseur : Pour calculer l'épaisseur d'un cylindre sous pression, on utilise généralement la formule de Barlow :

La formule pour calculer l'épaisseur minimale d'une paroi de cylindre soumis à une pression interne est donnée par

$$e = \frac{P D}{2 \sigma}$$

e = épaisseur minimale de la paroi du cylindre (en m ou mm).

P = pression interne agissant sur le cylindre (en Pa ou bars).

D = diamètre intérieur du cylindre (en m ou mm).

σ_{adm} = contrainte admissible du matériau du cylindre (en Pa ou MPa).

Laiton ordinaire (CuZn37) : environ **100 à 150 Mpa** (pour des applications courantes).

Laiton haute résistance (avec ajout d'aluminium, de fer, etc.) : jusqu'à **200 à 350 Mpa**.

CALCULE :

La pression de service 0.021 bar $P_{absolue} = P_{relative} + P_{atmosphérique}$

$P_{absolue} = 1.021 \text{ bar}$

Facteur de sécurité 2.5

$P = 1.021 * 2.5$

$P = 2.55 \text{ bar}$

Le diamètre D= 20 mm D= 0.02 m

$\sigma_{adm} = 150 \text{ Mpa}$

$$e = \frac{2.55 * 10^5 * 0.02}{2 * 150 * 10^4}$$

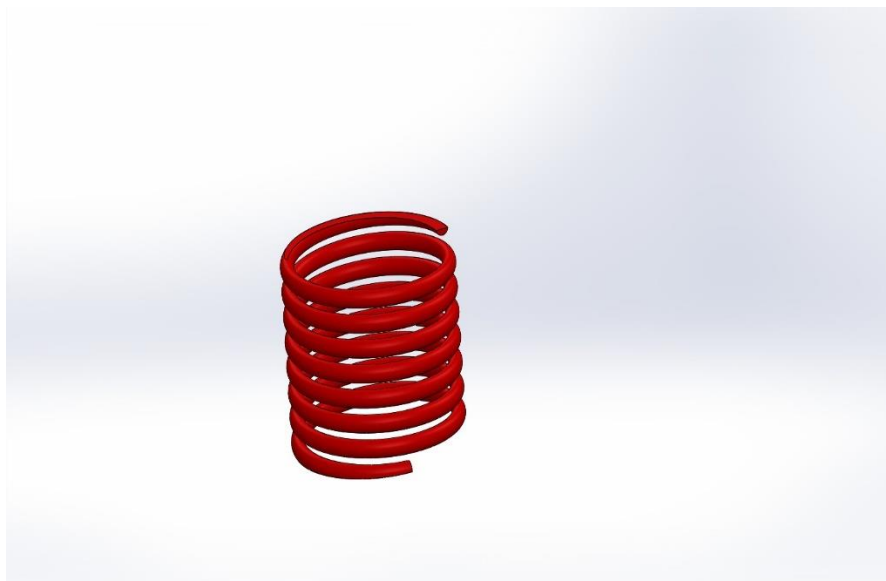


Figure IV.8 RESSORT DE PISTON

IV.2.1.4 Ressort de compression :

Il est essentiel de saisir la relation entre les paramètres de pression et de déplacement et les propriétés d'un ressort hélicoïdal (ressort de compression) afin de déterminer les dimensions et les caractéristiques d'un ressort hélicoïdal. Nous allons suivre les étapes générales suivantes:

Informations requises :

Le diamètre du fil du ressort (d) : correspond au diamètre du fil utilisé pour la fabrication du ressort.

Moyenne du diamètre du ressort (D) : Moyenne du diamètre des spires du ressort.
Modulation du matériau (G) : Modulation du matériau du ressort, généralement exprimée en gigapascals (GPa).

Les spires actives (n) représentent le nombre de spires effectives présentes dans le ressort. La force exercée (F) est la force exercée sur le ressort.

Formule de calcul du déplacement d'un ressort de compression :

La loi de Hooke pour les ressorts hélicoïdaux fournit la formule du déplacement δ d'un ressort de compression :

$$\delta = 8 * F * D^3 * n / G * d^4$$

avec :

- Diamètre moyen du ressort, D
- Module de cisaillement du matériau, G
- Nombre de spires actives, n
- Force appliquée, F
- Diamètre du fil du ressort, d

Illustration de calcul :

Supposons que :

Le diamètre du fil du ressort est de 3 mm, soit 0,003 m.

Le diamètre moyen du ressort est de 19 mm, soit 0,019 m.

Le module de cisaillement du matériau est de 77GPa = 77 000 000 Pa.(on utilise l'acier inoxydable)

Nombre de spires actives, n = 4

Calculer la force exercée par la pression :

La pression (P) appliquée sur une surface (A) produit une force (F).

La formule pour calculer la force est : $F = P * A$

Donnée : p = 0,1 bar = 1000 PASCAL

Surface $A = A = \pi * r^2$

$$A = 3,14 * (0,02/2)^2$$

$$A = 0,000314 \text{ m}^2$$

$$F = 1000 * 0,000314$$

$$F = 0,314 \text{ N}$$

Le déplacement δ :

$$\delta = \frac{8 * F * D^3 * n}{G * d^4}$$

$$\delta = \frac{8 * 0,314 * 0,019^3 * 4}{77 * 10^6 * (0,003)^4}$$

$$\delta = 0,0068 \text{ m}$$

$$\delta = 6,8 \text{ mm}$$

IV.2.1.5 Interprétation des résultats :

Pour assurer le déclenchement du clapet il faut que le déplacement du la tige égal a 6,8 mm

IV.2.1.6 Le déclencheur :

Il est composé de cinq élément :

le ressort de déclenchement :

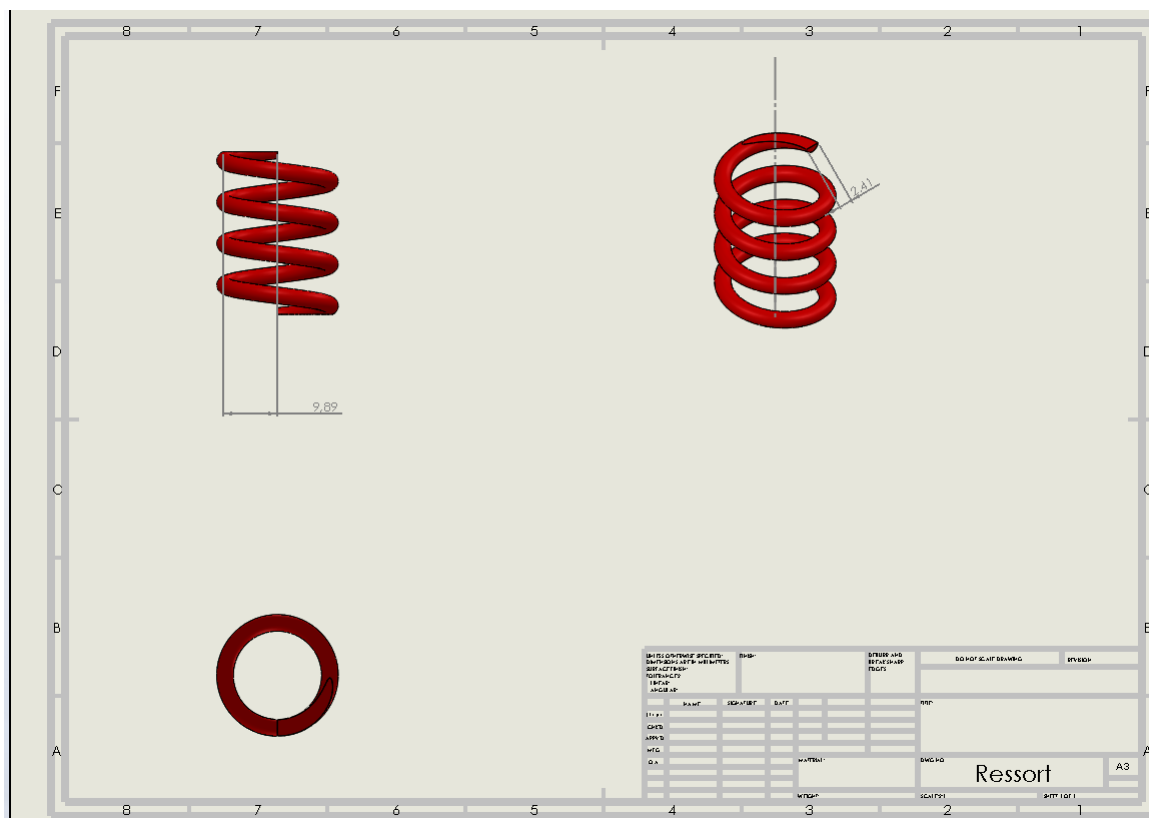


Figure IV.9 ressort de déclenchement

Les Contraintes :

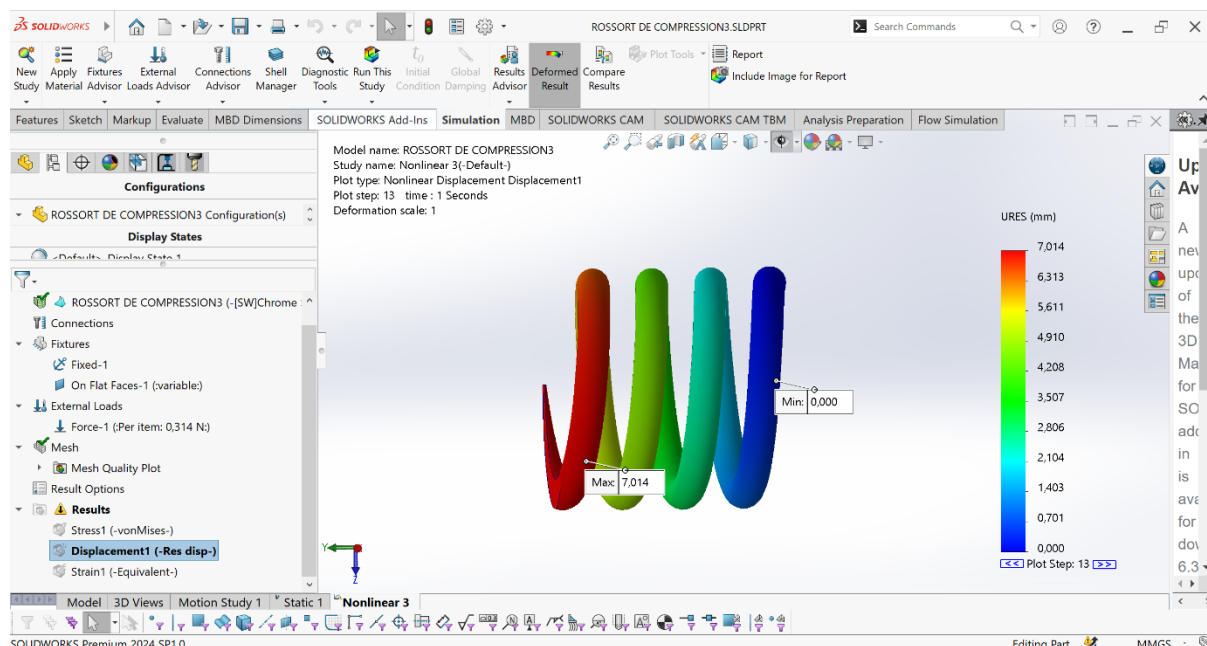


Figure IV.10 déformation de ressort

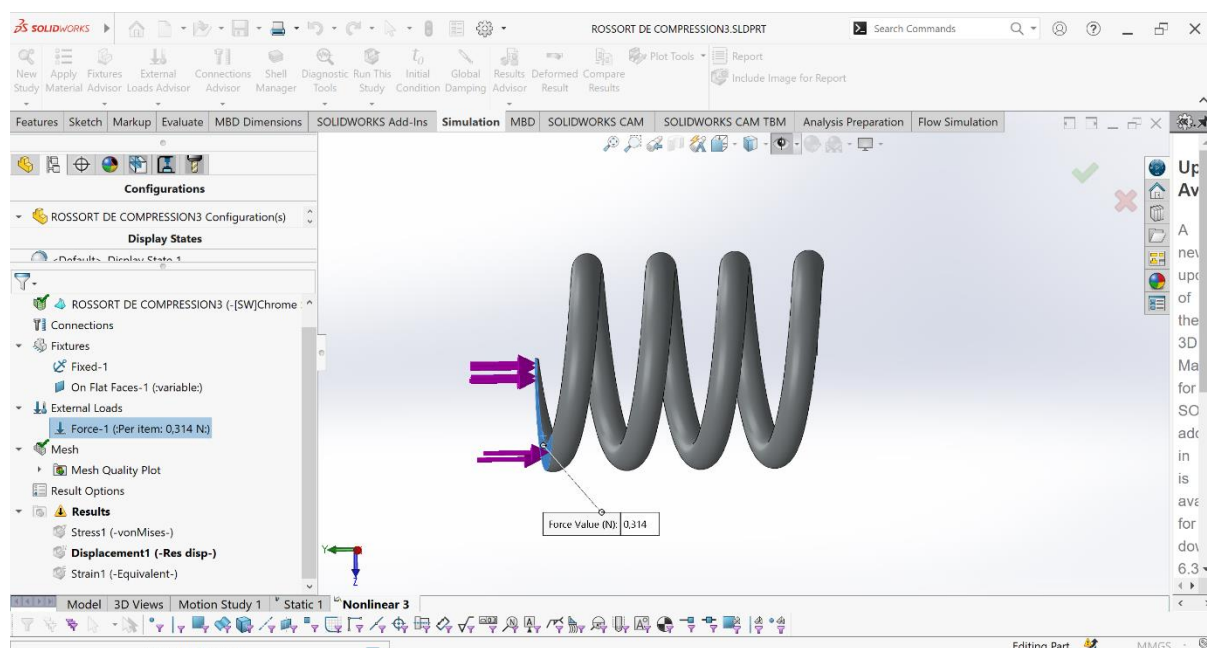


Figure IV.11 simulation de la force

LA membrane :

La membrane de pression en caoutchouc est un composant flexible et résistant utilisé dans divers systèmes mécaniques et industriels pour contrôler ou mesurer la pression. Elle est fabriquée à partir de caoutchouc, un matériau qui se caractérise par son élasticité, sa résistance

à la déformation et sa capacité à revenir à sa forme d'origine après avoir été soumis à une contrainte.

Le diamètre égal a 22 mm

Ces membranes jouent un rôle essentiel dans les systèmes de régulation de pression, tels que les pompes, les compresseurs, et les valves, où elles permettent de transformer une pression appliquée en mouvement mécanique ou en signal mesurable. Grâce à leur élasticité, elles se déforment proportionnellement à la pression exercée sur elles, ce qui permet un contrôle ou un ajustement précis.

Le caoutchouc utilisé dans ces membranes peut varier en fonction de l'application : des caoutchoucs naturels pour des conditions normales, ou des caoutchoucs synthétiques (comme le nitrile ou l'éthylène-propylène) pour des environnements plus extrêmes.



Figure IV.12 membrane

La tige de déclanchement :

Une tige en acier inoxydable connectée avec la membrane, et à l'autre extrémité avec le piston.

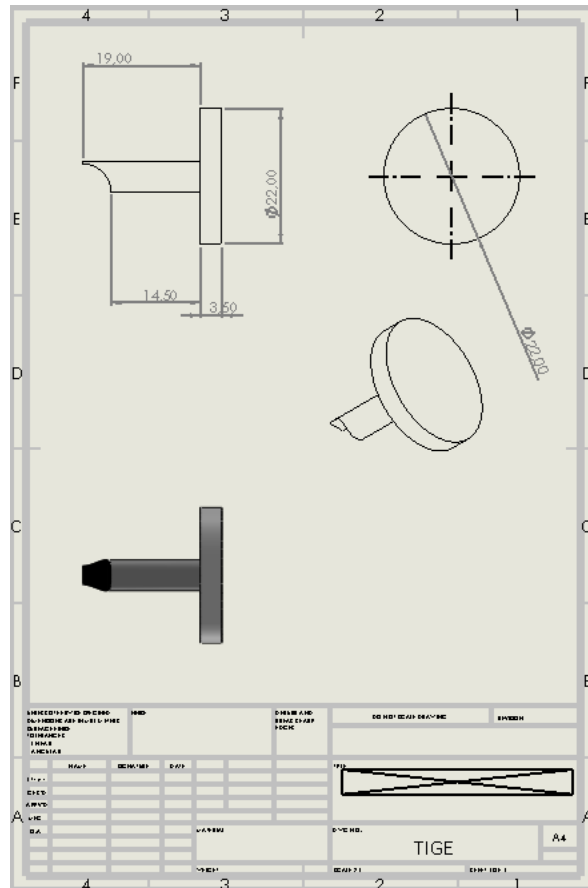


Figure IV.13 dessin 2D

À l'état normal, la tige fixe le piston en haut pour assurer le refoulement du gaz.

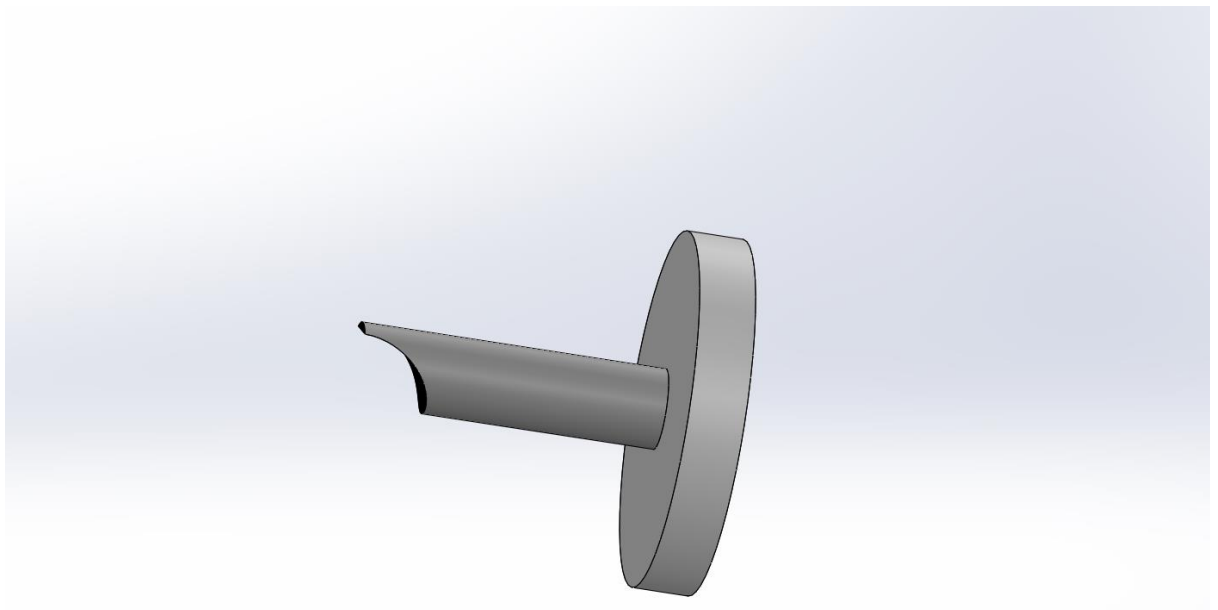


Figure IV.14 la tige

Le corp de déclencheur :

Un cylindre qui contient le ressort avec une extrémité filetée.

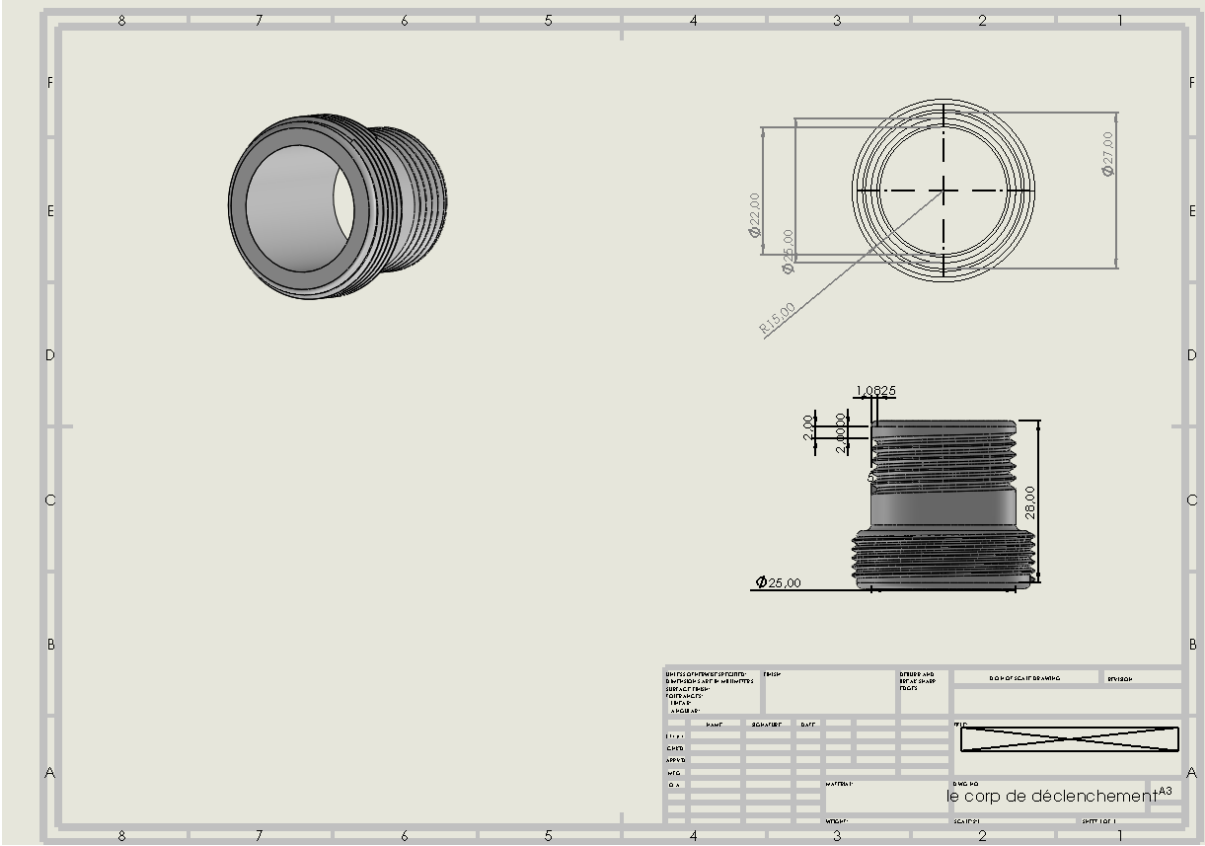


Figure IV.15 Le corp de déclencheur

IV.2.1.7 LES BOUCHONS :

le Bouchon de réarmement :

Situé en haut du clapet.

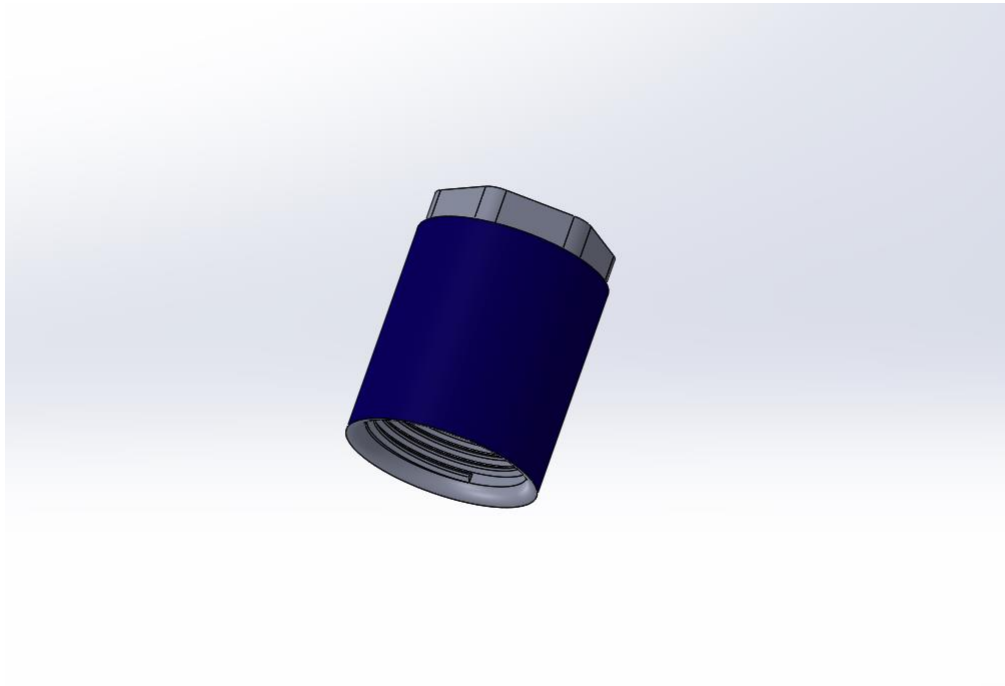


Figure IV.16 Bouchon de réarmement

Le bouchon de la purge :

Utilisé pour vider l'installation suite à l'immersion située en bas du clapet.

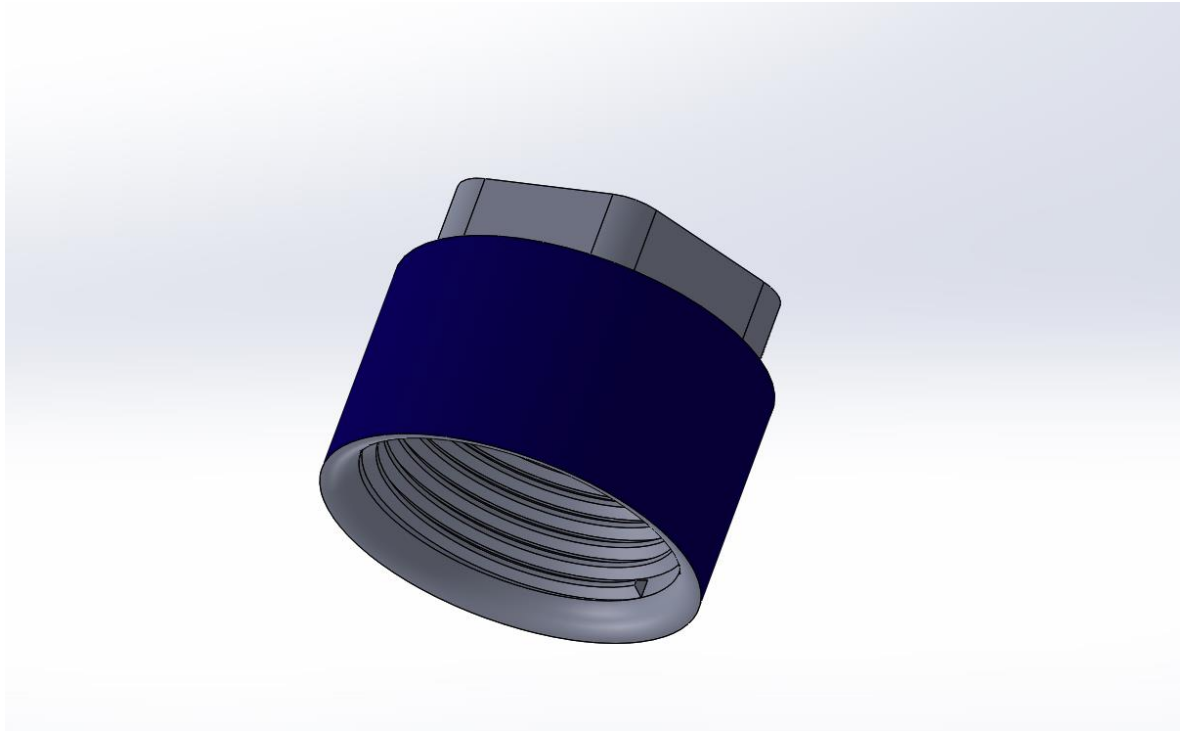


Figure IV.17 Bouchon de purge

Le bouchon de déclencheur :

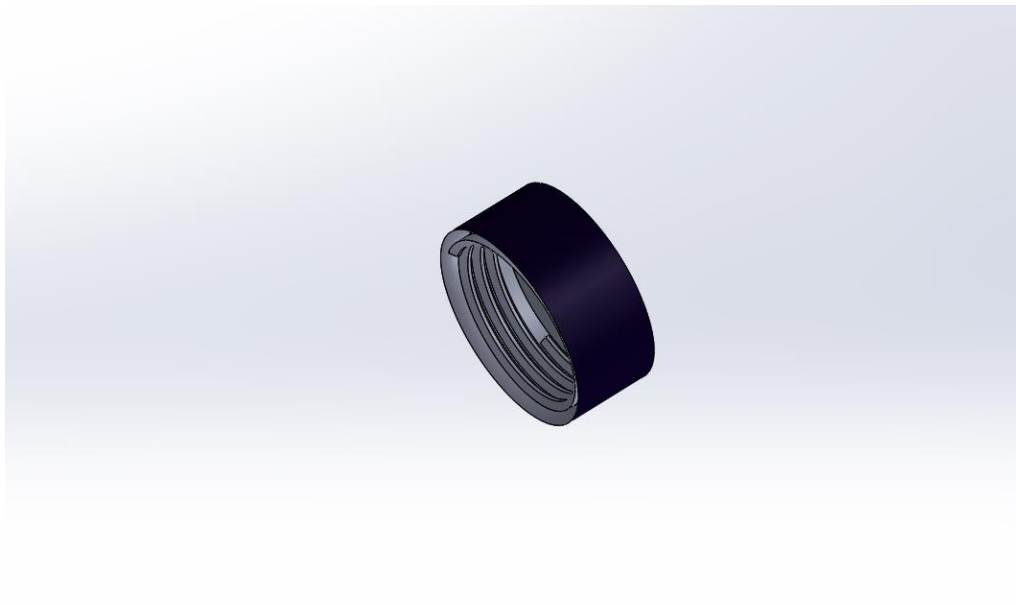


Figure IV.18 Bouchon déclencheur

IV.2.1.8 Plaque signalétique :

Contient les informations du clapet :

Pression maxi : 1bar.

Température d'utilisation : -20°C à +60°

Pression de déclanchement : 0.1 bar

IV.3 Vue d'ensemble du clapet :

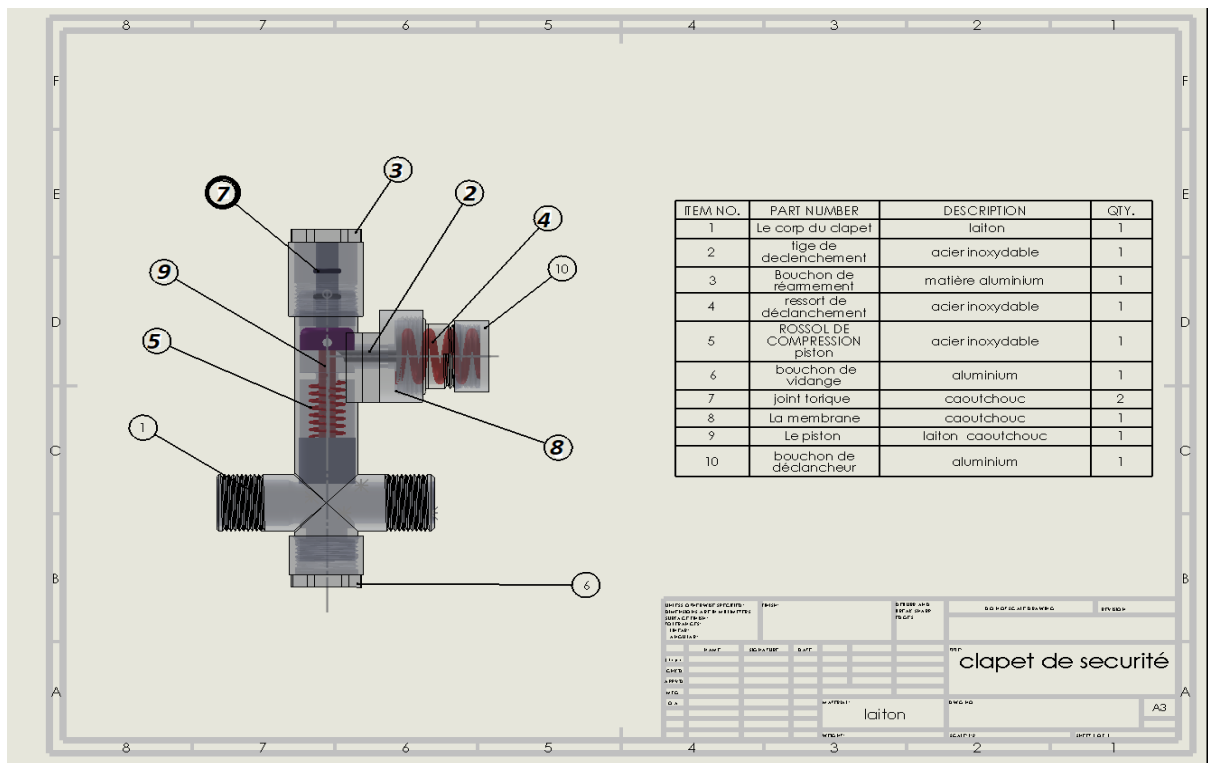


Figure IV.19 assemblages de clapet de sécurité

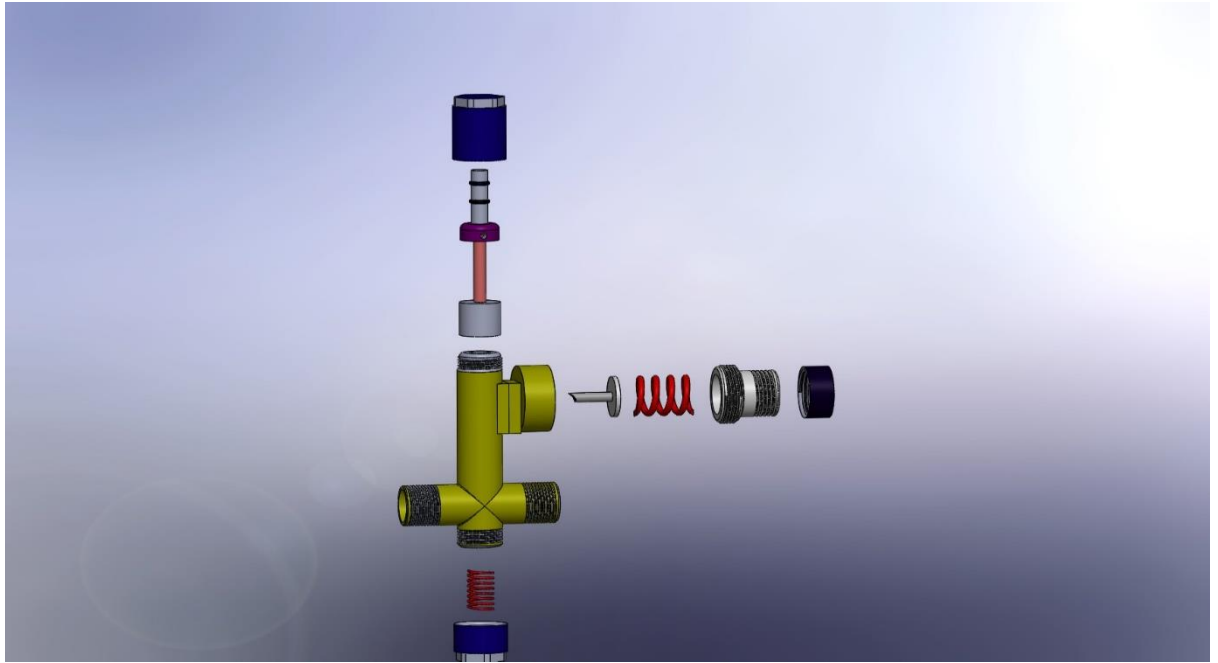


Figure IV.20 les éléments du clapet

IV.4 Simulation de l'écoulement gaz :

IV.4.1 Partie théorique :

Pour un débit de $2 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q = 0,000555 \text{ m}^3/\text{s}$

$D = 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$

IV.4.1.1 Calcul de la vitesse d'écoulement V :

Avec $V = \frac{Q}{A}$ $A = \pi * d^2 / 4$ $A = 0,000314 \text{ m}^2$

$$V = \frac{0,000555}{0,000314}$$

$V = 1.77 \text{ m/s}$

IV.4.1.2 Régime de l'écoulement :

Calcul nombre de Reynold :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Densité du gaz naturel algérien ρ :

La composition précise du gaz naturel influence sa densité ainsi que les conditions de température et de pression. Les composants typiques d'un gaz naturel algérien comprenant 84 % de méthane (CH₄) peuvent être de l'éthane (C₂H₆), du propane (C₃H₈), du dioxyde de carbone (CO₂), de l'azote (N₂), etc.

La densité du méthane (CH₄) est d'environ 0,668 kg/m³ (à une température de 15 °C et une pression d'air de 1 atm).

Moyenne de densité des autres composants :

- Éthane (C₂H₆) : quelque 1.356 kg/m³ environ.
- Propane (C₃H₈) : une teneur d'environ 1.87 kg/m³.
- Le taux de CO₂ est d'environ 1.977 kg/m³.
- Azote (N₂) : près de 1.153 kg/m³.

En prenant pour exemple une composition simplifiée pour les 16 % restants :

- Éthane : 8%
- Propane: 4%
- Carbone dioxyde : 2 %
- Quantité d'azote : 2 %

En additionnant la contribution de chaque composant, on peut calculer la densité globale moyenne ρ du gaz naturel :

Calculons chaque terme :

- Méthane : $0,84 \times 0,668 = \mathbf{0,561 \text{ kg/m}^3}$
- Éthane : $0,08 \times 1,356 = \mathbf{0,1085 \text{ kg/m}^3}$
- Propane : $0,04 \times 1,87 = \mathbf{0,0748 \text{ kg/m}^3}$
- Dioxyde de carbone : $0,02 \times 1,977 = \mathbf{0,0395 \text{ kg/m}^3}$
- L'azote est de $0,02 \times 1,153 = \mathbf{0,0231 \text{ kg/m}^3}$

Adition :

$$\rho = 0,561 + 0,1085 + 0,0748 + 0,0395 + 0,0231 = \mathbf{0,807 \text{ kg/m}^3}$$

$$\rho = \mathbf{0,807 \text{ kg/m}^3}$$

La viscosité dynamique μ :

$$\mu = 1.1 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

Nombre de Reynold :

$$\text{Re} = \frac{0.807 \cdot 1.77 \cdot 0.018}{1.1 \times 10^{-5}}$$

$$\text{Re} = 2337$$

IV.4.1.3 Interprétation :

Le régime d'écoulement est transitoire (entre laminaire et turbulent).

IV.4.1.4 Calcule des pertes de charge singulière :

$$\Delta P_{\text{sing}} = K * \rho * \frac{v^2}{2}$$

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{h} \quad V = 1.77 \text{ m/s} \quad \rho = 0.807 \text{ kg/m}^3$$

on peut utiliser une valeur typique d'environ $K=0.5$ à 0.80

$$K = 0.7$$

$$\Delta P_{\text{sing}} = 0.7 * 0.807 * \frac{1.77^2}{2}$$

$$\Delta P_{\text{sing}} = 0.884 \text{ PAS}$$

$$\Delta P_{\text{sing}} = 0.0088 \text{ mbar}$$

Interprétation :

Le résultat indique que la perte de charge est très faible qui signifie que le clapet ne pose aucun problème pour la pression de service.

IV.4.2 Partie pratique :

En utilisant SolidWorks Simulation, il est possible de simuler le débit de gaz sur le clapet.

IV.4.2.1 simulation de pression :

$$\text{Pour une conduit fermée} \quad P_{\text{Absolue}} = P_{\text{Relative}} + P_{\text{Atmosphérique}}$$

$$P_{\text{Absolue}} = 0.021 + 1.01325$$

$$P_{\text{Absolue}} = 1.03325 \text{ bar}$$

$$P_{\text{Absolue}} = 103325 \text{ mbar}$$

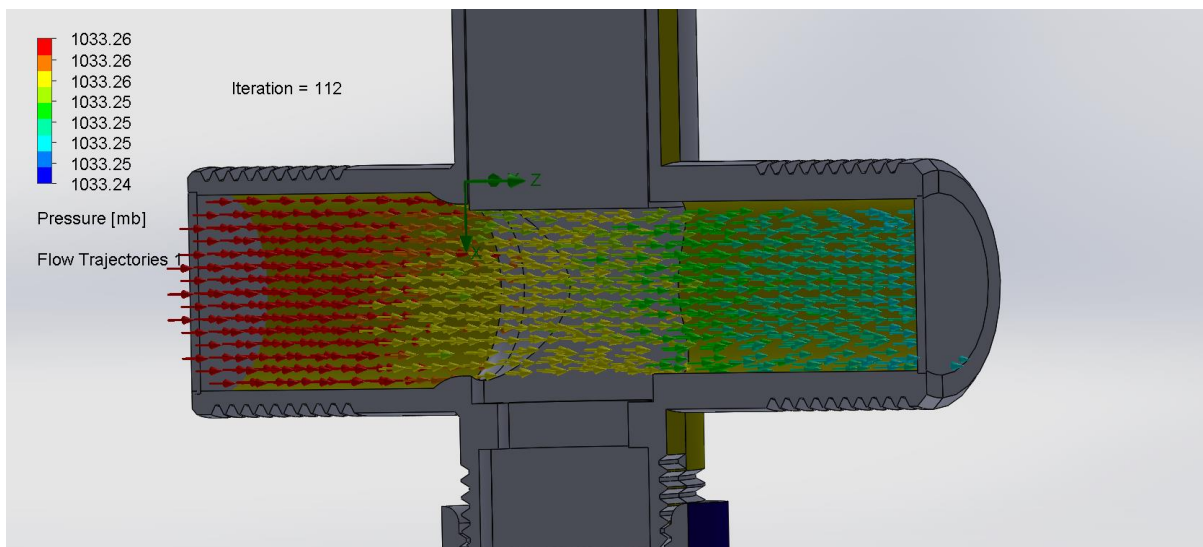


Figure IV.21 simulation de pression

Constatation :

D'après la simulation on constate qu'une perte de charge de 0.01 mbar

$$\Delta P_{\text{sing}} \approx \Delta P_{\text{simu}}$$

La valeur est identique.

IV.4.2.2 Simulation de la vitesse :

La vitesse de gaz $V = 1.77 \text{ m/s}$

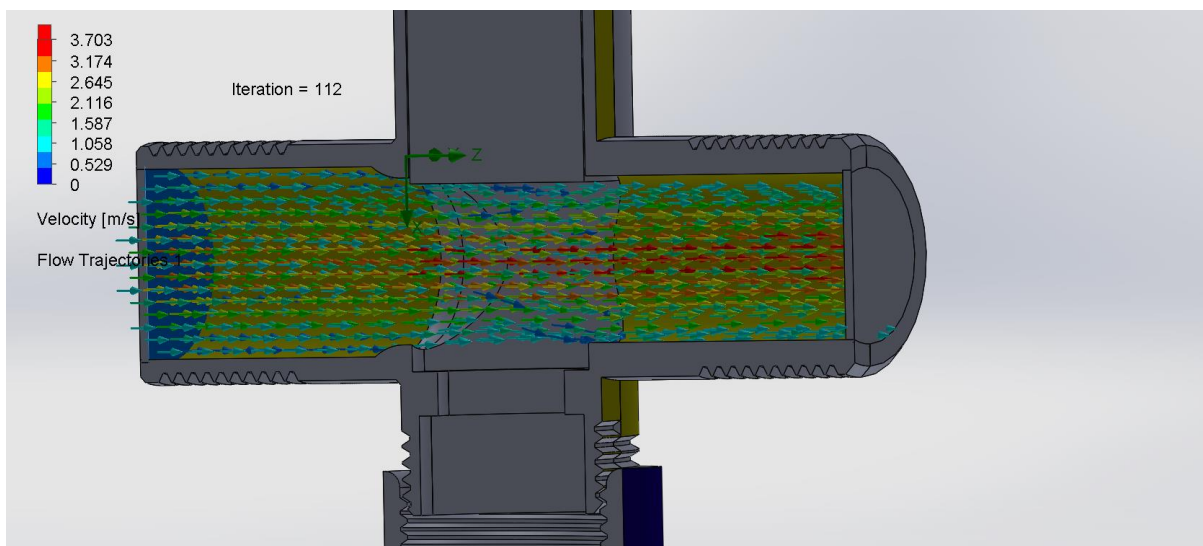


Figure IV.22 simulation de la vitesse

Constatation :

la vitesse d'écoulement est à 3,7 m/s ou au fond du conduit ,et sur les Palois entre 0.529-1.5 m/s

IV.4.2.3 Simulation de la Température :

Pour la condition normale $T= 20\text{ °C}$

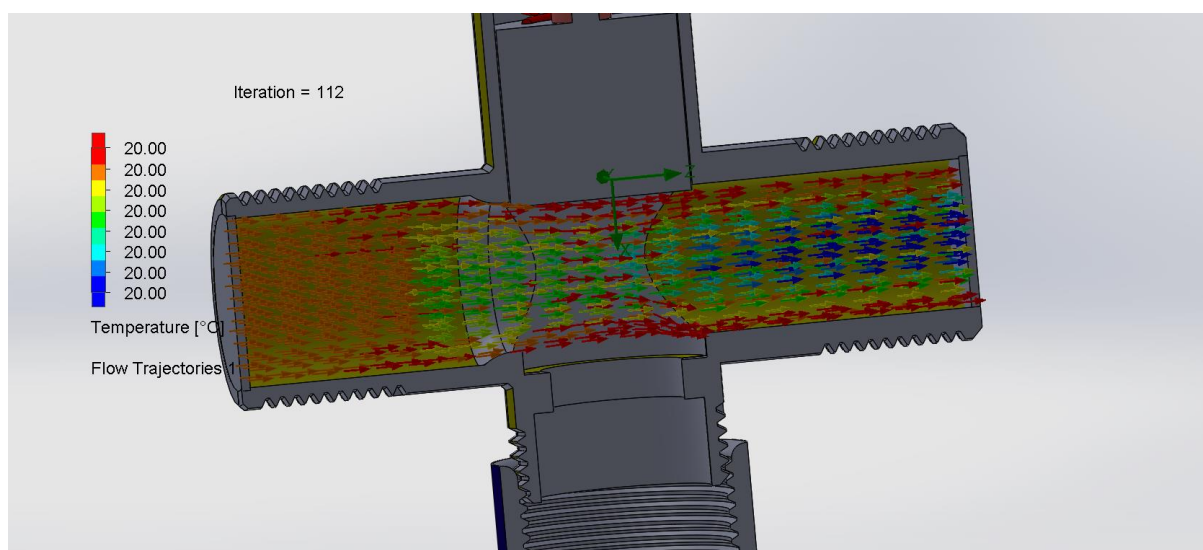


Figure IV.23 Simulation de la Température

Observation :

La température au fond du conduit 19.99 °C

La température sur les palois environ 20.01°C

Il y a effet de friction et de frottement. Lorsque le gaz naturel circule dans un conduit fermé, des forces de friction se produisent entre le gaz et les parois. Cette friction peut générer un peu de chaleur, légèrement augmentant la température des parois par rapport au centre ou au fond du conduit.

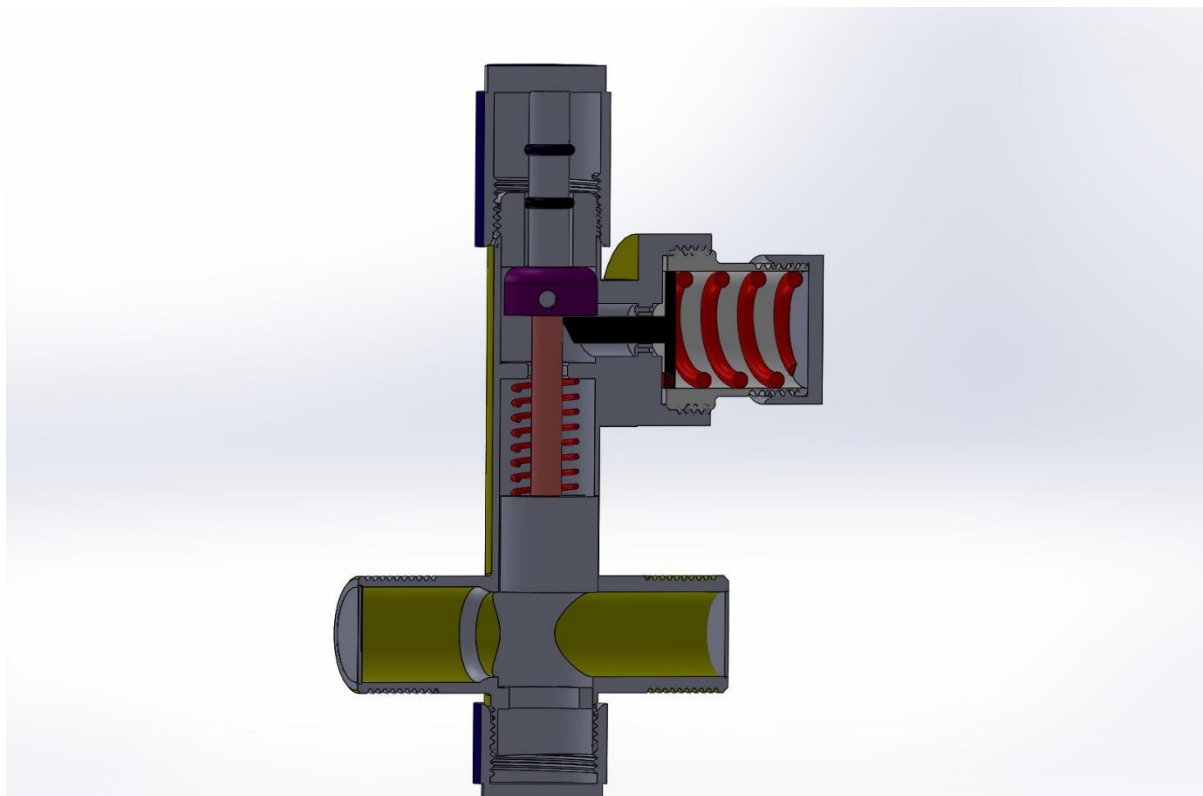


Figure IV.24 Image tomodensitométrique du clapet

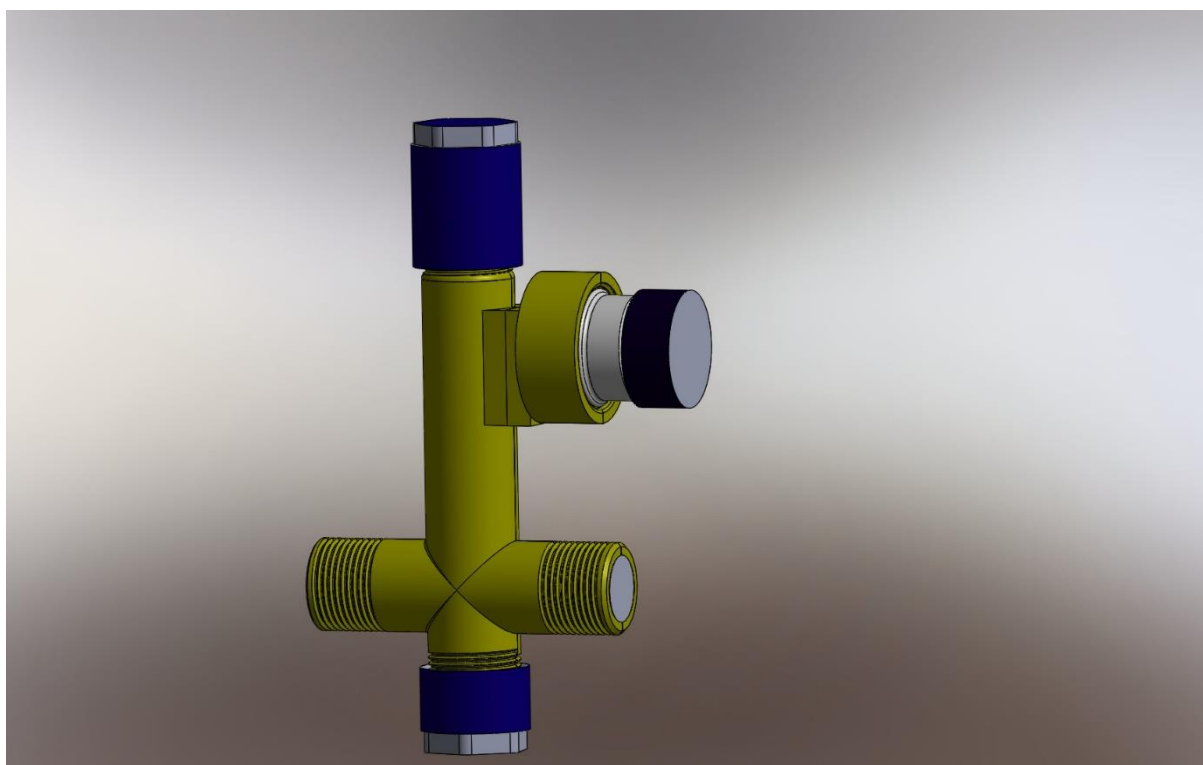


Figure IV.25 clapet de sécurité

IV.5 CONCLUSION :

L'évaluation de la cohérence des résultats obtenus a été effectuée en comparant la partie théorique avec la partie simulation, ce qui a permis de mieux appréhender les phénomènes impliqués.

En théorie, les hypothèses simplificatrices formulées offrent une base de calcul et des résultats attendus, mais elles ne tiennent pas toujours compte de certains facteurs complexes tels que les fluctuations de température, les pertes de charge ou les effets de turbulence.

En revanche, la simulation permet de représenter ces éléments de manière plus précise, offrant ainsi une vision réaliste de l'écoulement en prenant en compte les interactions dynamiques et thermiques du système.

Selon les résultats, les valeurs obtenues en simulation sont proches, mais elles diffèrent légèrement des prévisions théoriques. Cela met en évidence l'importance de recourir à des outils de simulation afin de vérifier et d'adapter les modèles théoriques dans des conditions réelles. En résumé, l'inclusion des données de simulation apporte une contribution supplémentaire à l'approche théorique et entraîne des analyses plus précises et fiables pour la conception et l'amélioration des systèmes.

Conclusion

CONCLUSION GENERALE

Nous avons supervisé le développement d'une solution finale pour résoudre le problème de l'immersion des canalisations de gaz, qui a causé des problèmes aux clients. Nous avons développé un dispositif de sécurité en utilisant les différentes méthodes qui ont été discutées.

Ce projet de fin d'études a donné l'opportunité d'approfondir l'utilisation du logiciel SolidWorks dans la conception et l'amélioration d'un assemblage mécanique, notamment celui d'un clapet de sécurité. Grâce à l'utilisation d'outils de simulation pour ajuster et réduire la taille de diverses pièces, tout en préservant leur solidité et leur fonctionnalité, nous avons réussi à obtenir un assemblage optimisé qui répond aux contraintes initiales.

Nous avons pu vérifier la pertinence de cette approche pour des projets industriels en suivant toutes les étapes, depuis la définition des concepts de conception mécanique, les fonctionnalités de CAO, jusqu'à l'utilisation détaillée de SolidWorks et de son module de simulation. Ce projet met en évidence l'efficacité des outils de CAO contemporains dans le domaine de l'ingénierie, où précision, économie de temps et optimisation structurelle sont combinés pour améliorer les performances des systèmes mécaniques.

Les résultats obtenus par la simulation sur SolidWorks, donnent la conformité technique pour utiliser ce clapet afin de rendre l'installation intérieure de gaz sans aucun problème.

Références bibliographique

- [1] Guide technique de distribution du gaz GTDG2014
- [2] Toudji Khieredine, & Ikhlef Hakim M. (2014). *Etude De Développons d'un réseau de distribution de gaz naturel a ville d azazga* [Mémoire de Master, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI – TIZI-OUZOU].
- [3] Paliwal P, Yadav S. *Natural Gas Transmission and Distribution Business.* ; 2019. doi : 10.1201/9780429486425
- [4] La solution éprouvée pour la conception 3D et le développement de produits. SOLIDWORKS. Published 28 octobre 2024. <https://www.solidworks.com/fr>
- [5] Chacha, S. & Bendjemai, M. (2022). *Etude De Conception Et Optimisation D'un Assemblage Par Un Logiciel De CAO SolidWorks* [Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen].
- [6] REPUBLIQUE ALGERIENNE. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE n° 19. Published 21 mars 2010. Consulté le mars 21, 2010. <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2022/F2022019.pdf>
- [7] Le danger d'électrification. <https://www.youtube.com/watch?v=d57TQw9fZKw>
- [8] GUELAI Mohamed. b3fbd176 9210 4f27 9e7e b6d4795ff242. *YouTube*. Published online 28 mai 2024. <https://www.youtube.com/watch?v=5ry4SqBaU7k>
- [9] CPH Hydraulique. (2023, February 1). *CPH Hydraulique - Equipement Hydraulique Algérie*. <https://www.cph-hydro.com/>

