

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie civile et Hydraulique

Filière : Hydraulique

Option : Ouvrage Hydraulique

**Mémoire de Fin d'Etudes**  
**En vue de l'obtention du diplôme de Master**

Présenté par : Merabet Tayeb

Thème

---

*Calcul et conception d'un réseau d'incendie HP « complexe SP2 »*

---

Devant le jury compose de :

Président : M<sup>r</sup>

Encadreur : M<sup>r</sup>. BOUZIANE Mohamed Tewfik

Examineur : M<sup>r</sup>

Année universitaire : 2019/2020

# *Remerciements*

*Je tiens remercier le bon Dieu de nous avoir  
donné le courage pour mener à terme ce modeste  
travail.*

*Je voudrais dans un premier temps remercier, mon  
promoteur **BOUZIANE Mohamed Tewfik** pour sa patience,  
sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont  
contribué à alimenter ma réflexion.*

*Je tiens à remercier beaucoup mon modèle dans la vie et la  
raison pour laquelle je suis venu à cet endroit mon  
père **MERABET LAMRI***

*Et Ma fierté ma belle mère **DEY SAMIRA***

*Je remercié sont également exprimés à tous le personnel de  
l'entreprise SP2 commençant  
Mr **MASSOUSSE ABD RAZZEK**, Mr **NABILE**,*

*Je remercie aussi*

***MERABET KHOULOUD, MERABET HANINE***

***GHARBI INESS, GHARBI SERINE,***

***KHETA DHIKRA ISRAA***

## *Dédicaces*

*A ceux que j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et je suis  
très*

*fière de les avoir et tous les mots du monde ne peuvent  
exprimer*

*L'amour et le respect que je leur porte ; mes très chers  
parents pour*

*Leurs sacrifices, leurs aides, leurs conseils et leurs patiences*

*Que Dieu les protège.*

*A tous ceux qui ont contribué à m'aider à la réalisation de  
ce mémoire.*

## Liste des matières

Liste des matières .....	1
Introduction générale.....	3
<b>Chapitre 01 : Présentation de l'entreprise et description de système anti-incendie .....</b>	<b>1</b>
1. Présentation de l'entreprise station de pompage SP2 :.....	1
2. Les composants principaux de linge :.....	2
3. Les équipements principaux de la station SP2 :.....	3
3.1. Pompe Booster :.....	3
3.2. Groupe électropompe principale :.....	4
3.3. La gare racleur arrive :.....	5
3.4. La gare racleur départ :.....	5
3.5. Les soupapes entrées station PSV 211/212/213/214 :.....	5
3.6. Les filtres entrée station F201 A/B/C :.....	6
3.7. Les réservoirs de stockage :.....	6
3.8. Le réservoir de décantation 2Y1 :.....	7
4. Caractéristiques des produits :.....	8
5. Description de fonctionnement de la station de pompage(SP2).....	9
6. La mise en marche :.....	9
6.1. Prédiposition des vannes manuelles et motorisées de la station :.....	9
6.2. Alignement des bacs de stockage et pomperie :.....	9
6.3. Mise en marche des pompes Booster :.....	10
6.4. Mise en marche des pompes principales :.....	10
6.5. Procédure de démarrage d'une pompe avec station en marche :.....	11
6.6. Procédure d'arrêt d'une pompe avec station en marche :.....	11
7. Système anti-incendie :.....	12
7.1. Généralité sur l'incendie.....	12
7.2. Définition de la combustion :.....	12
7.3. a. Comburant :.....	12
7.4. b. Combustible :.....	13
7.5. c. L'énergie d'activation :.....	13
7.6. Description Système anti-incendie :.....	13
8. Position du problème.....	18

<b>Chapitre 02 : Théorie de dimensionnement d'un réseau anti-incendie.....</b>	<b>20</b>
1. Description Installations d'Extinction :.....	20
1.1. Le système à eau :.....	20
1.2. Vanne Déluge.....	22
1.3. Bouches d'Incendie.....	23
1.4. Canons à eau:.....	24
2. Le Système à Mousse :.....	24
2.1. Vanne Déluge:.....	26
2.1.1. Diffuseurs :.....	26
2.1.2. Canons à Foisonnement Moyen :.....	26
2.1.3. Canons à Bas Foisonnement :.....	26
2.1.4. Chambre Mousse avec Bec Verseur :.....	27
2.2. Canons à mousse.....	27
2.3. Installations à actionnement Manuel.....	27
2.4. Cause de feux des bacs :.....	28
2.5. Principes de base de la protection incendie :.....	28
2.6. Définition de la norme NFPA.....	29
2.7. Etude de danger :.....	29
2.7.1. Scénario A : Feux de nappe (cuvette-rétantion).....	29
2.7.2. Scénario B : Boil-Over :.....	29
<b>Chapitre 03 : Equilibrage du réseau et système de pompage.....</b>	<b>32</b>
1. Généralité :.....	32
1.1. Vitesse d'écoulement :.....	32
1.2. Régime d'écoulement :.....	32
1.3. Nombre de Reynolds :.....	32
1.4. La viscosité :.....	33
1.5. Théorème de Bernoulli :.....	33
1.6. Pertes de charge :.....	34
1.7. Formule de White-Colebrook :.....	35
1.8. Equation expérimentale de Hazen-Williams :.....	36
2. Les installations hydrauliques :.....	37
2.1. Installations eau – Refroidissement Réservoir : (2-A1).....	37
2.2. Installations. mousse – Canons a Foisonnement M. pour Bassin :(2-A1).....	37
2.3. Installations. mousse – Dispositifs de distribution au niveau du Toit :(2-A1).....	38

2.4.	Installation eau – Refroidissement réservoir :(2-A2).....	38
2.5.	Installation. Mousse – Canons A Foisonnement Moyen Pour Bassin :(2-A2).....	39
2.6.	Installation. mousse -Dispositifs de distribution au niveau du Toit :(2-A2).....	39
2.7.	Installation EAU – Refroidissement réservoir :(2-y1).....	40
2.8.	Installation. mousse – Canons a Foisonnement Moyen pour Bassin :(2-y1).....	40
2.9.	Installations. mousse – Dispositifs de distribution au niveau du Toit :(2-y1) .....	40
2.10.	Installations. à mousse – abrie principale .....	41
2.11.	Installation à mousse – Abrie Booster: .....	41
2.12.	Installations a eau/mousse – dispositifs d’activation manuelle.....	42
<b>Chapitre 04 : Résultats des calculs et solution de problème .....</b>		<b>45</b>
1.	Logiciel de calcul.....	45
1.1.	Définition CYPEFIRE SPRINKLER : .....	45
1.2.	Interface de CYPEFIRE Sprinklers : .....	45
2.	Demande hydrique Simultaneite: .....	47
3.	Calcul hydraulique d’installation : .....	48
4.	Calcul eau de refroidissement : .....	51
4.1.	Bac 2-A1 .....	51
4.2.	Bac 2-A2 .....	53
4.3.	Bac 2-Y1 .....	56
5.	Résultats : .....	58
6.	Dimensionnement de la pompe anti-incendie : .....	59
7.	Dimensionnement réserve hydrique : .....	60
8.	Dimensionnement réserve mousse : .....	60

## Liste des figures

Figure 1: Carte satellite Google Earth-Station SP2[1] .....	1
Figure 2 : Les stations de la ligne OB1 .....	2
Figure 3: Les pompes Boosters .....	3
Figure 4: Groupe électropompe principale (GEP) .....	4
Figure 5: La gare racleur arrive .....	5
Figure 6: Les soupapes entrées station .....	5
Figure 7: Les filtres entrée station.....	6
Figure 8: Réservoir de stockage 2A1-2A2 .....	6
Figure 9: Le réservoir de décantation 2Y1 .....	7
Figure 10: Description générale de fonctionnement de la station .....	9
Figure 11: Le triangle du feu de la combustion.....	12
Figure 12: Les pompes d'incendie.....	13
Figure 13: FIREDOSE.....	14
Figure 14 : Borne incendie .....	14
Figure 15 : Canon mousse .....	15
Figure 16 : Unité de stockage et dosage d'émulseur .....	15
Figure 17 : Verseur de mousse.....	16
Figure 18 : Moniteur à eau .....	16
Figure 19 : Erogateur eau (sprinkler) .....	17
Figure 20 : Erogateur à mousse .....	17
Figure 21 : Circuit de refroidissement.....	18
Figure 22 : Vanne déluge[3].....	23
Figure 23: Vanne de déluge.....	26
Figure 24 : Phénomène simplifiée de BOIL-OVER.....	30
Figure 25 : Diagramme de moody .....	35
Figure 26: La région de conception.....	46
Figure 27 : Navigation du plan d'étage.....	46
Figure 28 : Conception et menu d'installation .....	47
Figure 29 : Plans de refroidissement 2A1/2A2 .....	55
Figure 30 : Plans de refroidissement 2Y1 .....	57
Figure 31 : Les caractéristiques de pompe anti-incendie .....	59
Figure 32 : Alimentation hydrique de SP2 .....	61

## Liste des tableaux

Tableau 1 : La relation débit -pression de refoulement par rapport nombre pompe .....	4
Tableau 2 : Caractéristiques de pétrole brute .....	8
Tableau 3 : Coefficient CHW .....	36
Tableau 4 : Aperçu récapitulatif des installations et identification criticité .....	43
Tableau 5 : Demande hydrique simultaneite .....	48
Tableau 6 : Perte de charge singulaire .....	49
Tableau 7 : Des estimations réalistiques des quantités minimales nécessaires pour bon fonctionnement des composants .....	58

# *Introduction Générale*

## **Introduction générale**

La prise en compte du risque incendie s'inscrit dans la démarche globale d'évaluation et de prévention des risques de l'entreprise est un sujet préoccupant et d'actualité permanente. Il est souvent question de sinistres graves faisant parfois des victimes et causant d'importants dégâts matériels. Toutes les parties prenantes doivent être conscientes de la gravité potentielle du phénomène.

De ce fait, la station de pompage SP2 s'est dotée d'un réseau incendie qui au cours des années s'est dégradé et ne répond plus aux normes internationales de sécurité. C'est dans une logique de conception d'un nouveau réseau conforme à ces normes.

La protection contre les risques d'incendie est une action obligatoire que toute entreprise doit prendre en considération et mener à bien. C'est pour cette raison qu'on a choisi pour notre étude de mémoire le thème de «*Calcul et conception d'un réseau d'incendie HP « complexe SP2 »*».

L'objectif principal de notre étude est de calculer et réaliser un système de protection contre les incendies dans la station de pompage SP2, de la Sonatrach.

En imaginant deux scénarios possibles :

- Feu de nappe (cuvette-rétention)
- Boil-Over

Notre étude est subdivisée en deux grandes parties :

- **Partie purement théorique**
  - I- Présentation de l'entreprise et description de système anti-incendie
  - II-Théorie de dimensionnement d'un réseau anti-incendie
- **pratique (calcul et résultats)**
  - III-Equilibrage du réseau et système de pompage
  - IV-résultats des calculs et solution du problème

Dans le premier chapitre nous présenterons l'historique et l'évolution de SONATRACH ses multiples activités industrielles ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions. Par suit nous passerons à la description du réseau anti-incendie existant,

et enfin nous terminerons par la position du problème.

Dans le deuxième chapitre L'équilibrage des réseaux consiste à régler ou re-régler les débits circulant dans le réseau afin d'homogénéiser les pressions. Une telle action permettrait d'économiser de 10 à 15 % selon les professionnels du métier. De nombreuses méthodes sont disponibles dans la littérature technique pour l'équilibrage des réseaux hydrauliques et de nombreux équipements hydrauliques peuvent être installés sur les réseaux permettant une auto-adaptation des débits dans les différentes antennes, pour cela dans la suite on utilise les formules de Hazen-williams et de White-Colebrook pour le dimensionnement. Dans le troisième chapitre nous présenterons les paramètres de base de l'hydraulique, la formule de Hazen-williams et formule de White-Colebrook enfin nous présentons les installations hydrauliques nécessaires de cette station.

Dans le quatrième chapitre nous abordons les calculs hydrauliques, les calculs des installations hydrauliques de la station, et les images hydrauliques (points de fonctionnement en réseau).

Notre étude se termine par une conclusion générales ou sont synthétiser l'essentiel des résultats.

**CHAPITRE 1 :**

*Présentation de l'entreprise et description du système anti-incendie*

## **Chapitre 01 : Présentation de l'entreprise et description du système anti-incendie.**

### **1. Présentation de l'entreprise "station de pompage SP2" [1] :**

La station de pompage N°2 SP2 est située à 17Km au NORD-OUEST de BISKRA, près de la ferme DRISS AMOR commune de LOUTAYA, au point kilométrage 350,489 du départ H.E.H et d'une altitude 210,10m.

La station SP2 est une grande importance sur l'oléoduc 24/22'' OB1 « HEH-Bejaia » elle fait augmenter la pression arrivée de SP1.BIS (1.4Kg/cm2 environ) à 79.500 kg/cm2 max vers la SP3 MSILA.

La station a été mise en service en 1959, et elle a été mise en exploitation le : 08 mai 1960, par le démarrage du premier GMP (Groupe Motopompe) de type MAXMAN, par l'ingénieur français (DESUGANCAUR). Pour des stations d'entretien et des risques d'incendie, la SOPEG a remplacé les MAXMAN par des moteurs diesel de type ALCO V16.

Le rôle principal de la station SP2 c'est réaliser un débit maximum contractuel de pétrole brut ou condensat égal à 2100 m3/h.

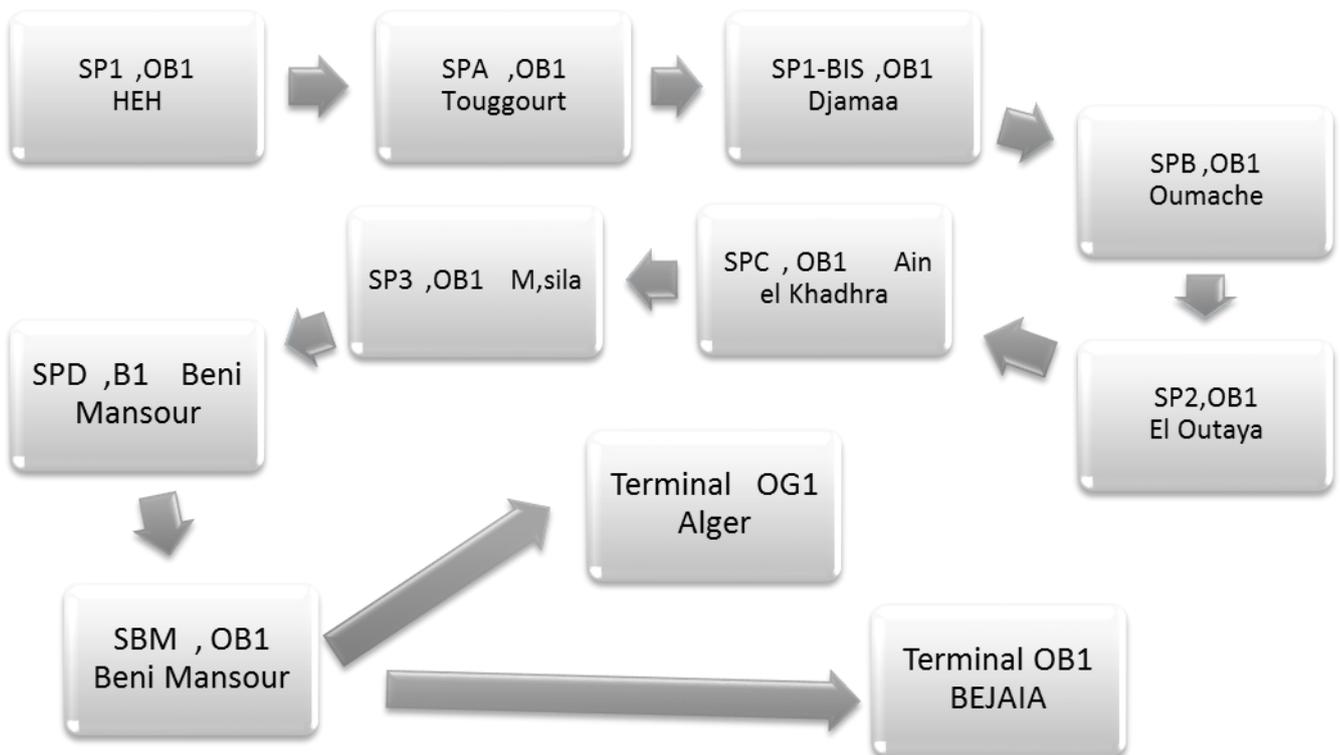
La station reçoit le produit, par la ligne 24", OB1', avec un débit volumique qui varie, entre 800m3/h à 2100m3/h.



**Figure 1: Carte satellite Google Earth-Station SP2[1]**

**2. Les composants principaux de linge :**

- SP1 OB1 – Haoud El Hamra
- SPA Touggourt
- SP1 BIS OB1 – Djamaa
- SPB OB1 Oumach
- SP2 OB1 El Outaya
- SPC OB1 – Ain El Khadra
- SP3 M'sila
- SPD Beni Mansour
- SBM Beni mensour
- Terminal Bejaia



**Figure 2 : Les stations de la ligne OB1**

### **3. Les équipements principaux de la station SP2 [1] :**

#### **3.1. Pompe Booster [1] :**

Cette station elle contenue trois pompes boosters en parallèle, deux en fonctionnement, une seule pompe en réserve.

Leurs rôles est d'assures au pompes principales p201 A/B/C/D/E, une pression d'alimentation nécessaire et suffisante, qui varie entre 4 bar et 7 bar à l'aspiration, et ce pour éviter leurs cavitation.

Le fonctionnement des pompes boosters, dépend du mode de fonctionnement configure par l'opérateur.

Si la pression à l'entrée de la station est trop basse, ( $p \leq 3 \text{ kg/cm}^2 \text{g}$ ), les pompes boosters P-202 A/B/C. doivent être démarrées et maintenues en marche, jusqu'à ce que la pression à l'entrée

Soit supérieure 3 kg/cm<sup>2</sup> g. dans ce cas l'opérateur, doit arrêter manuellement les pompes boosters.



**Figure 3: Les pompes Boosters**

### **3.2. Groupe électropompe principale [1] :**

Cette station elle contenue cinq pompe principale elles disposées en séries, quatre en service et une seule pompe en réserve.

Le pétrole est acheminé vers l'aspiration des pompes principale P-201A/B/C/D/E, avec une pression qui varie entre 4bar et 7bar, afin de développer une pression nécessaire et suffisante au refoulement pour vaincre les contraintes de la conduite du tronçon SP2-SP3 (perte de charge réparties et locales), et assure l'arrivée du produit à SP3 M'SILA. Le débit a réalisé par la station dépend de la pression refoulement de la station dans un tableau suivant :

**Tableau 1 : La relation débit -pression de refoulement par rapport nombre pompe**

Nombre de pompe	1	2	3	4
Débit (m <sup>3</sup> /h)	800	1400	1800	2100
Pression de refoulement (kg/cm <sup>2</sup> )	31	45	61	79.5



**Figure 4: Groupe électropompe principale (GEP)**

### **3.3. La gare racleur arrive [1] :**

Le rôle de la gare racleur arrivée, est de réceptionnée l'outil intelligent, ou les racleurs lors des opérations de nettoyage de l'oléoduc.



**Figure 5: La gare racleur arrive**

### **3.4. La gare racleur départ [1] :**

Le rôle de la gare racleur départ, sert à expédier l'outil intelligent et les racleurs de nettoyage de l'oléoduc.

### **3.5. Les soupapes entrées station PSV 211/212/213/214 [1] :**

Cette station elle contient quatre des soupapes entrées station (deux en service et deux en réserve). Les soupapes contrôlent les surpressions à l'entrée de la station, ils sont tartrés à 12.5 bar.



**Figure 6: Les soupapes entrées station**

### 3.6. Les filtres entrée station F201 A/B/C [1] :

Dans cette station elle contenue trois filtres entrées station ils sont disposés en parallèle ils utilisé pour assurent la séparation des particules solide produit, la pression différentielle de colmatage est de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>.



Figure 7: Les filtres entrée station

### 3.7. Les réservoirs de stockage [1] :

Dans cette station elle trouve deux réservoir de stockage a toit flottant ,2A1-2A2, sont tous les deux utilisés simultanément sur le principe des vases communiquant ils jouent les rôles de régulateurs de débit sortie station, ils nous permettent d'éviter les arrêts de station lors des disjonctions des stations qui se trouvent en amont et aval de notre station.

La capacité de stockage de chacun réservoir est 8750 m<sup>3</sup>, chacun réservoir est muni de deux alarmes de haut et bas niveau.



Figure 8: Réservoir de stockage 2A1-2A2

**3.8. Le réservoir de décantation 2Y1 [1] :**

Le bac de purge gravitaire son rôle est de récupérer toutes les purges de la station à savoir les vidanges de toute les pompes de la station les vidanges de la tuyauterie du circuit hydrocarbure.

Sa capacité est  $2900\text{ m}^3$ , il est loge dans une fosse les volumes récupérés par les purges sont réinjectées dans le réservoir de décantation 2Y1.



**Figure 9: Le réservoir de décantation 2Y1**

**4. Caractéristiques des produits [1] :**

**Pétrole Brut :**

**Tableau 2 : Caractéristiques du pétrole brut [1]**

Densité à 15 °C	0.8025	
Densité API	44.7	
Facteur de caractérisation	12	
Viscosité cinématique à :		
-10 °C (14 °F)	5.540	cSt
-5 °C (23 °F)	4.950	cSt
0 °C (32 °F)	4.112	cSt
20 °C (68 °F)	2.759	cSt
37.8 °C (100 °F)	1.989	cSt
Point d'écoulement	-52/-61.6	°C
Point d'éclair, Abel	<20	°C
Tension de Vapeur, Reid à 37.8 °C	10.4	Psia
Eau (par distillation)	Traces	
Eau et sédiments (par centrifugation)	Traces	
Soufre total	0.13	%poids
Hydrogène sulfuré	0	mg/kg
Teneur en cendre	<0.005	%poids
Salinité soluble totale	0.0074	%poids
Sel NaCl	<0.001	%poids
Paraffines	2.4	%poids
Asphaltènes	0.06	% poids
Carbone résiduel, Conradson	0.83	%poids
Pouvoir calorifique supérieur	11036	Kcal/kg

**5. Description de fonctionnement de la station de pompage(SP2) [1] :**

Comme il est mentionné précédemment que le rôle de la station est de transporter le brut venant de la station en amont SP1- BIS vers la station en aval SP3. Le fonctionnement dépend des conditions d'exploitation. La pression et le dépend d'entrée/sortie.



**Figure 10: Description générale de fonctionnement de la station**

**6. La mise en marche [1] :**

Les opérations décrites dans ce chapitre concernent la mise en marche accomplie après la mise en huile des canalisations, filtres et pompes de la station.

En tout cas, avant d'effectuer la mise en marche il faut informer les stations en amont et en aval.

**6.1. Prédiposition des vannes manuelles et motorisées de la station [1]:**

Les vannes manuelles sur les lignes principales sont ouvertes, les vannes de sectionnement sur les équipements en réserve sont normalement fermées, aussi les vannes d'éventement et de purge sont fermées.

**6.2. Alignement des bacs de stockage et pomperie [1] :**

Il faut disposer le bac de stockage duquel s'effectuera le prélèvement du produit à envoyer dans l'oléoduc :

- Ouvrir les vannes manuelles 20" au pied du bac de stockage sur la ligne d'aspiration, ou s'assurer qu'elle est déjà ouverte
- Ouvrir les vannes motorisées 24"(MOV-227 & MOV-231), ou s'assurer qu'elles sont déjà ouvertes
- Ouvrir les vannes motorisées en amont et en aval des pompes boosters P-202 A/B/C, ou s'assurer qu'elles sont déjà ouvertes

- Ouvrir la vanne motorisée MOV-206, sur la conduite d'aspiration des pompes principales, ou s'assurer qu'elle est déjà ouverte

- Ouvrir les vannes motorisées sur l'aspiration de chaque pompe principale P-201 A/B/C/D/E, ou s'assurer qu'elles sont déjà ouvertes.

### **6.3. Mise en marche des pompes Booster [1] :**

Avant le démarrage des pompes il faut effectuer tous les contrôles mécaniques exigés par le fournisseur se référer au manuel du fournisseur de la pompe. S'assurer que la vanne de contrôle PCV-204, sur la ligne de recyclage des pompes boosters aux bacs de stockage, est en contrôle automatique par le point de consigne du PIC-218 de 8 bars. Cliquer sur le bouton de démarrage au niveau du DCS de la pompe P-202 A.

### **6.4. Mise en marche des pompes principales [1] :**

Avant le démarrage des pompes il faut effectuer tous les contrôles mécaniques exigés par le fournisseur, se référer au manuel du fournisseur de la pompe.

Les pompes principales peuvent être mises en marche quand l'oléoduc est prêt à recevoir l'huile. Avant de démarrer ces pompes, il faudra aligner le circuit d'aspiration et de refoulement des dites pompes :

- Ouvrir la vanne motorisée MOV-206, sur la conduite d'aspiration des pompes principales

- Ouvrir les vannes motorisées, sur l'aspiration de chaque pompe principale (P-201 A/B/C/D/E)

- Ouvrir la vanne motorisée MOV-217 à la sortie station, en amont de la gare racleur GRD201

- Ouvrir la vanne manuelle 24" de sortie station

A ce stade, on peut démarrer les pompes P-201 A/B/C/D/E. Il faut décider du nombre de pompes devant être mises en marche pour envoyer le débit requis à travers l'oléoduc. Le contrôle de vitesse des pompes doit être mis en manuel, à la valeur minimale permise par le régulateur

On doit démarrer une pompe à la fois, à commencer par **la pompe A** :

- Contrôler que l'indication « autorisée à démarrer » (signal "permissive to Start") est positif, si ce n'est pas le cas, on doit repérer les causes qui ne permettent pas le démarrage (voir pièce jointe 14.6 sur les systèmes des verrouillages internes (blocages de sécurité)

- Démarrer la pompe A (la MOV 208 devrait commencer à s'ouvrir automatiquement).

- Augmenter manuellement la vitesse du moteur et stabiliser la pression de sortie.

A ce stade, il faudra démarrer consécutivement toutes les pompes nécessaires à l'opération, conformément à la procédure décrite pour la pompe A.

Avec une seule pompe Booster en marche il est possible d'utiliser 2 pompes principales. Avec 3 pompes principales ou plus en marche, il faut démarrer également une deuxième pompe Booster.

Après avoir démarré toutes les pompes requises, on peut augmenter (en contrôle manuel) la vitesse globale des pompes jusqu'à lire sur l'indicateur FIC-203 le débit voulu.

A ce moment, on peut mettre le contrôle de vitesse en automatique et la station peut être considérée en fonctionnement normal.

#### **6.5. Procédure de démarrage d'une pompe avec station en marche [1] :**

Le démarrage d'une pompe peut être effectué soit en mode automatique ou en mode manuel. Pour le démarrage d'une pompe en mode automatique, un débit de 800 m<sup>3</sup>/h est nécessaire ainsi qu'il est nécessaire que le régulateur soit en mode automatique. Avec le sélecteur de vitesse en AUTO, la pompe est démarrée et est immédiatement portée par le régulateur en action (le PIC 215 en RTA et le PIC 201 (du PT-201 (pression entrée de station) en RDS) à la même vitesse que les autres pompes. La vitesse est réglée pour maintenir le point de consigne actuel (la vitesse globale est baissée), à ce moment nous avons une augmentation momentanée de la pression dans la ligne. En mode manuel, le sélecteur de vitesse en MAN, la pompe est démarrée à une vitesse minimale, et la vitesse est changée afin d'atteindre la même valeur des autres pompes déjà en marche.

L'augmentation de la vitesse est réalisée en 2 à 3 étapes pour éviter un effet néfaste de l'augmentation rapide sur la pression dans la ligne.

#### **6.6. Procédure d'arrêt d'une pompe avec station en marche [1] :**

Il s'agit d'une procédure de contrôle en manuel. Le contrôleur de la vitesse des pompes est positionné en manuel. On réduit la vitesse jusqu'à la valeur minimum possible.

La vanne sur le refoulement de la pompe sera fermée et on arrêtera la pompe. Pendant que cette dernière baisse sa vitesse, la vitesse des autres pompes sera augmentée jusqu'à ce que le FIC indique le passage au débit requis. Finalement, on retourne au système de contrôle automatique.

## 7. Système anti-incendie [1] :

Le réseau eau incendie doit être en boucle fermés et maillés dès la sortie de la pomperie, avec des vannes de sectionnement installées

### 7.1. Généralité sur l'incendie [3]:

Un incendie est un feu violent destructeur pour les activités humaines ou la nature. L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et l'espace.

### 7.2. Définition de la combustion :

La combustion est une réaction chimique entre un corps combustible et un corps comburant. Cette manifestation, globalement exothermique, est un ensemble de phénomènes physicochimiques Complexes, plus ou moins lents. Il en résulte une action d'oxydo-réduction.

En présence de comburant, le combustible possède une certaine énergie chimique. Pour initier la combustion, il faut donner au système combustible/comburant la possibilité d'entrer en Réaction, par l'apport d'une certaine énergie dite énergie d'activation. Cette interdépendance est symbolisée par un triangle de feu :

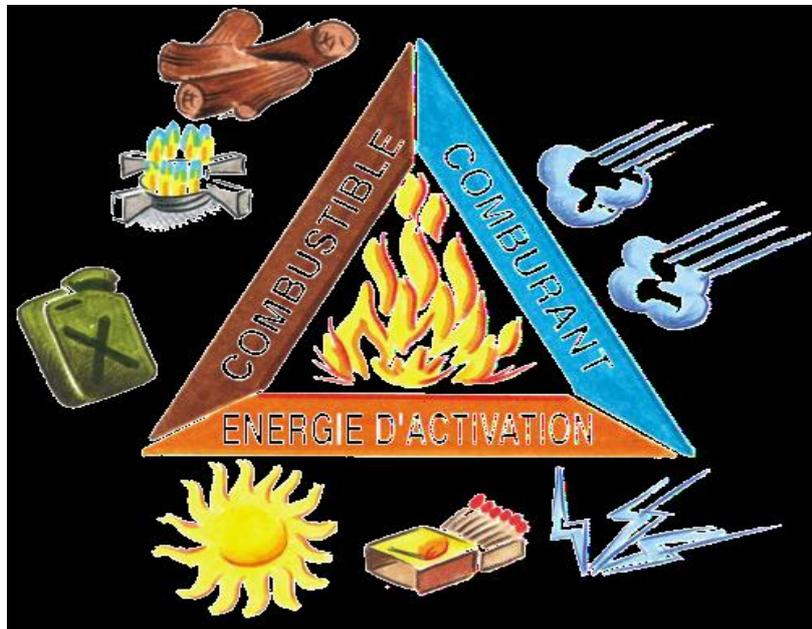


Figure 11: Le triangle du feu de la combustion

### 7.3. a. Comburant :

Un comburant est le corps qui provoque et entretient la combustion du combustible ; le plus souvent, le comburant est constitué par l'oxygène présent dans l'air ambiant la réaction de combustion est alors une oxydation.

Dans la plupart des cas, le comburant est l'oxygène de l'air ambiant (environ 21% d'oxygène

79% d'azote). Pour que l'air soit un comburant efficace il faut qu'il contienne plus de 15 % d'oxygène.

#### **7.4. b. Combustible :**

Toute substance susceptible de brûler, c'est-à-dire pouvant être partiellement ou totalement détruite par le feu, est considérée comme combustible.

#### **7.5. c. L'énergie d'activation :**

Pour déclencher le phénomène de combustion, un apport d'énergie, dite énergie d'activation, est nécessaire. Il peut s'agir d'une flamme, d'une étincelle, d'un frottement ou toute autre source de chaleur. C'est la quantité de chaleur dégagée par cet apport d'énergie qui est à l'origine de la combustion, mais la chaleur n'est en fait qu'une manifestation de l'énergie, source de chaleur apporte l'énergie d'activation nécessaire au démarrage de la réaction chimique de combustion ; au cours d'un incendie, la chaleur produite par le feu lui-même est responsable de l'auto entretien de cette réaction.

#### **7.6. Description Système anti-incendie [1]:**

Dans cette station le système anti-incendie il composé de :

- Deux pompes jockey de 25 m<sup>3</sup>/h
- Deux pompes électriques capacité de chaque pompe 150 m<sup>3</sup>/h
- 01 moto pompe capacité 300 m<sup>3</sup>/h



**Figure 12: Les pompes d'incendie**

- **FIREDOSE [1]:** est son moteur à eau et sa pompe à piston spécialement développé pour fonctionner proportionnellement. Ainsi, nous pouvons garantir un dosage précis sur une large plage de fonctionnement de débits et de pressions.

L'eau d'extinction traverse le moteur à eau (1) et l'entraîne. Le moteur à eau entraîne à son tour la pompe à piston (2). Cela aspire l'agent moussant et l'injecte dans le tuyau d'eau d'extinction. Choix entre injection de l'agent moussant dans le tuyau d'eau d'extinction et retour au réservoir par la vanne à boisseau sphérique (3). Dans cette station elle contient deux FIREDOSE.



**Figure 13: FIREDOSE**

- 28 de Borne incendie



**Figure 14 : Borne incendie**

- **12 canons mottes**



**Figure 15 :** Canon mousse

- **Unité de stockage et dosage d'émulseur (USD) :**



**Figure 16 :** Unité de stockage et dosage d'émulseur

- 08 Verseur mousse



**Figure 17 : Verseur de mousse**

- 08 Canon mousse base expansion
- 04 Moniteur avec bec eau



**Figure 18 : Moniteur à eau**

- 155 Erogateur eau anti incendie



**Figure 19 : Erogateur eau (sprinkler)**

- 20 Erogateur mousse



**Figure 20 : Erogateur à mousse**

- **Circuit de refroidissement**



**Figure 21 : Circuit de refroidissement**

## **8. Position du problème**

La Direction Régionale de Bejaïa en tant que gestionnaire des stocks pétroliers à la lourde responsabilité de garantir la sécurité de ses stocks. Sachant que le grand accident qui puisse arriver à ces produits est un incendie, elle a décidé de rénover et d'automatiser son réseau incendie de telle sorte qu'il soit capable de faire face à tous les cas de feu qui peuvent se déclarer. De ce fait, l'entreprise nous a confié l'étude du réseau incendie à travers le thème qui s'intitule :

**«Calcul et conception d'un réseau d'incendie Hp complexe SP2»**

Le constat actuel est que le réseau existant est dégradé et ne répond plus aux normes internationales. De ce fait, son redimensionnement lui permettra de faire face au scénario le plus pénalisant.

## **CHAPITRE 2 :**

### ***Théorie de dimensionnement d'un réseau anti-incendie***

## **Chapitre 02 : Théorie de dimensionnement d'un réseau anti-incendie**

### **Introduction :**

Dans ce chapitre en s'avoit la description d'installations d'extinction (système à eau et mousse), ainsi que les différentes causes de feux de bac et c'est quoi les normes de NFPA, enfin en avoir étude de danger.

### **1. Description Installations d'Extinction :**

#### **1.1. Le système à eau [2]:**

Le système à eau est constitué principalement par un groupe de pompage, qui est le cœur de tout le système et le point névralgique en vue de son fonctionnement. Le groupe de pompage est constitué à son tour par :

- N°2 électropompes à axe horizontal, de 150m<sup>3</sup>/h @ 13bar
- N°1 motopompe à axe horizontal, de 300m<sup>3</sup>/h @ 13bar
- N°2 pompes d'appoint

Alimentées par une réserve hydrique, un bassin de 5200 mètres cube. La prise dans le bassin a été placée à un niveau le plus bas possible afin de pouvoir utiliser le plus possible la capacité du bassin, mais en restant toujours au-dessus du niveau de l'axe d'entrée des pompes, comme demandé par la norme NFPA20.

L'alimentation est garantie par une tuyauterie suffisamment grande pour permettre des débits correspondants à la demande critique sans aucun problème.

Les pompes sont toutes installées au sein d'un unique bâtiment à l'abri des intempéries, et chacune est munie de vanne de sectionnement tant au niveau de l'alimentation que du refoulement, de filtre, pressostat de basse pression, manomètre, drainage et de clapet anti-retour. En outre, sur chacune des trois pompes principales on a prévu un circuit de retour dans le bassin équipé de drainage et de débitmètre commun, pour vérifier le bon fonctionnement, l'efficacité et la fiabilité des susdits dispositifs suivant les périodicités prévues en évitant des gaspillages et des pertes inutiles d'eau.

Le système a été conçu de la manière suivante :

Des deux pompes d'appoint seule une sera mise en service tandis que l'autre sera utilisée comme pompe de secours.

Le démarrage de cette pompe aura lieu automatiquement, ou éventuellement manuellement, à l'aide du sélecteur situé sur le panneau, à travers l'intervention du pressostat de ligne qui sera étalonné à une pression égale à 10÷12 bars, en supposant que la pression de réseau est égale à 13 bars. En cas d'incendie et donc lorsque la pression de réseau diminue, les pressostats de ligne des électropompes qui ont été réglés à une pression égale à 8÷10,5 bars interviendront.

L'intervention des deux électropompes sera simultanée pour garantir le débit nécessaire en vue de la gestion de l'installation.

L'alimentation des motopompes, par contre, est garantie par un réservoir diesel d'un volume de 2 m<sup>3</sup>, dimensionné conformément à la réglementation NFPA et en mesure d'assurer un fonctionnement continu et ininterrompu de la motopompe pendant environ 6 heures sans aucun besoin d'ajouter du diesel supplémentaire.

Ce groupe sera géré par un tableau électrique contenant les batteries de secours qui permettront le démarrage de la motopompe.

Les tableaux seront placés à proximité des groupes de pompage et ils seront câblés de manière adéquate avec des câbles d'une section appropriée pour l'alimentation de chaque groupe.

Les pompes sont reliées à un collecteur principal qui alimente le réseau hydrique et, à travers un branchement à proximité du collecteur même, de l'alimentation du réseau eau et mousse. Toujours sur le collecteur on a prévu un réservoir pour compenser les fluctuations hydriques dues à des phénomènes de dilatation, comme par exemple ceux causés par des gradients thermiques.

En outre, à proximité de la réserve hydrique est placé un circuit de sécurité avec retour dans le bassin : au cas où il ne serait pas possible d'éliminer des surpressions de quelque autre façon, ce dispositif est en mesure, automatiquement, d'ouvrir le circuit vers le bassin en permettant de relâcher de dangereuses surpressions accidentelles dépassant la valeur d'étalonnage.

Le réseau hydrique est disposé en anneaux pour optimiser l'équilibrage des pressions en garantissant un apport hydraulique à partir de plusieurs points. Des vannes de sectionnement sont présentes afin de pouvoir intercepter les sections pouvant être intéressées par des éventuels travaux d'entretien. Une série de manomètres disposés avec un espacement de 300 m

permettent d'identifier clairement les points au niveau desquels la disponibilité hydrique est absente.

Le réseau permet à la station de pompage d'alimenter les systèmes constitués par :

- n°3 installation a déluge, relative chacune à un réservoir
- n°28 bouches d'incendie, disposées, l'une par rapport à l'autre, avec un espacement de 40 m
- n°4 canons disposés au niveau des points de séparation des réservoirs

### 1.2. **Vanne Déluge [3]**

Les vannes déluge sont introduites sur le circuit dans le but d'éteindre les éventuels incendies ou dangers pouvant se produire au niveau de chaque bassin de réception et du toit des trois réservoirs. En outre, deux installations à déluge ont été installées dans les stations de pompage huile, celle Principale et celle Booster. Leur objectif n'est donc pas le refroidissement, mais plutôt l'extinction. A ce propos les vannes alimentent, à l'aide d'une tuyauterie qui à partir de la vanne arrive jusqu'à la zone intéressée, des dispositifs ouverts espacés suivant ce qui est prévu par les requêtes de Sonatrach et par les principales réglementations valables au niveau international.

Les vannes à proximité des réservoirs ont été placées à l'extérieur du bassin, lieu considéré sûr en accord aux normes NFPA 11. Celles visant à protéger les stations de pompage ont été placées à l'extérieur de la structure, dans une condition sûre.

Chaque vanne est constituée par 2 chambres séparées par un plateau parfaitement en équilibre ; la chambre inférieure est alimentée directement par le réseau, la chambre supérieure prend, à travers un trim. à valve, la pression nécessaire pour équilibrer la pression de réseau en amont du plateau même, maintenu en condition de fermeture grâce à son poids, en empêchant à l'eau se trouvant dans la chambre inférieure d'aller au-delà du plateau et d'entrer dans les tuyauteries.

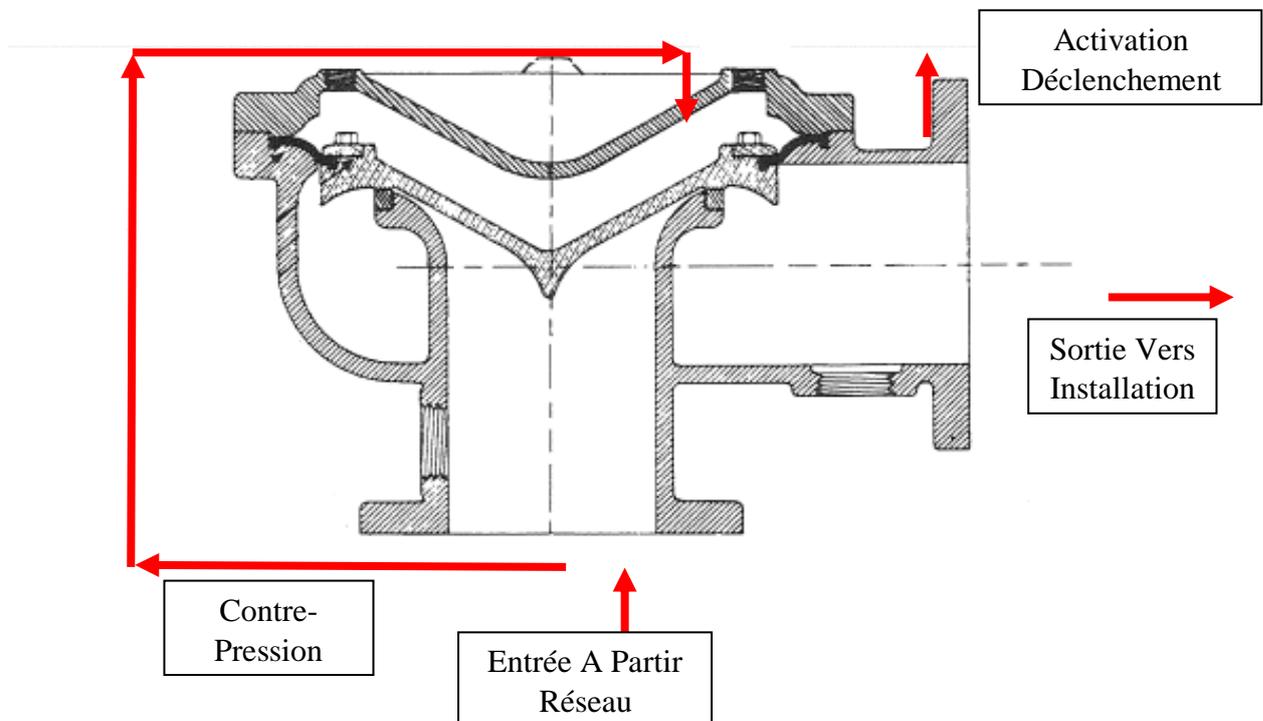


Figure 22 : Vanne délugé[3]

La sortie d'eau du trim. génère une dépression dans la chambre inférieure empêchant au plateau de contrebalancer la pression en alimentation. Par conséquent le plateau s'ouvre tout grand et l'eau inonde la chambre supérieure et, par la suite, la tuyauterie jusqu'aux diffuseurs.

La sortie susdite peut être générée manuellement, à travers l'intervention de l'opérateur au niveau de la soupape à bille du trim. ou de la poignée de secours, ou en automatique à travers l'ouverture de l'électrovanne après commande à partir du panneau d'alarme.

**Diffuseurs :** Les diffuseurs sont à tête ouverte. Cela comporte qu'à l'ouverture des vannes les diffuseurs intéressés ne sont pas seulement ceux situés à proximité de la cause déchaînant, mais tous les diffuseurs. Cela pour garantir un refroidissement complet tout le long du périmètre du réservoir.

### 1.3. Bouches d'Incendie [14]

Comme l'on a déjà dit ci-dessus, les bouches d'incendie ont été disposées, l'une par rapport à l'autre, avec un espacement de 40 m de manière à garantir une protection complète sur tous le périmètre.

Celles-ci ont été réalisées en acier au carbone, et elles sont en mesure de fonctionner à la pression de service de 16 bars.

Chaque bouche d'incendie est équipée de vanne de sectionnement papillon pour les éventuels travaux d'entretien, de soupapes à bille au niveau de chaque branchement pour pouvoir actionner manuellement l'intervention, et d'un clapet de drainage.

On a prévu 2 manchons de 2" ½ qui seront utilisés par les équipes de secours à l'aide de tuyaux d'incendie, et un manchon de 4", utilisé par les sapeurs-pompier. La bouche d'incendie est équipée de boîtes contenant les tuyaux d'incendie de 2" ½, de lance et de tout ce qui est nécessaire pour combattre efficacement le feu et éviter qu'il ne se propage.

En outre, autour du bassin il y a n°3 boîtes, disposées de manière stratégique, contenant les tuyaux d'incendie de 4" permettant aux sapeurs-pompier le raccordement direct au réseau.

#### **1.4. Canons à eau: [14]**

Les canons à eau sont 4, disposés deux par deux. Les canons ont été placés au niveau de la limite entre un bassin et l'autre, afin de garantir une couverture uniforme sur tous les réservoirs.

Il s'agit de dispositifs réalisés en acier au carbone, et en mesure de fonctionner à la pression de service de 16bars. Chaque canon à eau est constitué par des volants de manœuvre de manière à pouvoir orienter le jet dans la direction voulue et avec l'inclinaison voulue sans qu'il ne se présente des difficultés particulières dues aux forces des pressions qui ont tendance à s'annuler.

## **2. Le Système à Mousse :[13]**

Le cœur du système à mousse est constitué par le même groupe de pompage qui alimente le système à eau. Vous trouverez ci-dessous une description récapitulative :

- n°2 électropompes à axe horizontal, de 150m<sup>3</sup>/h @ 13bars
- n°1 motopompe à axe horizontal, de 300m<sup>3</sup>/h @ 13bars
- n°2 pompes d'appoint

A proximité du collecteur sur lequel se trouvent les pompes est prévu un branchement qui sert à alimenter le réseau à mousse. Le branchement, sectionnable, rencontre déjà dans la station de pompage l'organe qui rend possible le mélange de l'eau et de la mousse dans les proportions servant à obtenir les effets voulus. Il s'agit du système FIREDOS.

Il s'agit d'un système de mélange et de dosage "en ligne". Cela comporte que le moteur hydraulique est introduit au sein du réseau traversé par l'eau. Le mécanisme du moteur est

semblable à celui d'une pompe à membrane, qui utilise des gradients de pression pour les convertir en énergie cinétique de rotation. Cette énergie est transférée à un deuxième organe du FIREDOS, la pompe de l'émulseur qui aspire ce dernier du réservoir de mousse et l'injecte juste à la sortie du moteur, en le mélangeant à l'eau.

Un deuxième système FIREDOS est installé en parallèle à l'autre pour faire face à des mauvais fonctionnements éventuels, à l'entretien programmé et extraordinaire, et il est pourvu d'un circuit de retour dans le réservoir à travers l'actionnement manuel d'une vanne à trois voies, afin de permettre la circulation de la mousse, lorsque nécessaire.

Chaque système FIREDOS est sectionnable à l'aide de vannes de sectionnement, montées en amont et en aval de chaque groupe. Un circuit de non-retour empêche en outre un éventuel reflux vers une direction autre que celle préétablie.

Le volume du réservoir à mousse a été dimensionné pour garantir les conditions de simultanéité les plus défavorables pour le circuit à mousse. Bien que le réservoir soit à pression atmosphérique, ses composants ont été dimensionnés sur la base des normes ASME pour les récipients sous pression. Il est équipé d'entrée, sortie, purge, évent, indicateurs de niveau et trou d'homme. Le remplissage doit avoir lieu à l'aide d'une pompe manuelle.

Immédiatement en aval de ce groupe de mélange et dosage est présent un réservoir visant à compenser les fluctuations hydriques dues aux phénomènes de dilatation, comme par exemple celle causées par les gradients thermiques.

Le réseau eau/mousse est équipé de vanne de sectionnement pour pouvoir intercepter les sections pouvant être intéressées par des éventuels travaux d'entretien. Une série de manomètres disposés avec un espacement de 300 m permettent d'identifier clairement les points au niveau desquels la disponibilité hydrique est absente.

Le réseau eau/mousse développé en parallèle au réseau eau, est en mesure de rejoindre les systèmes suivants :

- n°8 installations à déluge, relatives aux réservoirs et aux stations de pompage pétrole
- n°3 canons, visant à protéger les stations de pompage pétrole
- n°2 installations à actionnement manuel visant à protéger les bassins mineurs

## **2.1. Vanne Déluge:**



**Figure 23: Vanne de déluge**

### **2.1.1. Diffuseurs [11]:**

Ces diffuseurs sont placés de manière à protéger les stations de pompage. Ils sont à tête ouverte, et cela comporte qu'à l'ouverture des vannes les diffuseurs intéressés ne sont pas seulement ceux situés à proximité de la cause déchaînant, mais tous les diffuseurs.

### **2.1.2. Canons à Foisonnement Moyen :**

Ces diffuseurs sont placés de manière à protéger le bassin, qu'ils réussissent à inonder grâce à leurs propriétés de mélange élevé avec l'air, et donc, au foisonnement élevé qu'ils réussissent à générer.

Les diffuseurs sont en acier inoxydable pour garantir une résistance et une efficacité maximales à travers le temps. Ils sont constitués par un tube avec un petit orifice en entrée et une couronne de trous à la base pour l'entrée de l'air.

### **2.1.3. Canons à Bas Foisonnement :[13]**

les canons à bas foisonnement sont 8, installés de manière à protéger le toit flottant des deux réservoirs plus grands. Ils sont semblables aux précédents, mais d'un plus petit diamètre, caractérisés par un rapport de foisonnement mineur. Ceux-ci sont aussi en acier inoxydable

pour garantir les mêmes caractéristiques à travers le temps, ils ont à leur base des petits trous pour l'entrée de l'air nécessaire pour le foisonnement du mélange.

#### **2.1.4. Chambre Mousse avec Bec Verseur :[13]**

Ce dispositif est constitué par un récipient cylindrique vertical au sein duquel à partir du bas entre le tuyau d'adduction de la mousse. Ce récipient a une sortie latérale reliée à l'aide d'une bride au bec verseur qui doit amener la mousse sur la chemise interne du réservoir de manière à ce qu'elle puisse descendre le long de celui-ci et atteindre la surface du liquide en flammes. Au sein de la chambre le tuyau se termine par un couple de brides au sein desquelles est introduit un disque en verre d'une épaisseur préétablie, éventuellement incisé pour faciliter sa rupture suite à l'action du mélange sous pression. Le disque en verre vise à assurer l'étanchéité entre la partie interne du réservoir et la tuyauterie de la mousse. Au sommet de la chambre à mousse est placé un couvercle étanche pour l'inspection périodique et l'éventuel remplacement du disque en verre.

#### **2.2. Canons à mousse**

Les canons à mousse sont 3, disposés à proximité des stations de pompage. Le premier sera installé près des pompes principales le deuxième près des GRA et GRD filtres et soupape, le troisième près des pompes booster.

Ce sont des dispositifs réalisés en acier au carbone, et en mesure de fonctionner à une pression de service de 16bars.

Chaque canon est constitué par des volants de manœuvre de manière à pouvoir orienter le jet dans la direction voulue et avec l'inclinaison voulue sans qu'il ne se présente des difficultés particulières dues aux forces des pressions qui ont tendance à s'annuler.

#### **2.3. Installations à actionnement Manuel**

Ces installations sont situées dans les bassins du ballon de purge B-201 et fosse eaux huileuses au sein desquels, bien que l'importance de l'incendie demande l'emploi d'émulseur pour l'extinction, les possibilités de propagation de l'incendie et le danger ne demandent pas un actionnement automatique. Elles sont constituées par une simple vanne de sectionnement toujours fermée, une fois grande ouverte celle-ci permet au mélange d'accéder, à travers un bec verseur de mousse, à un petit bassin de réception.

### 2.4. Cause de feux des bacs :

Les principales causes sont les suivantes :

- **Foudre** : d'après les statistiques, elle est la cause principale dans la majorité des feux de bac.
- **Electricité statique** : due aux opérations de vidange et remplissage de bac.
- **Travaux à chaud** : des travaux de maintenance à proximité des bacs de stockage.
- **Etincelle d'origine mécanique** : un toit bloqué restant suspendu et descendant en biais.
- **Erreur opératoire** : due au dysfonctionnement de l'instrumentation, sur emplissage.
- **Produits non stabilisés** : fuites des hydrocarbures légers et formation des nuages gazeux.

### 2.5. Principes de base de la protection incendie :[14]

La protection incendie met en œuvre l'ensemble des techniques disponibles, afin d'adapter au mieux les solutions possibles par rapport au risque identifié :

- Protection passive (mur coupe-feu, mur anti-explosion)
- Protection active (eau, mousse, autres systèmes)

La combinaison de ces différentes possibilités détermine le plan d'intervention, en permettant d'optimiser les moyens mis en œuvre et le temps de réaction associé.

Il est pratiquement impossible et prohibitif en terme de coût de dimensionner les installations de protection incendie sur la base d'un événement catastrophique, gravité élevée et faible probabilité.

L'objectif habituel d'un système de protection est de pouvoir empêcher un événement mineur de se développer en événement majeur pour l'installation et son environnement.

Le dimensionnement de l'installation incendie repose généralement sur le principe d'un seul événement qui peut survenir à la fois sur l'installation.

La grande variété et l'intensité des feux possibles dans les installations de traitement des hydrocarbures impliquent que la détermination du moyen de protection et donc du besoin en eau associé n'est pas une science exacte. Par conséquent nous avons recouru aux normes suivantes :

- NFPA (National Fire Protection Association) ;
- BS (British Standard).
- Norme de SONATRACH

Dans notre étude, nous allons nous référencier aux normes américaines NFPA et les normes de SONATRACH

### 2.6. Définition de la norme NFPA

NFPA (National Fire Protection Association), a été fondée est née aux États- Unis en 1896, cette organisation à composition international établit et met à jour la protection incendie et les mesures de prévention.

### 2.7. Etude de danger :

L'étude de danger a pour objet de préciser les risques directs ou indirects par lesquels l'activité de l'établissement classé met en danger les personnes, les biens et l'environnement, que la cause soit interne. L'étude de danger doit permettre de définir les mesures d'ordre technique propres à réduire la probabilité et les effets des accidents ainsi que les mesures d'organisation pour la prévention pour la prévention et la gestion de ces accidents.

#### 2.7.1. Scénario A : Feux de nappe (cuvette-rétention)

Le terme « feux de nappe », décrit un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustion liquide. Ce phénomène implique principalement la surface de la nappe en contact avec l'air. Les dimensions et la géométrie de la nappe peuvent être tout à fait variables. Il convient ainsi de distinguer :

- Les feux de réservoir : le feu est alors contenu dans une enceinte dont la surface est déterminée par les dimensions du réservoir .
- Les feux de cuvette (de rétention) : l'extension de la nappe peut alors être limité par une cuvette de rétention dont le dimensionnement est imposé notamment par exigences réglementaires applicables au stockage.

#### 2.7.2. Scénario B : Boil-Over :

Certains feux peuvent causer des dommages considérables et de lourdes pertes humaines lorsque ces derniers sont mal maîtrisés et en présence de conditions particulières. Par exemple, « un hydrocarbure en combustion peut se retrouver violemment épuisé de son réservoir en raison de la vaporisation soudaine d'un second fluide présent au sein de celui-ci et possédant une plus forte densité et en revanche, un plus bas point d'ébullition que l'hydrocarbure ». ce fluide correspond en général à de l'eau présente dans le fond du bac pour différentes raisons (condensation, eaux de pluie, d'extinction, présence naturelle dans l'hydrocarbure,...).ce phénomène. Caractérisé par une vaporisation de type particulier de l'eau,

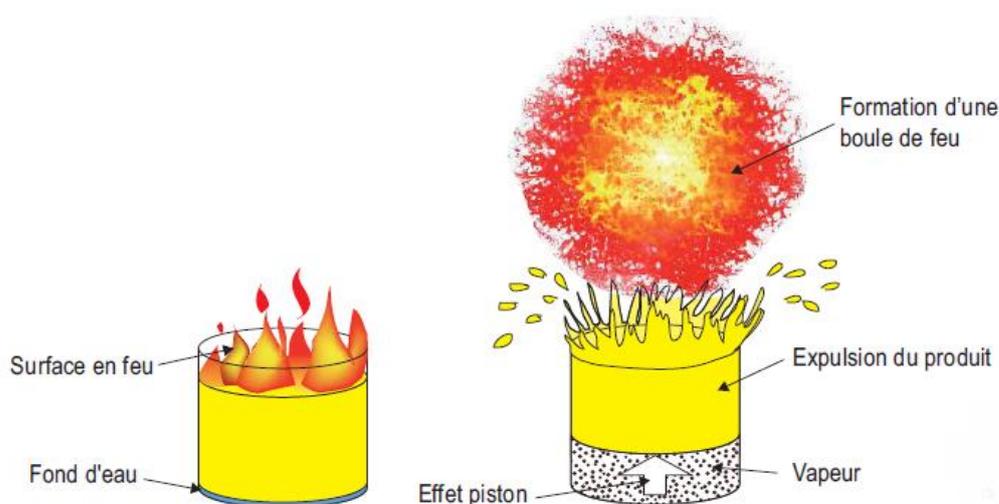
présent un caractère explosif avec projection intense de combustible pulvérisé au sein de la flamme. Il est ainsi dénommé « boilover » dans la littérature anglo-saxonne.

Le boil-over est un phénomène grave, qui peut intervenir au cours d'une intervention pour feu de réservoirs, impliquant certains produits tels que les pétroles bruts et tous autres produits pouvant donner des substances plus légères par distillation.

**Description simplifiée :**

Le Boil-over est un phénomène de "moussage" de grande ampleur qui concerne les réservoirs atmosphériques de liquides inflammables en feu.

Après une longue période de feu, la vaporisation soudaine d'un fond d'eau liquide expulse violemment, à la manière d'un piston, le contenu du bac.



**Figure 24 : Phénomène simplifiée de BOIL-OVER**

**Produits concernés :**

Dans l'état actuel des connaissances, le Boil-over concerne les produits suivants :

- bruts
- kérosène
- gas-oils
- fuels lourds réchauffés ou pas
- huiles

**Produits ne sont pas concernés :**

- essences
- hydrocarbures de  $d > 1$  ou réchauffés à des températures  $> 100^{\circ}\text{C}$

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit le système anti-incendie eau et mousse, en nous basant sur la réglementation de la norme NFPA. Ainsi nous étudions les scénarios possibles et comment protéger

## **CHAPITRE 3 :**

### ***Equilibrage du réseau et système de pompag***

## Chapitre 03 : Equilibrage du réseau et système de pompage

### Introduction :

L'équilibrage des réseaux consiste à régler ou re-régler les débits circulant dans le réseau afin d'homogénéiser les pressions. Une telle action permettrait d'économiser de 10 à 15 % selon les professionnels du métier. De nombreuses méthodes sont disponibles dans la littérature technique pour l'équilibrage des réseaux hydrauliques et de nombreux équipements hydrauliques peuvent être installés sur les réseaux permettant une auto-adaptation des débits dans les différentes antennes, pour cela dans la suite on utilise les formules de Hazen-williams et de White-Colebrook pour le dimensionnement.

### 1. Généralité : [15]

Un réseau hydraulique est un système de conduites simples connectées entre elles. Dans ce cas les paramètres géométriques (diamètre, rugosité) ainsi que les paramètres hydrauliques (débit, vitesse, pertes de charge) peuvent être différents dans plusieurs points du réseau.

Pour les calculs hydrauliques d'un conduit, nous disposons des paramètres suivants :

#### 1.1. Vitesse d'écoulement :

La vitesse d'écoulement d'un fluide dans une conduite se détermine par la relation suivante :

$$v = \frac{4Q_v}{\pi D^2}$$

$v$  : vitesse d'écoulement en (m/s)

$Q_v$  : Débit véhiculé dans la conduite, en (m<sup>3</sup>/s)

$D$  : Représente le diamètre de la conduite, en (m).

#### 1.2. Régime d'écoulement :

Le régime d'écoulement d'un fluide dépend du rapport entre les forces d'inertie et les forces de viscosité dans l'écoulement. Ce rapport se caractérise par le nombre de Reynolds.

#### 1.3. Nombre de Reynolds :

Le nombre de Reynolds, qui est sans dimension, représente le rapport entre des forces d'inertie et de frottement visqueux. Montra que trois facteurs déterminent leurs natures Ces facteurs sont :

- La vitesse d'écoulement  $V$  du fluide, en [m/s] ;

- Le diamètre intérieur de la tuyauterie D, en [m] ;
- La viscosité cinématique du fluide U , en [m<sup>2</sup>/s].

Le nombre de Reynolds (Re) est donc obtenu de la manière suivante :

$$Re = \frac{VD}{U}$$

Avec :

Re : Nombre sans dimension.

- Si  $Re < 2000$  l'écoulement est laminaire
- Si  $2000 < Re < 4000$  l'écoulement est transitoire
- Si  $Re > 4000$  l'écoulement est turbulent

#### 1.4. La viscosité :

Dans un fluide réel, les forces de contact ne sont pas perpendiculaires aux éléments de surface sur lesquelles elles s'exercent. La viscosité est due à ces frottements qui s'opposent au glissement des couches fluides les unes sur les autres.

La viscosité est propre à tous les fluides, sa détermination revient au domaine de l'expérience et ce que l'on peut noter, c'est qu'elle dépend essentiellement de la température. Elle composée en deux partie :

- Viscosité Dynamique
- Viscosité Cinématique

#### 1.5. Théorème de Bernoulli : [12]

Le théorème de Bernoulli généralisé permet d'exprimer la conservation de l'énergie entre deux point A et B d'un système hydraulique c'est-à-dire que la somme des diverses formes d'énergie (potentiel, cinétique et énergie de pression) représentent la somme des différentes pertes de charge. La formule générale de cette équation s'écrit :

$$\frac{P_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} + h_A = \frac{P_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g} + h_B + \Delta h$$

Avec :

$P_A, P_B$ : Représente la pression au point A et B, en [Pa] ;

$v_A^2, v_B^2$ : Représente la vitesse au point A et B, en [m/s] ;

$h_A, h_B$  : Représente la hauteur géométrique au point A et B, en [m] ;

$\Delta h_t$  : Représente la perte de charge totale, en [m].

$\rho$  : Masse volumique [kg/m<sup>3</sup> ]

$g$  : Accélération de vitesse [m/s<sup>2</sup>]

### 1.6. Pertes de charge :[7]

La charge hydraulique fait référence à la quantité d'énergie potentielle, de pression et cinétique dans un système hydraulique sous pression. si on ne considère pas les pertes d'énergie causées par le frottement. On distingue deux types de pertes de charge :

#### ➤ **Pertes de charge linéaires**

Les pertes de charge linéaire sont causées par l'interaction entre le fluide en déplacement et par la paroi de conduite plus ou moins rugueuse. En utilisant les principes de l'analyse dimensionnelle, on peut écrire une expression générale pour les conduites circulaire :

$$\Delta h_L = \frac{\lambda L v^2}{D 2g}$$

Ou :

$\lambda$ : Facteur de frottement

$L$  : longueur de la conduite, [m]

$D$  : diamètre intérieur de la conduite, [m]

$V$  : vitesse moyenne de l'écoulement, [m/s]

$g$  : accélération gravitationnelle, [m/s<sup>2</sup>] (9,81 m/s<sup>2</sup>)

#### ➤ **Perte de charge singulière :**

Les pertes de charge singulières résultent de la présence de différentes structures (coudes, raccords, branchements, vannes...etc.). Tous ces éléments (singularités) installés le long de la canalisation constituent des obstacles qui freinent le passage du fluide et provoquent des pertes de charge.

Ces pertes sont caractérisées par un coefficient de pertes  $\xi$ , déterminées par la relation suivante

$$\Delta h_s = \xi \frac{v^2}{2g}$$

1.7. Formule de White-Colebrook :[4]

La formule de White-Colebrook est utilisée pour calculer la partie turbulente du diagramme de Moody

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

Cette formule implicite peut être résolue au moyen d'une méthode de Newton-Raphson.

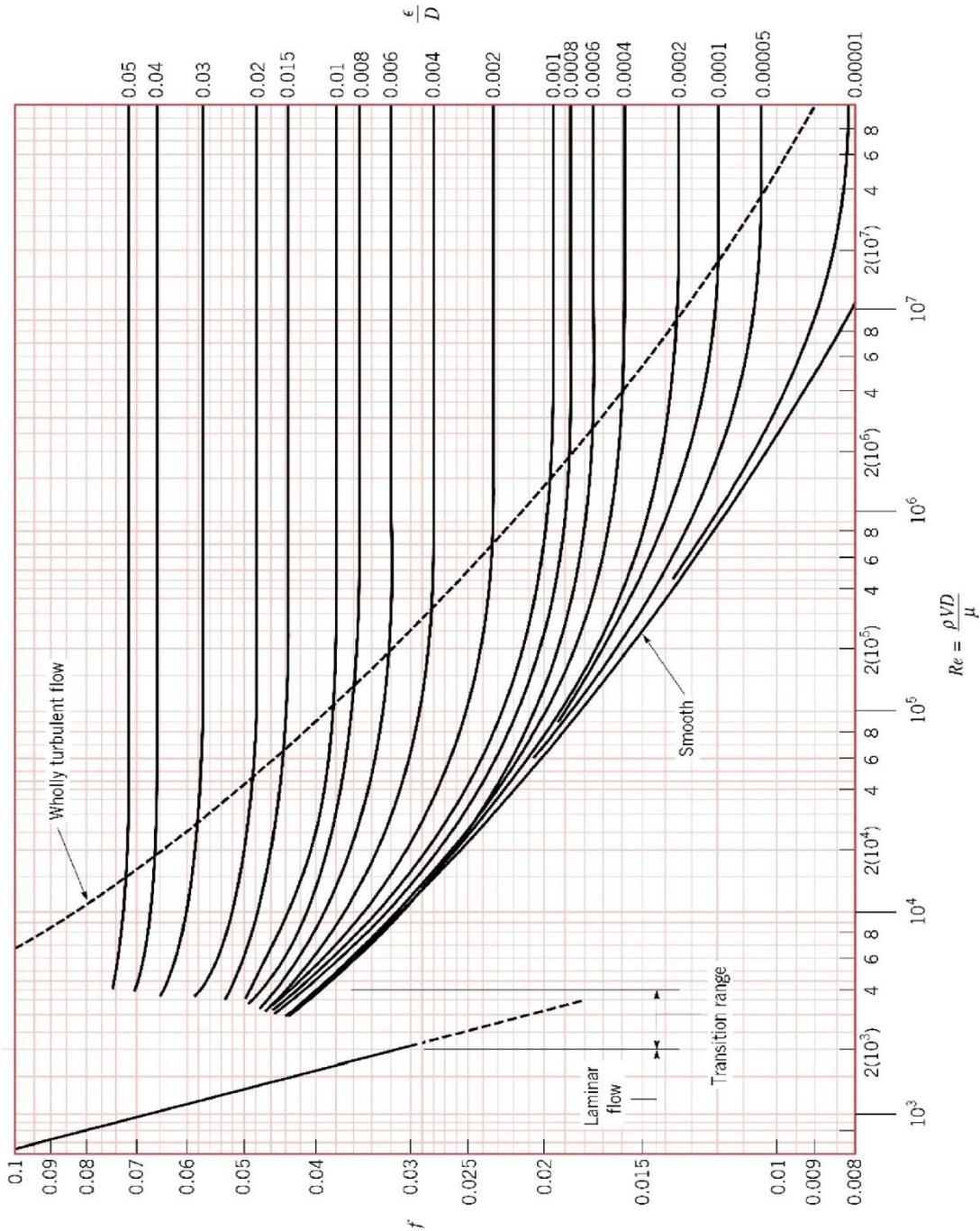


Figure 25 : Diagramme de moody

**1.8. Equation expérimentale de Hazen-Williams :[12]**

L'équation de Hazen-William est une formule empirique qui relie le débit d'eau dans une conduite, les propriétés physiques de cette dernière et la chute de pression causée par la friction ; et qui est utilisée dans la conception des conduites d'eau des systèmes tels que les systèmes d'incendie et des réseaux d'approvisionnement en eau. Elle est nommée ainsi d'après Allen Hazen et Stewart Gardner Williams.

L'équation de Hazen-Williams a l'avantage que son coefficient CHW n'est pas une fonction du nombre de Reynolds, en outre elle ne tient pas compte de la température ou de la viscosité du fluide. La formule générale de cette équation est donnée par :

$$v = K * C_{wh} * R_h^{0.63} * S^{0.54}$$

Avec :

$v$  : la vitesse de l'écoulement en [m/s] ;

$K$  : le facteur de conversion pour le système d'unités ( $k = 0,849$  pour les unités SI) ;

$C_{wh}$  : le coefficient de rugosité de Hazen-Williams

$R_h$  : le rayon hydraulique, en [m]

$S$  : la perte de charge par unité de longueur

Ce coefficient CHW dépend du matériau des conduites, qui est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Coefficient CHW

Conduit	Valeur du $C_{wh}$
Fonte	100
Fer au carbone	120
Zingué	120
Plastique	150
Fonte cimentée	140
Cuivre ou acier inoxydable	150
Amiante	140
Ciment	140

**2. Les installations hydrauliques :**

Nous identifions les données de base ou pour mieux dire les débits minimums demandés par les réglementations et par les exigences demandées pour chaque installation, de manière à pouvoir identifier la condition de simultanéité la plus lourde pour le système en termes de performances hydrauliques.

Pour faire cela on a considéré la demande de chaque installation, et on a dressé des considérations en supposant qu'un incendie se développe au niveau de divers points de la station. Seulement ainsi, en associant à chaque cas une demande hydrique, on a pu évaluer la demande critique totale.

**2.1. Installations. eau – Refroidissement Réservoir : (2-A1)**

La densité de décharge nécessaire pour le refroidissement du réservoir est, suivant la spécification SONATRACH, de 15l/m linéaire. Si l'on considère que la circonférence est  $2 \times \pi \times 14 = 88\text{m}$  sur lesquels sont disposés 60 sprinklers, j'ai que chacun d'entre eux doit garantir la couverture de  $88/60 = 1,46 \text{ m lin}$ , à partir de cela je déduis une distribution unitaire de 22lt/min. Le débit, par conséquent, devient de  $22 \times 60\text{spk} = 1320\text{l/min}$ , à une P de:

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{22^2}{9^2} = 5,97 \text{ bar}$$

**2.2. Installations. mousse – Canons a Foisonnement M. pour Bassin :(2-A1)**

La surface à couvrir suivant la spécification SONATRACH est la partie du bassin de réception, dont on a enlevé l'aire couverte par le réservoir. L'aire est égale à  $(67 \times 52)\text{m}^2 - 615\text{m}^2 = (3485-615)\text{m}^2 = 2870 \text{ m}^2$  à saturer pour une hauteur de 20cm, à partir de cela j'obtiens un volume à saturer en un temps max de 60min de  $574\text{m}^3$ .

C'est la raison pour laquelle les canons doivent garantir une distribution totale de  $574\text{m}^3/60\text{min}$ .

Si l'on suppose que cette intervention doit avoir lieu dans un délai limité à 10 minutes, j'obtiens  $574 \text{ m}^3/10\text{min} = 57,4 \text{ m}^3/\text{min}$ , et vu que les canons sont 4, chacun doit produire au moins  $14,35 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Si l'on considère un rendement d'au moins 1 à 60 du dispositif, j'obtiens que chaque dispositif de distribution doit garantir  $0,24\text{m}^3/\text{min}$  de mélange, c'est-à-dire environ 240 l/min.

La valeur k du dispositif est de 89,6, à partir de cela je déduis la pression de service :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{240^2}{89,6^2} = 7,17 \text{ bar}$$

**2.3. Installations. mousse – Dispositifs de distribution au niveau du Toit :(2-A1)**

La surface à couvrir suivant la spécification SONATRACH est celle du toit du réservoir, égale à  $\pi \times (14 \times 14) \text{ m}^2 = 615 \text{ m}^2$  pour une hauteur de 20cm, à partir de cela j'obtiens donc un volume à saturer en un temps max de 10min de  $125 \text{ m}^3$ . Donc les dispositifs de distribution doivent garantir une distribution totale de  $12,5 \text{ m}^3/\text{min}$ , ou pour mieux dire  $12500 \text{ l}/\text{min}$ , qui avec un rendement de 1 à 8 correspond environ à  $1560 \text{ l}/\text{min}$ .

Suivant la réglementation NFPA il faut garantir, par contre, une densité de décharge de  $12,2 \text{ l}/\text{min}/\text{m}^2$  pour protéger la surface annulaire de frontière, entre le toit et le réservoir, c'est-à-dire la zone au sein de laquelle il pourrait se produire le déversement de gaz et de liquides dangereux; par conséquent le débit prévu correspond à :

$$\pi \times [\pi \times (R^2 - r^2)] = 12,2 \times [3,14 \times (14 \times 14 - 13 \times 13)] = (12,2 \times 3,14 \times 27) = 1035 \text{ l}/\text{min}$$

Si je dimensionne le système aux conditions les plus critiques, c'est-à-dire celles SONATRACH, vu que les dispositifs de distribution sont 4, chacun doit produire environ  $385 \text{ l}/\text{min}$ . de mélange. A partir de cela, vu que je connais la valeur k du dispositif 227, j'obtiens :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{385^2}{227^2} = 2,27 \text{ bar}$$

Vu que la Pression nécessaire pour avoir de la mousse doit être au minimum de 5 bars, j'en déduis  $508 \text{ l}/\text{min}$

$$Q = k\sqrt{P} \Rightarrow Q_{\min} = k\sqrt{P_{\min}}; Q_{\min} = 227 \times \sqrt{5} = 508 \text{ l}/\text{min}$$

Pour un total de  $508 \times 4 = 2030 \text{ l}/\text{min}$ .

**2.4. Installation eau – Refroidissement réservoir :(2-A2)**

La densité de décharge nécessaire pour le refroidissement du réservoir est, suivant la spécification SONATRACH, de  $15 \text{ l}/\text{m}$  linéaire. Si l'on considère que la circonférence est  $2 \times \pi \times 14 = 88 \text{ m}$  sur lesquels sont disposés 60 sprinklers, j'ai que chacun d'entre eux doit garantir la couverture de  $88/60 = 1,46 \text{ m}$  lin, à partir de cela je déduis une distribution unitaire de  $22 \text{ l}/\text{min}$ . Le débit minimal, par conséquent, devient de  $22 \times 60 \text{ spk} = 1320 \text{ l}/\text{min}$ , à une P de :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{22^2}{9^2} = 5,97 \text{ bar}$$

**2.5. Installation. Mousse – Canons A Foisonnement Moyen Pour Bassin :(2-A2)**

La surface à couvrir suivant la spécification SONATRACH est la partie du bassin de réception, dont on a enlevé l'aire couverte par le réservoir.

L'aire est égale à  $(67 \times 52) - 615 = 2870 \text{ m}^2$  à saturer pour une hauteur de 20cm, à partir de cela j'obtiens un volume à saturer en un temps max de 60min de  $574 \text{ m}^3$ . C'est la raison pour laquelle les canons doivent garantir une distribution totale de  $574 \text{ m}^3 / 60 \text{ min}$ . Si l'on suppose que cette intervention doit avoir lieu dans un délai limité à 10 minutes, j'obtiens  $574 \text{ m}^3 / 10 \text{ min} = 57,4 \text{ m}^3 / \text{min}$ , et vu que les canons sont 4, chacun doit produire au moins  $14,35 \text{ m}^3 / \text{min}$ . Si l'on considère un rendement d'au moins 1 à 60 du dispositif, j'obtiens que chaque dispositif de distribution doit garantir  $0,24 \text{ m}^3 / \text{min}$  de mélange, c'est-à-dire environ 240 l/min. A partir de la valeur k du dispositif (89,6) je déduis la P de service :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{240^2}{89,6^2} = 7,17 \text{ bar}$$

**2.6. Installation. mousse -Dispositifs de distribution au niveau du Toit :(2-A2)**

La surface à couvrir suivant la spécification SONATRACH est celle du toit du réservoir, égale à  $\pi \times (14 \times 14) = 615 \text{ m}^2$  pour une hauteur de 20cm, à partir de cela j'obtiens donc un volume à saturer en un temps max de 10min de  $125 \text{ m}^3$ . Donc les dispositifs de distribution doivent garantir une distribution totale de  $12,5 \text{ m}^3 / \text{min}$ , ou pour mieux dire  $12500 \text{ l} / \text{min}$ , qui avec un rendement de 1 à 8 correspond environ à  $1560 \text{ l} / \text{min}$ . Suivant la réglementation NFPA il faut garantir, par contre, une densité de décharge de  $12,2 \text{ l} / \text{min} / \text{m}^2$  pour protéger la surface annulaire de frontière, entre le toit et le réservoir, c'est-à-dire la zone au sein de laquelle il pourrait se produire le déversement de gaz et de liquides dangereux; par conséquent le débit prévu correspond à :

$$\pi \times [\pi \times (R^2 - r^2)] = 12,2 \times [3,14 \times (14 \times 14 - 13 \times 13)] = 12,2 \times 3,14 \times 27 = 1035 \text{ l} / \text{min}$$

Si je dimensionne le système aux conditions les plus critiques, c'est-à-dire celles SONATRACH, vu que les dispositifs de distribution sont 4, chacun doit produire environ  $385 \text{ l} / \text{min}$ . de mélange. A partir de cela, vu que je connais la valeur k du dispositif 227, j'obtiens :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{385^2}{227^2} = 2,27 \text{ bar}$$

Vu que la Pression nécessaire pour avoir de la mousse doit être au minimum de 5 bars, j'en déduis  $508 \text{ l} / \text{min}$

$$Q = k\sqrt{P} \Rightarrow Q_{\min} = k\sqrt{P_{\min}}; Q_{\min} = 227 \times \sqrt{5} = 508 \text{ lt/min}$$

**2.7. Installation EAU – Refroidissement réservoir :(2-y1)**

La densité de décharge nécessaire pour le refroidissement du réservoir est, suivant la spécification SONATRACH, de 15l/m linéaire. Si l'on considère que la circonférence est  $2 \times \pi \times 7,5 = 47\text{m}$  sur lesquels sont disposés 35 sprinklers, j'ai que chacun d'entre eux doit garantir la couverture de

$47/35 = 1,34 \text{ m lin}$ , à partir de cela je déduis une distribution unitaire de 21l/min. Le débit, par conséquent, devient de  $21\text{l/min} \times 35\text{spk} = 735\text{l/min}$ , à une P de :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{21^2}{9^2} = 5,44 \text{ bar}$$

**2.8. Installation. mousse – Canons a Foisonnement Moyen pour Bassin :(2-y1)**

La surface à couvrir suivant la spécification SONATRACH est la partie du bassin de réception, dont on a enlevé l'aire couverte par le réservoir. L'aire est égale à  $(67 \times 39) - 176 = (2613 - 176) = 2437 \text{ m}^2$  à saturer pour une hauteur de 20cm, à partir de cela j'obtiens un volume à saturer en un temps max de 60min de  $487\text{m}^3$ . C'est la raison pour laquelle les canons doivent garantir une distribution totale de  $487\text{m}^3/60\text{min}$ . Si l'on suppose que cette intervention doit avoir lieu dans un délai limité à 10 minutes, j'obtiens  $487 \text{ m}^3/10\text{min} = 48,7 \text{ m}^3/\text{min}$ , et vu que les canons sont 4, chacun doit produire au moins  $12,18\text{m}^3/\text{min}$ . Si l'on considère un rendement d'au moins 1 à 60 du dispositif, j'obtiens que chaque dispositif de distribution doit garantir  $0,20\text{m}^3/\text{min}$  de mélange, c'est-à-dire environ 200l/min. La valeur k du dispositif est de 89,6, à partir de cela je déduis la pression de service :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{200^2}{89,6^2} = 4,98 \text{ bar}$$

**2.9. Installations. mousse – Dispositifs de distribution au niveau du Toit :(2-y1)**

La surface à couvrir suivant la spécification SONATRACH est celle du toit du réservoir, égale à  $\pi \times (7,5 \times 7,5) = 177\text{m}^2$  pour une hauteur de 20cm, à partir de cela j'obtiens donc un volume à saturer en un temps max de 10min de  $35 \text{ m}^3$ . Donc les dispositifs de distribution doivent garantir une distribution totale de  $3,5\text{m}^3/\text{min}$ , ou pour mieux dire 3500l/min, qui avec un rendement de 1 à 8 correspond environ à 442l/min.

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{442^2}{151^2} = 8,57 \text{ bar}$$

**2.10. Installations à mousse – abrie principale**

L'installation et les composants ont été dimensionnés pour garantir une distribution d'eau et de mousse pour chaque pompe.

La réglementation NFPA prévoit au niveau de la pompe à huile une densité de décharge 14l/min/m<sup>2</sup>, mais pour en augmenter le rendement on a considéré une densité de décharge de 16,4 l/min/m<sup>2</sup> au niveau de chaque pompe.

NFPA prévoit, en outre, une densité de décharge de 6,1l/min/m<sup>2</sup> sur l'aire environnant la pompe allant jusqu'à 1,5m de celle-ci ; ici on a considéré l'aire environnant la pompe en augmentant sa superficie jusqu'à 50%, c'est-à-dire 2,3m. Donc :

$$Q = 16,4 \times 12 + 6,1 \times 32 = 196,8 + 195,2 = 392 \text{ l/min}$$

Si on arrondit le débit de chaque diffuseur à environ 200lt/min, j'obtiens la pression de

service égale à :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{200^2}{95^2} = 4,43 \text{ bar}$$

Vu que les pompes à protéger dans la structure sont cinq, la distribution totale à garantir sera égale à

$$Q_{\text{tot}} = 400 \times 5 = 2000 \text{ l/min}$$

**2.11. Installation à mousse – Abrie Booster:**

L'installation et les composants ont été dimensionnés pour garantir une distribution d'eau et de mousse pour chaque pompe. La réglementation NFPA prévoit au niveau de la pompe à huile une densité de décharge 14l/min/m<sup>2</sup>, mais pour en augmenter le rendement on a considéré une densité de décharge de 16,4 l/min/m<sup>2</sup> au niveau de chaque pompe. NFPA prévoit, en outre, une densité de décharge de 6,1l/min/m<sup>2</sup> sur l'aire environnant la pompe allant jusqu'à 1,5m de celle-ci ; ici on a considéré l'aire environnant la pompe en augmentant sa superficie jusqu'à 50%, c'est-à-dire 2,3m. Donc

$$Q = 16,4 \times 12 + 6,1 \times 32 = 196,8 + 195,2 = 392 \text{ l/min}$$

Si on arrondit le débit de chaque diffuseur à environ 200l/min, j'obtiens la pression de service

égale à :

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} \Rightarrow \sqrt{P_{\min}} = \frac{Q_{\min}}{k} \Rightarrow P_{\min} = \frac{Q_{\min}^2}{k^2} = \frac{200^2}{95^2} = 4,43 \text{ bars}$$

Vu que les pompes à protéger dans la structure sont cinq, la distribution totale à garantir sera égale à:

$$Q_{\text{tot}} = 400 \times 5 = 2000 \text{ l/min}$$

**2.12. Installations a eau/mousse – dispositifs d’activation manuelle**

La réglementation internationale en vigueur considère de prévoir l’intervention de 2 bouches d’incendie simultanément pour une utilisation totale de 1850l/min ou l’utilisation d’1 canon à eau/mousse pour un débit d’environ 2000 l/min.

**Tableau 4 : Aperçu récapitulatif des installations et identification criticité**

ZONE	DESCRIPTION INSTALLATION	TYPE	DISPOSITIFS ET LEURS EXIGENCES MINIMALES						LOCALISATION INCENDIE ET DEBITS MINIMUMS				
			QTE	TYPE	k	Q (l/min)	P (bar)	2-A1	2-A2	2-Y1	A	B	
2-A1	VIROLE	EAU	60	BEC	9	22	5,97	1320	1320	-	-	-	
2-A1	BASSIN	MOUSSE	4	CANON	89,6	240	7,17	960	-	-	-	-	
2-A1	TOIT	MOUSSE	4	LANCE	227	508	5,00	2030	-	-	-	-	
2-A2	VIROLE	EAU	60	BEC	9	22	5,97	1320	1320	1320	-	-	
2-A2	BASSIN	MOUSSE	4	CANON	89,6	240	7,17	-	960	-	-	-	
2-A2	TOIT	MOUSSE	4	LANCE	227	508	5,00	-	2030	-	-	-	
2-Y1	VIROLE	EAU	35	BEC	9	21	5,44	-	735	735	-	-	
2-Y1	BASSIN	MOUSSE	4	CANON	89,6	200	4,98	-	-	800	-	-	
2-Y1	TOIT	MOUSSE	1	CHAMBRE	151	442	8,57	-	-	450	-	-	
<b>STR. B</b>	ABRI PRINC.	MOUSSE	10	BEC	95	200	4,43	-	-	-	-	2000	
<b>STR. A</b>	ABRI BOOSTER	MOUSSE	10	BEC	95	200	4,43	-	-	-	2000	-	
<b>DEBIT TOTALE</b>								5415	6150	3305	2000	2000	

**Conclusion :**

Dans ce présent chapitre nous allons présenter la formule de Hazen-williams et formule de White-Colebrook ainsi que nous décrie les installations hydraulique nécessaire dans cet station.

## **CHAPITRE 4 :**

*Résultats des calculs et solution de problème*

## **Chapitre 04 : Résultats des calculs et solution de problème**

### **Introduction**

Dans ce présent chapitre, nous allons aborder les calculs hydrauliques, et les calculs des installations hydrauliques dans cette station, détermination du point de fonctionnement de la pompe et ces différentes caractéristiques.

#### **1. Logiciel de calcul**

##### **1.1. Définition CYPEFIRE SPRINKLER :[16]**

Est un programme créé pour concevoir réseaux hydrauliques pour la protection contre les incendies en utilisant des bobines d'arroseuses et de tuyau de feu selon le NFPA® 13 Norme (d'association nationale de protection contre les incendies). Il inclut l'application d'EPANET® 2 (développée par « Division d'approvisionnement en eau et de ressources d'eau des États-Unis Risque de national d'Agency's de protection de l'environnement Laboratoire de recherche en gestion ») pour effectuer des calculs hydrauliques. Ce système est intégré dans l'ouvert Déroulement des opérations de BIM par l'intermédiaire du BIMserver.Center en utilisant la norme d'IFC. Les arroseuses de CYPEFIRE permet à des utilisateurs de concevoir, analysez, et classez une installation extinctrice composée d'arroseuses. Le programme effectue le nécessaire des calculs hydrauliques et les contrôles pour assurer les conditions des normes de NFPA® 13 sont rencontrés, qui incluez : conception hydraulique de la pression de systèmes de grille et de branche, horizontale et verticale de pipes, d'écoulement et de minimum dans les arroseuses, la distribution des arroseuses, la conception du réservoir, et la conception du tuyau de feu tournoie. Divers les schémas, les diagrammes, et les rapports de résultat peuvent être obtenu. Dans tout le reste du manuel, des vidéos plus détaillés et les descriptions d'instruction de la navigation.

##### **1.2. Interface de CYPEFIRE Sprinklers :**

L'interface d'arroseuses de CYPEFIRE comporte de trois domaines principaux : La région de conception, navigation de plan d'étage, conception et menu d'installation. Les images de chacun des domaines principaux, décrit dans le rouge, sont au-dessous de. Chacune des quatre sections est expliqué plus en détail dans tout le reste de ce manuel.

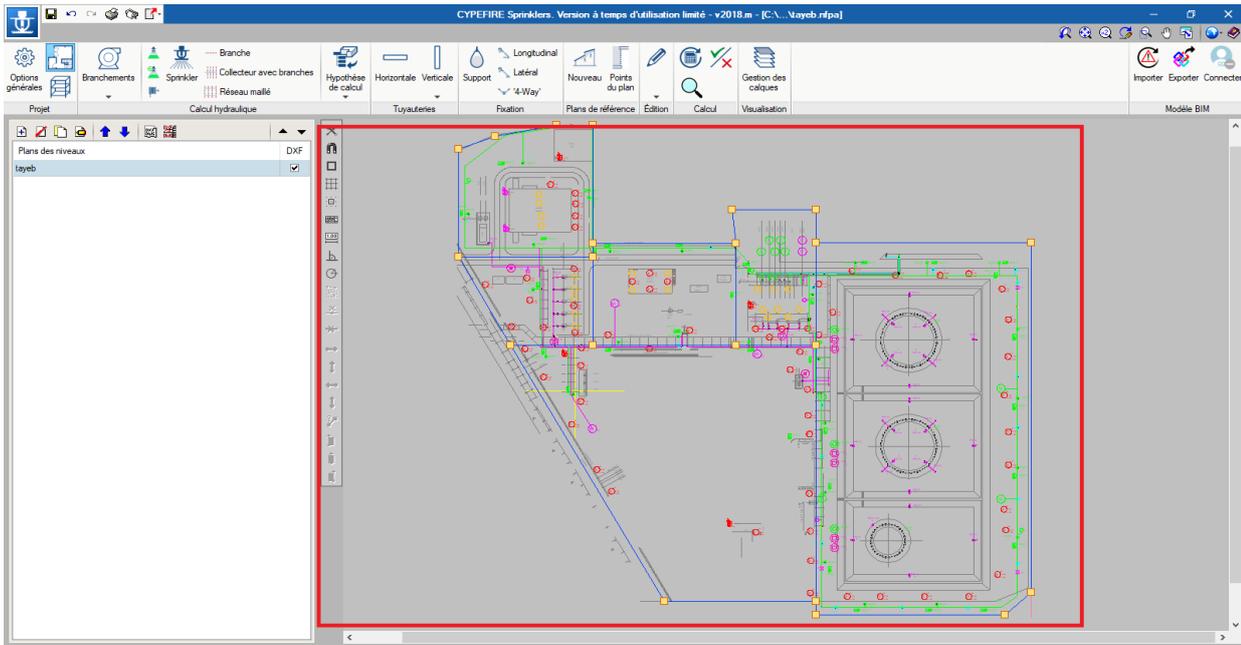


Figure 26: La région de conception

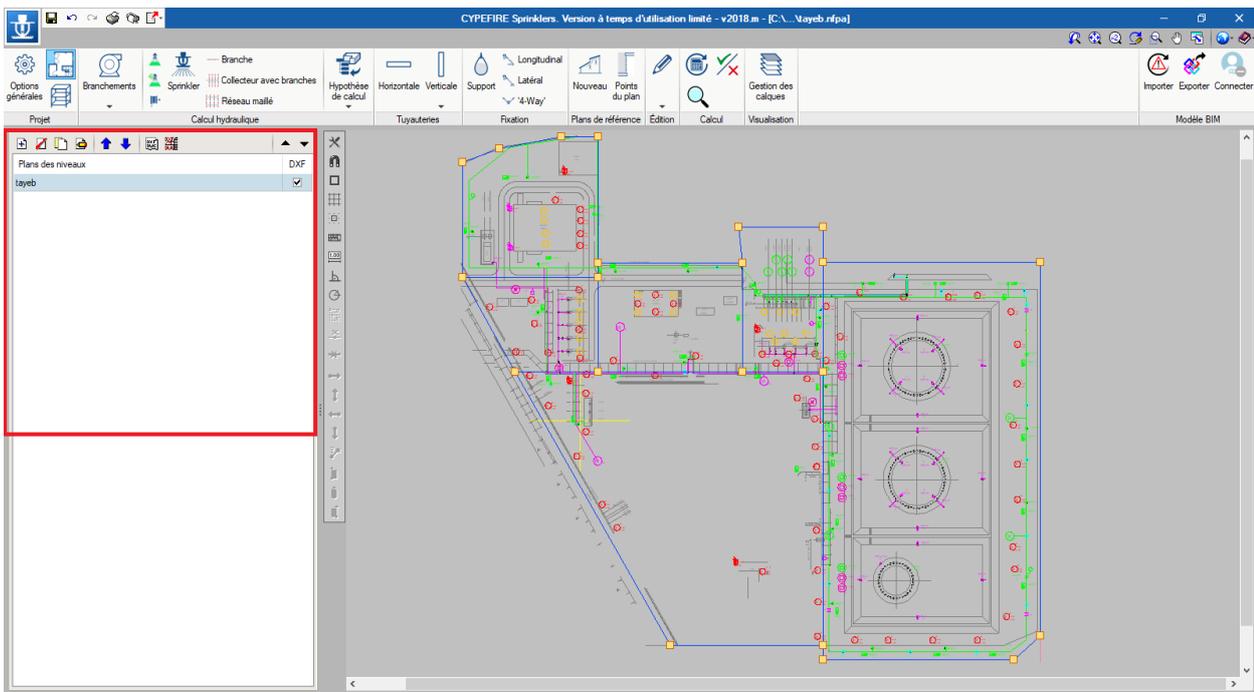


Figure 27 : Navigation du plan d'étage

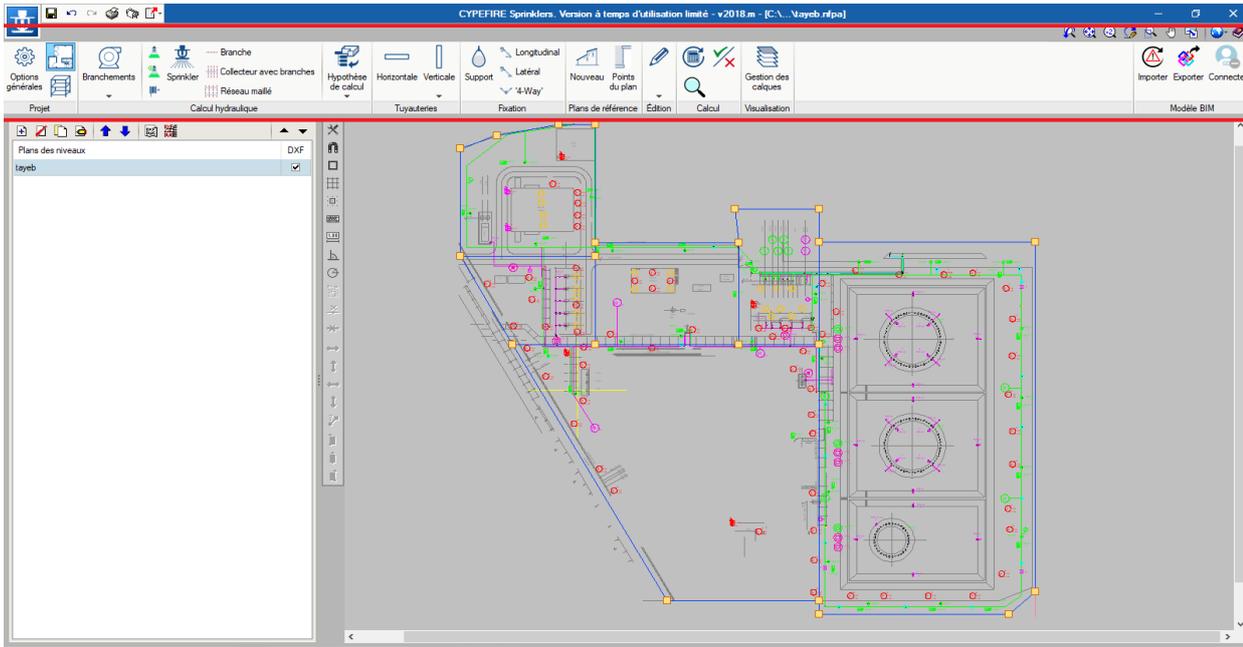


Figure 28 : Conception et menu d'installation

## 2. Demande hydrique Simultaneite:

Il semble évident que la condition supposée “incendie du réservoir 2-A2” correspondant au réservoir central, est la plus dure en termes d’extinction et la plus difficile en ce qui concerne la performance de tout le système. En termes dynamiques, à la détection d’une condition d’alarme au niveau du réservoir susdit, correspond une intervention immédiate des installations automatiques relatives à ce dernier, et c’est-à-dire à l’ouverture des vannes de commande des installations de refroidissement de la virole, à l’introduction de mousse au niveau du toit flottant et de mousse à l’intérieur du bassin.

Après 10 minutes, vu que l’on a satisfait les exigences prévues par les réglementations, est prévue la désactivation automatique des installations à mousse, et simultanément l’ouverture toujours automatique des vannes de commande des installations de refroidissement des réservoirs adjacents, dans le but de conjurer des potentiels effondrements structurels dangereux dus à la surchauffe par rayonnement.

En outre on a prévu, toujours après les dix premières minutes initiales, que les équipes de secours se sont organisées et sont prêtes à intervenir, en agissant sur les bouches d’incendie disposées tout atout du périmètre de la station, tout en contrôlant les éventuelles avancées des flammes et en limitant la propagation du front du feu en le confinant dans les zones prévues.

Ce qui a été décrit ci-dessus a été récapitulé dans le tableau 01 reporté :

**Tableau 5 : Demande hydrique simultaneite**

INSTALLATION		PHASE 1	PHASE 2
		Début - 10 minutes	10min – 12 heures
		Débit (l/min)	Débit (l/min)
2-A2	A Toit Flottant	2300	0
2-A2	Canons à F.M.	960	0
2-A2	Extérieur Réservoir	1320	1320
2-A1	Extérieur Réservoir	0	1320
2-Y1	Extérieur Réservoir	0	735
Spec	Bouches d'Incendie	0	1900
<b>Débit Total</b>		<b>4580</b>	<b>5225</b>

A partir de ces considérations on a donc dimensionné le système. C'est-à-dire :

- pour le dimensionnement de la station de pompage et des diamètres des tuyauteries du réseau hydrique et du réseau mousse. (PHASE 2)
- pour le dimensionnement de la réserve hydrique (PHASE 1 x 10min + PHASE 2 x 720min)

### **3. Calcul hydraulique d'installation :**

Le développement des calculs hydrauliques constitue le passage successif une fois que l'on dispose des données de base. En fait, une fois que l'on a obtenu les demandes minimales des installations, on a pu procéder, installation par installation, au dimensionnement des dispositifs, des tuyauteries et des organes.

Ce dimensionnement a été effectué à l'aide de logiciel, à travers un calcul "à la demande", ou pour mieux dire à reculons. Cela veut dire que l'on a réglé les débits à garantir de la part de chaque dispositif, et donc les paramètres de construction des dispositifs, à partir de cela on a tiré les pressions aux sorties. Le logiciel, à travers des calculs itératifs, en partant du dispositif de distribution le plus défavorisé du point de vue hydraulique a calculé les pertes de charge distribuées sur la tuyauterie à l'aide de la formule de Hazen-Williams :

$$\Delta hm = 6.05 \cdot \left( \frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d_m^{4.87}} \right) \cdot 10^5$$

$\Delta hm$ : perte de charge linéaire [m.c.e]

$Q_m$  = Débit [l/min]

$d_m$  = Diamètre réel [mm]

$C$  = coefficient de frottement

Pour les pertes de charge singulière, par contre, toujours conformément à NFPA, on a procédé à la conversion en section de tuyauterie équivalente (en cm), c'est-à-dire en considérant une section de tuyau qui étant traversé par le fluide produit les mêmes pertes de charge linéaire

**Tableau 6 : Perte de charge singulière**

Connexion/vanne	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4	5	6	8	10
Coude 45°		30.5	30.5	30.5	61	61	91.5	91.5	91.5	122	153	214	275	335
Coude 90°	30.5	61	61	91.5	122	152.5	183	214	244	305	366	427	549	671
Coude 90° (ample)	15.3	30.5	61	61	61	91.5	122	152.5	152.5	183	244	275	397	488
T (angle de 90°)	91.5	122	152.5	183	244	305	366	458	519	610	763	915	1068	1525
Vanne papillon	-	-	-	-	-	183	214	305	0	366	275	305	366	580
Robinet-vanne	-	-	-	-	-	30.5	30.5	30.5	30.5	61	61	91.5	122	152.5
Vanne de commande	-	-	152.5	214	275	335	427	488	580	671	824	976	1373	1678

**REMARQUE :**

En ce qui concerne les calculs hydrauliques il faut souligner que le dimensionnement a été effectué en tenant compte des données suivantes :

- les paramètres de construction des systèmes, en fonction de leurs formes géométriques particulières, tant pour les systèmes à eau que pour ceux à mousse.
- les caractéristiques hydrauliques des systèmes à eau et des systèmes à mousse, en d'autres mots les valeurs des pressions et des débits.
- les vitesses maximales de passage des fluides dans les tuyauteries, ne dépassant pas la valeur de 6,1 mètres par seconde dans les sections principales.
- le matériau des tuyauteries, en acier au carbone en amont des vannes de commande et en acier zingué en aval de celles-ci.
- un coefficient de frottement indiqué par  $C = 120$ .
- une valeur de la densité du mélange eau/mousse identique à la valeur de la densité de l'eau.

SIGLES DE CONVERSION

<b>Path n°</b>	<b>Parcours n°</b>	<b>Velocmps</b>	<b>Vitesse m/sec</b>
<b>Ref. Pt</b>	<b>Point de référence (n° de sprinkler)</b>	<b>Diam m</b>	<b>Diamètre</b>
<b>Factor K</b>	<b>Facteur K</b>	<b>ActualLength</b>	<b>Longueur</b>
<b>Elevation m</b>	<b>Hauteur m</b>	<b>FittingSummary</b>	<b>Sommaire raccords</b>
<b>Required Flow</b>	<b>Débit demandé</b>	<b>FittingLength</b>	<b>Long. Équivalente</b>
<b>Supplied Flow</b>	<b>Débit fourni</b>	<b>Total Length</b>	<b>Long. Totale</b>
<b>Required Pressure</b>	<b>Pression demandée</b>	<b>C factor</b>	<b>Facteur C</b>
<b>Total Pressure, PT</b>	<b>P. Fournie totale</b>	<b>Friction per m</b>	<b>Frottement par mètre</b>
<b>Velocity Pressure, PV</b>	<b>P. Fournie totale</b>	<b>Loss total</b>	<b>Pertes totales</b>
<b>Normal Pressure, PN</b>	<b>P. Fournie totale</b>	<b>Path k-factor</b>	<b>facteur k du parcours</b>

4. Calcul eau de refroidissement :

4.1. Bac 2-A1

Hydraulic Calculations for EAU DE REFROIDISSEMENT 2-A1  
Submitted by: cypefire sprinkler

Summary of flows through piping

Ref Pt.	Flow	Ref Pt.	Actual Length	Fittings	Fitting Length	Total Length	Diameter	C Factor	Friction Unit	Loss Total	Velocity
A >>>	1337.739 >>>	B	81.20	T8L2GDF	32.30	113.50	102.260	120	0.009	0.97	2.71
B >>>	668.869 >>>	U01	0.79		0.00	0.79	77.920	120	0.009	0.01	2.33
B >>>	668.869 >>>	U60	0.79		0.00	0.79	77.920	120	0.009	0.01	2.33
U01 >>>	646.389 >>>	U02	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.25
U02 >>>	623.932 >>>	U03	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.17
U03 >>>	601.498 >>>	U04	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.10
U04 >>>	579.085 >>>	U05	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.02
U05 >>>	556.691 >>>	U06	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.94
U06 >>>	534.315 >>>	U07	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.86
U07 >>>	511.955 >>>	U08	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.78
U08 >>>	489.612 >>>	U09	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.71
U09 >>>	467.282 >>>	U10	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.63
U10 >>>	444.965 >>>	U11	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.55
U11 >>>	422.661 >>>	U12	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.47
U12 >>>	400.367 >>>	U13	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.01	1.40
U13 >>>	378.083 >>>	U14	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.32
U14 >>>	355.808 >>>	U15	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.24
U15 >>>	333.541 >>>	U16	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.16
U16 >>>	311.281 >>>	U17	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.08
U17 >>>	289.027 >>>	U18	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.01
U18 >>>	266.779 >>>	U19	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	0.93
U19 >>>	244.535 >>>	U20	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.85
U20 >>>	222.295 >>>	U21	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.77
U21 >>>	200.058 >>>	U22	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.70
U22 >>>	177.825 >>>	U23	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.62
U23 >>>	155.593 >>>	U24	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.54
U24 >>>	133.363 >>>	U25	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.46
U25 >>>	111.134 >>>	U26	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.39
U26 >>>	88.907 >>>	U27	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.31
U27 >>>	66.680 >>>	U28	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.23
U28 >>>	44.453 >>>	U29	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.15
U29 >>>	22.226 >>>	U30	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.08
U30 >>>	0.000 >>>	U31	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.00
U31 <<<	22.227 <<<	U32	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.08
U32 <<<	44.453 <<<	U33	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.15
U33 <<<	66.680 <<<	U34	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.23
U34 <<<	88.907 <<<	U35	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.31
U35 <<<	111.135 <<<	U36	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.39
U36 <<<	133.363 <<<	U37	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.46
U37 <<<	155.593 <<<	U38	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.54
U38 <<<	177.825 <<<	U39	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.62
U39 <<<	200.059 <<<	U40	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.70
U40 <<<	222.296 <<<	U41	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.77
U41 <<<	244.535 <<<	U42	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.85
U42 <<<	266.779 <<<	U43	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	0.93
U43 <<<	289.028 <<<	U44	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.01
U44 <<<	311.282 <<<	U45	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.08

## CHAPITRE 4 : Résultats des calculs et solution de problème

Hydraulic Calculations for EAU DE REFROIDISSEMENT 2-A1  
 Submitted by: cypefine sprinkler

Summary of flows through piping

Ref Pt.	Flow	Ref Pt.	Actual Length	Fittings .....	Fitting Length	Total Length	Diameter	C Factor	Friction Unit	Loss Total	Velocity
U45	<<< 333.542	<<< U46	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.16
U46	<<< 355.809	<<< U47	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.24
U47	<<< 378.084	<<< U48	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.32
U48	<<< 400.368	<<< U49	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.01	1.40
U49	<<< 422.662	<<< U50	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.47
U50	<<< 444.966	<<< U51	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.55
U51	<<< 467.283	<<< U52	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.63
U52	<<< 489.612	<<< U53	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.71
U53	<<< 511.956	<<< U54	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.78
U54	<<< 534.315	<<< U55	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.86
U55	<<< 556.691	<<< U56	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.94
U56	<<< 579.085	<<< U57	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.02
U57	<<< 601.498	<<< U58	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.10
U58	<<< 623.933	<<< U59	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.17
U59	<<< 646.389	<<< U60	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.25

**CHAPITRE 4 :**     *Résultats des calculs et solution de problème*

**4.2. Bac 2-A2**

Hydraulic Calculations for EAU DE REFROIDISSEMENT 2-A2  
Submitted by: cypefire sprinkler

Summary of flows through piping

Ref Pt.	Flow	Ref Pt.	Actual Length	Fittings	Fitting Length	Total Length	Diameter	C Factor	Friction Unit	Loss Total	Velocity
A >>>	1337.763 >>>	B	64.37	T7LF2GD	30.47	94.84	102.260	120	0.009	0.81	2.71
B >>>	668.882 >>>	U01	0.79		0.00	0.79	77.920	120	0.009	0.01	2.33
B >>>	668.882 >>>	U60	0.79		0.00	0.79	77.920	120	0.009	0.01	2.33
U01 >>>	646.401 >>>	U02	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.25
U02 >>>	623.944 >>>	U03	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.17
U03 >>>	601.510 >>>	U04	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.10
U04 >>>	579.096 >>>	U05	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.02
U05 >>>	556.701 >>>	U06	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.94
U06 >>>	534.325 >>>	U07	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.86
U07 >>>	511.965 >>>	U08	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.78
U08 >>>	489.621 >>>	U09	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.71
U09 >>>	467.291 >>>	U10	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.63
U10 >>>	444.974 >>>	U11	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.55
U11 >>>	422.669 >>>	U12	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.47
U12 >>>	400.375 >>>	U13	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.01	1.40
U13 >>>	378.091 >>>	U14	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.32
U14 >>>	355.815 >>>	U15	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.24
U15 >>>	333.548 >>>	U16	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.16
U16 >>>	311.287 >>>	U17	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.08
U17 >>>	289.033 >>>	U18	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.01
U18 >>>	266.784 >>>	U19	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	0.93
U19 >>>	244.540 >>>	U20	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.85
U20 >>>	222.299 >>>	U21	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.77
U21 >>>	200.062 >>>	U22	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.70
U22 >>>	177.828 >>>	U23	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.62
U23 >>>	155.596 >>>	U24	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.54
U24 >>>	133.366 >>>	U25	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.46
U25 >>>	111.137 >>>	U26	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.39
U26 >>>	88.909 >>>	U27	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.31
U27 >>>	66.681 >>>	U28	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.23
U28 >>>	44.454 >>>	U29	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.15
U29 >>>	22.227 >>>	U30	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.08
U30 >>>	0.000 >>>	U31	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.00
U31 <<<	22.227 <<<	U32	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.08
U32 <<<	44.454 <<<	U33	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.15
U33 <<<	66.681 <<<	U34	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.23
U34 <<<	88.909 <<<	U35	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.31
U35 <<<	111.137 <<<	U36	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.39
U36 <<<	133.366 <<<	U37	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.000	0.00	0.46
U37 <<<	155.596 <<<	U38	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.54
U38 <<<	177.828 <<<	U39	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.62
U39 <<<	200.063 <<<	U40	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.70
U40 <<<	222.300 <<<	U41	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.77
U41 <<<	244.540 <<<	U42	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.001	0.00	0.85
U42 <<<	266.784 <<<	U43	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	0.93
U43 <<<	289.033 <<<	U44	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.01
U44 <<<	311.288 <<<	U45	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.08

**CHAPITRE 4 :**     *Résultats des calculs et solution de problème*

---

Hydraulic Calculations for EAU DE REFROIDISSEMENT 2-A2  
 Submitted by: cyrefire sprinkler

Summary of flows through piping

Ref Pt.	Flow	Ref Pt.	Actual Length	Fittings .....	Fitting Length	Total Length	Diameter	C Factor	Friction Unit	Loss Total	Velocity
U45 <<<	333.548 <<<	U46	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.002	0.00	1.16
U46 <<<	355.816 <<<	U47	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.24
U47 <<<	378.091 <<<	U48	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.00	1.32
U48 <<<	400.375 <<<	U49	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.003	0.01	1.40
U49 <<<	422.670 <<<	U50	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.47
U50 <<<	444.975 <<<	U51	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.004	0.01	1.55
U51 <<<	467.292 <<<	U52	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.63
U52 <<<	489.622 <<<	U53	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.71
U53 <<<	511.966 <<<	U54	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.005	0.01	1.78
U54 <<<	534.326 <<<	U55	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.86
U55 <<<	556.702 <<<	U56	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.006	0.01	1.94
U56 <<<	579.097 <<<	U57	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.02
U57 <<<	601.511 <<<	U58	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.007	0.01	2.10
U58 <<<	623.945 <<<	U59	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.17
U59 <<<	646.402 <<<	U60	1.57		0.00	1.57	77.920	120	0.008	0.01	2.25

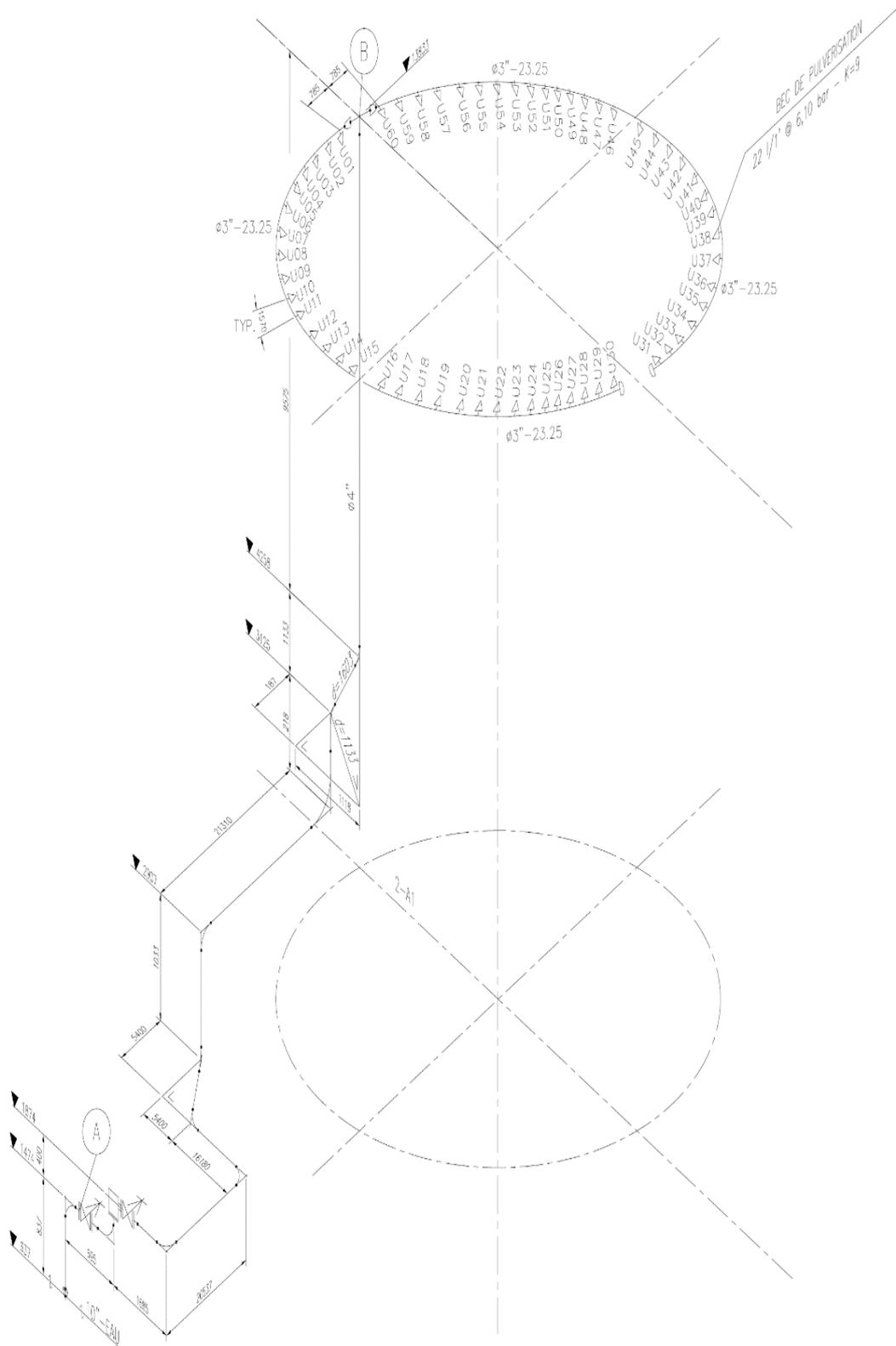


Figure 29 : Plans de refroidissement 2A1/2A2

4.3. Bac 2-Y1

Hydraulic Calculations for EAU DE REFROIDISSEMENT 2-Y1  
Submitted by: cypefire sprinkler

Summary of flows through piping

Ref Pt.	Flow	Ref Pt.	Actual Length	Fittings	Fitting Length	Total Length	Diameter	C Factor	Friction Unit	Loss Total	Velocity
A	>>> 739.238	>>> B	47.78	T7LF2GD	30.47	78.25	102.260	120	0.003	0.22	1.50
B	>>> 359.456	>>> U17	0.81		0.00	0.81	52.480	120	0.019	0.02	2.76
B	>>> 379.782	>>> U18	0.81		0.00	0.81	52.480	120	0.021	0.02	2.92
U01	<<< 21.053	<<< U02	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.000	0.00	0.16
U02	<<< 42.105	<<< U03	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.000	0.00	0.32
U03	<<< 63.159	<<< U04	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.001	0.00	0.49
U04	<<< 84.216	<<< U05	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.001	0.00	0.65
U05	<<< 105.276	<<< U06	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.002	0.00	0.81
U06	<<< 126.343	<<< U07	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.003	0.00	0.97
U07	<<< 147.418	<<< U08	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.004	0.01	1.13
U08	<<< 168.505	<<< U09	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.005	0.01	1.29
U09	<<< 189.607	<<< U10	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.006	0.01	1.46
U10	<<< 210.727	<<< U11	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.007	0.01	1.62
U11	<<< 231.870	<<< U12	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.009	0.01	1.78
U12	<<< 253.039	<<< U13	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.010	0.02	1.94
U13	<<< 274.239	<<< U14	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.012	0.02	2.11
U14	<<< 295.475	<<< U15	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.013	0.02	2.27
U15	<<< 316.753	<<< U16	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.015	0.02	2.43
U16	<<< 338.078	<<< U17	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.017	0.03	2.60
U18	>>> 358.407	>>> U19	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.019	0.03	2.75
U19	>>> 337.092	>>> U20	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.017	0.03	2.59
U20	>>> 315.829	>>> U21	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.015	0.02	2.43
U21	>>> 294.613	>>> U22	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.013	0.02	2.26
U22	>>> 273.438	>>> U23	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.012	0.02	2.10
U23	>>> 252.300	>>> U24	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.010	0.02	1.94
U24	>>> 231.193	>>> U25	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.009	0.01	1.78
U25	>>> 210.112	>>> U26	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.007	0.01	1.61
U26	>>> 189.054	>>> U27	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.006	0.01	1.45
U27	>>> 168.013	>>> U28	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.005	0.01	1.29
U28	>>> 146.988	>>> U29	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.004	0.01	1.13
U29	>>> 125.974	>>> U30	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.003	0.00	0.97
U30	>>> 104.969	>>> U31	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.002	0.00	0.81
U31	>>> 83.970	>>> U32	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.001	0.00	0.65
U32	>>> 62.975	>>> U33	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.001	0.00	0.48
U33	>>> 41.983	>>> U34	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.000	0.00	0.32
U34	>>> 20.991	>>> U35	1.62		0.00	1.62	52.480	120	0.000	0.00	0.16

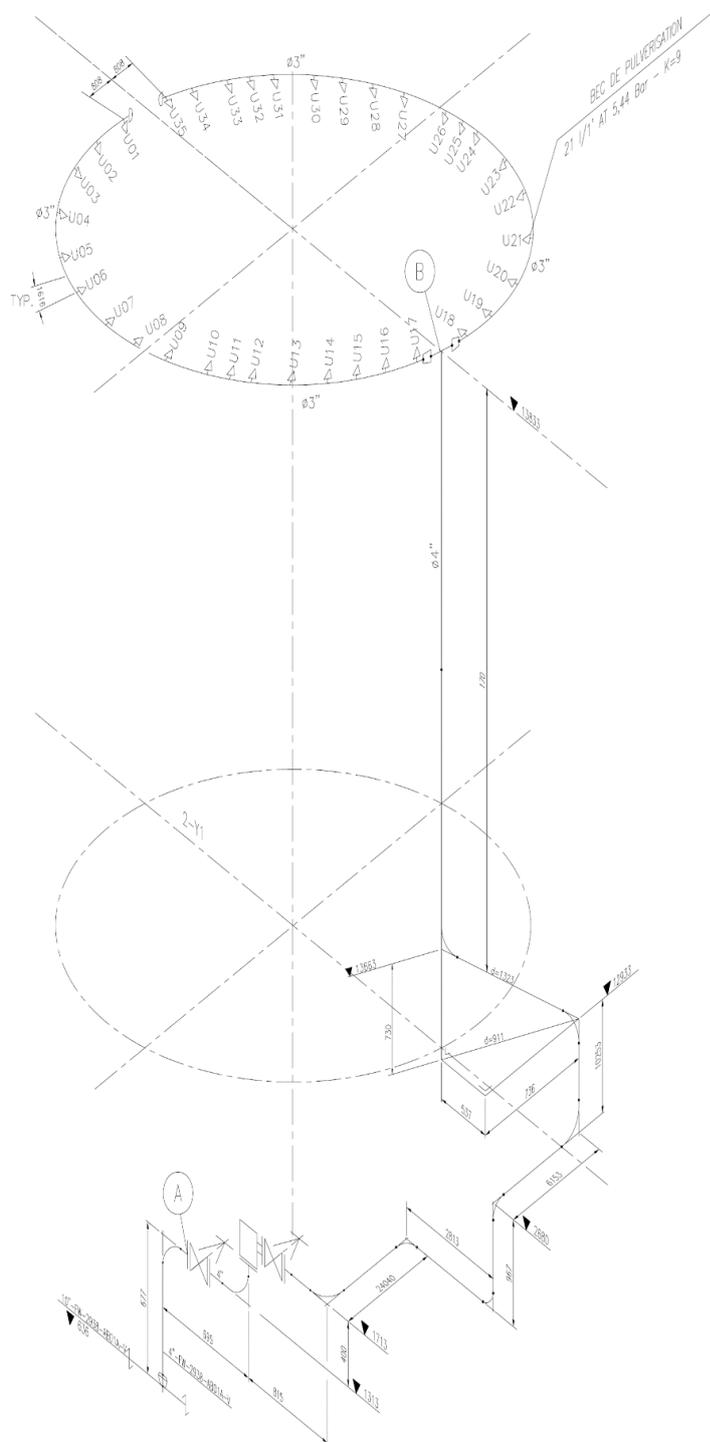


Figure 30 : Plans de refroidissement 2Y1

## 5. Résultats :

Les calculs de dimensionnement effectués ci-dessus sont des estimations réalistes des quantités minimales nécessaires pour garantir le respect des normes NFPA et SONATRACH, ainsi que pour garantir un bon fonctionnement des composants employés.

Dans le détail, le système a été dimensionné soigneusement à l'aide de logiciel de CYPEFIRE qui, conformément aux normes NFPA, fournissent une évaluation qualitative et quantitative des valeurs de débit, pression et vitesse au niveau des divers points de l'installation.

En répétant le dimensionnement des orifices pour toutes les vannes de commande, on obtient :

**Tableau 7 : Estimations réelles des quantités minimales nécessaires pour le bon fonctionnement des composants**

structure	Type	Taille vanne (")	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/min)	Pression disponible (bar)	Pression nécessaire (bar)	Perte de charge (%)	Alésage D'Orifice (mm)
2A1 r	Eau	4	102.26	340	13.1	8.43	64	61.36
2A1 b	Mousse	3	77.92	995	13	9.08	70	42.08
2A1 t	Mousse	6	154.08	2045	13	7.05	54	106.32
2A2r	eau	4	102.26	1340	13.1	8.27	63	62.38
2A2b	Mousse	3	77.92	1005	12.9	9.34	72	41.30
2A2t	Mousse	6	154.08	2045	12.9	7.04	55	104.77
2Y1r	Eau	4	102.26	740	13.1	7.1	54	69.54
2Y1b	Mousse	3	77.92	820	12.8	6.12	48	56.10
2Y1t	Mousse	4	102.26	442	12.8	10	78	43.97
A	Mousse	4	102.26	2015	12.7	5.52	43	79.76
B	Mousse	4	102.26	2005	12.9	5.38	42	80.79

### 6. Dimensionnement de la pompe anti-incendie :

Le groupe de pompage sélectionné est en mesure de garantir les performances demandées, vu que l'on a un débit nominal de 5000l/min et une pression de 13,6 bars. Comme le montre le point de fonctionnement sur l'image hydraulique.

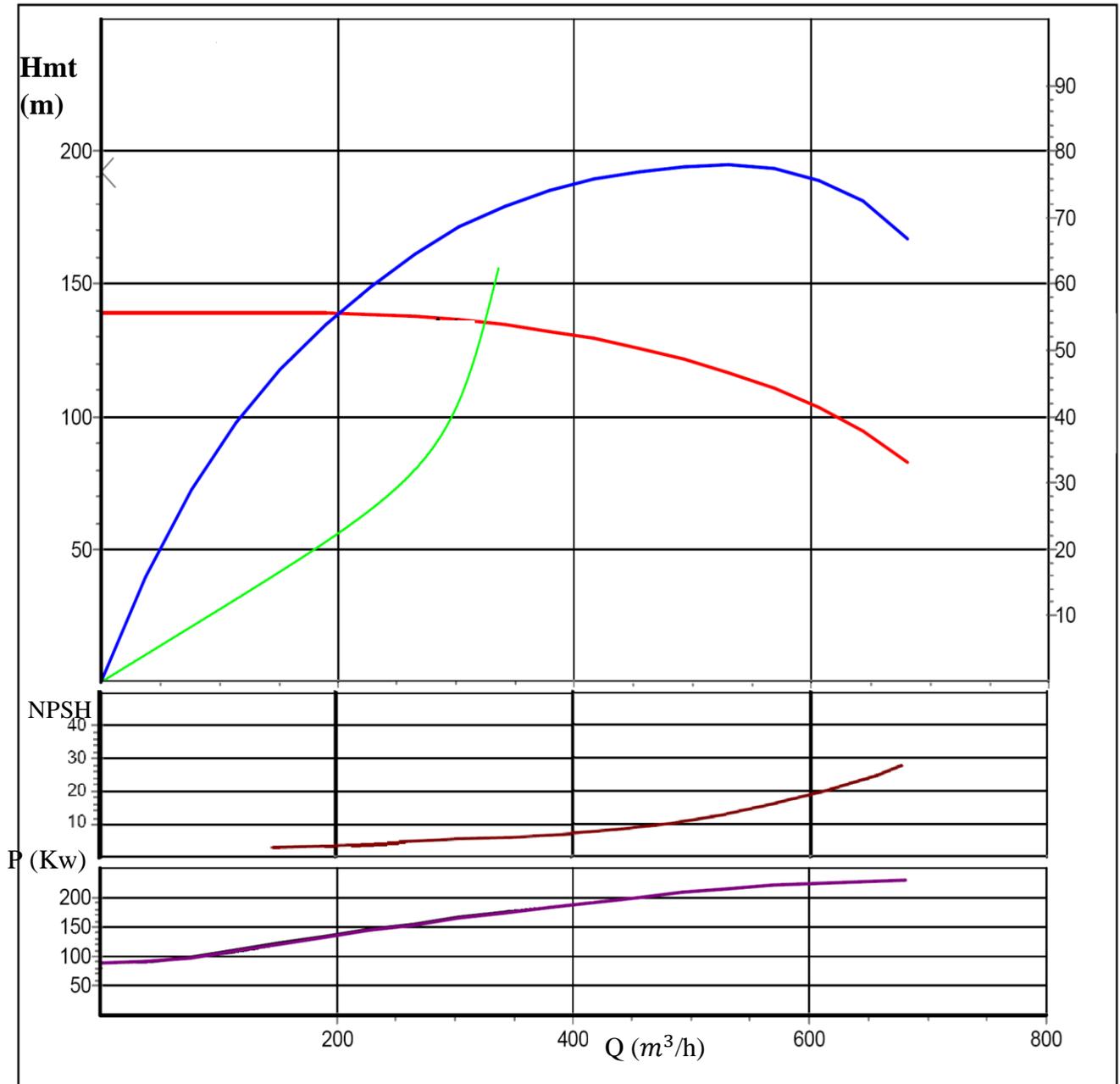


Figure 31 : Les caractéristiques de pompe anti-incendie

### 7. Dimensionnement réserve hydrique :

Par conséquent les dimensions de la réserve hydrique devra satisfaire des besoins de

$$\begin{aligned} & [(2045 + 1005) \times 10 + 1340 \times 720 + (1340 + 740 + 1850) \times 710] / 1000 \\ & = (30.500 + 964.800 + 2.790.300) / 1000 \\ & = \boxed{3785 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

### 8. Dimensionnement réserve mousse :

Pour le dimensionnement de la réserve de mousse il faudra, par contre, comparer les installations les plus défavorisées. Le réservoir sera dimensionné pour garantir :

- La demande SONATRACH consistant à prévoir 2l pour chaque m<sup>2</sup> du bassin plus grand sans exclure l'aire occupée par le réservoir.  $2 \times 67,2 \times 52,2 = \mathbf{7016 \text{ l}}$ .
- 10 minutes d'intervention dans les conditions les plus défavorables  
 $2045+1005 \times 3\% = 91,5\text{l/min} \quad \rightarrow \quad 91,5 \times 10\text{min} = \mathbf{915 \text{ l}}$

- La distribution ininterrompue au sein de la Structure "A" (ou "B") pendant 60min :

$$2015 + 1850 \times 3\% = 116\text{l/min} \quad \rightarrow 116 \times 60 \text{ min} = \mathbf{6960 \text{ l}}$$

Par conséquent, le réservoir à mousse de 10000l permet une autonomie dans les conditions les plus difficiles.

**10000l**

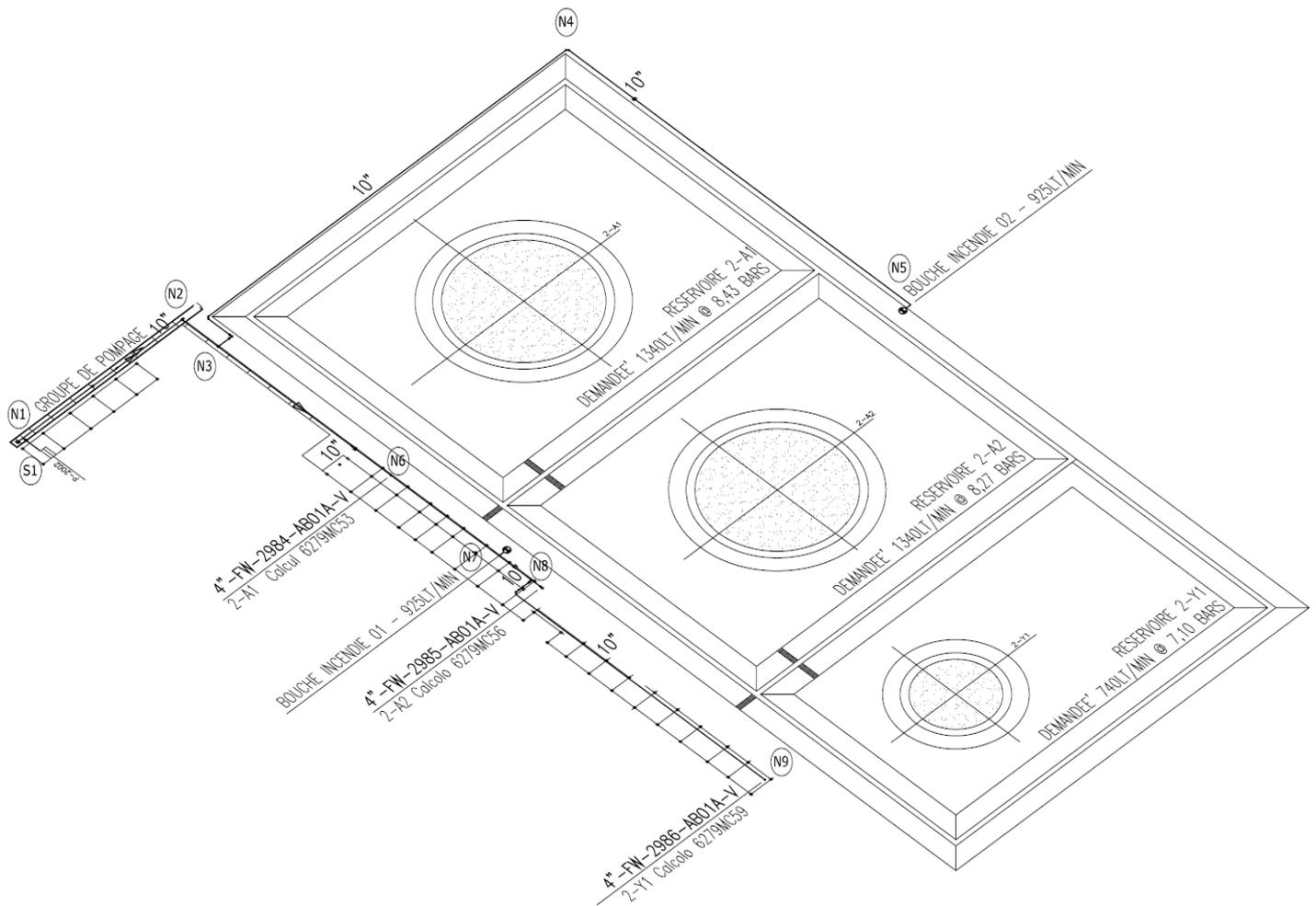


Figure 32 : Alimentation hydrique de SP2

**Conclusion :**

Dans ce chapitre on à avoir le calcul des paramètres hydraulique et comment fonction le programme CYPEFIRE et connais le besoin de l'eau et la mousse pour assurer la sécurité contre l'incendie, ainsi dimensionnée moto pompe anti incendie.

# **Conclusion Générale**

### **Conclusion générale :**

L'importance du réseau anti-incendie dans les installations gaz/huile, et l'efficacité du choix de dispositifs utilisés pour la protection contre l'incendie pour éliminer ou diminuer les effets de ce risque.

L'objectif de ce travail est calcul le besoin d'eau et d'émulseur en cas d'incendie dans un bac de stockage et dans une cuvette de rétention,

Le stage pratique que nous avons effectué à SP2 il nous a permis de compléter nos connaissances théoriques par leur cohésion avec la pratique professionnelle. Dans notre étude en base sur les règles de SONATRACH et les notions de NFPA « 11, 13, 15, 16,24 ».On a trouvé que la quantité d'eau nécessaire pour l'extinction du feu et le refroidissement et suffisante par rapport à la quantité d'émulseur nécessaire.

Au terme de notre étude on peut conclure que l'importance du réseau anti-incendie de cette station est dans l'efficacité du choix de dispositifs utilisés pour la protection contre l'incendie. Donc il faut toujours mettre des mesures et des dispositifs efficaces pour protéger les équipements et éviter les dommages des biens et l'homme et l'environnement, parmi ces dispositifs :

- Cuvette de rétention avec des déversoirs de mousse pour le control rapide d'un incendie.
- Un système déluge pour éliminer la propagation de l'incendie aux autres équipements.
- des détecteurs pour la détection rapide.
- Il faut que la quantité d'eau et d'émulseur soit suffisante pour l'extinction du feu.

Enfin nous espérons avoir répondu, ne serait-ce que partiellement au problème réel qui nous a été posé par l'entreprise SONATRACH et que ce modeste travail puisse constituer un point de départ certain pour le traitement futur des autres aspects de ce problème. Toutefois, il est nécessaire de rappeler que combien même le réseau, les réserves en eau ainsi que la station de pompage peuvent être bien dimensionnés, le facteur humain s'avère encore plus prépondérant lorsqu'un incendie se déclare ; ceci impose bien évidemment une bonne formation des équipes d'interventions avec beaucoup d'exercices de simulation.

### **Abstract :**

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéresserons au problème de protection contre l'incendie dans une installation de stockage pétrolier.

L'objectif principal de ce travail, est d'étudier le réseau Hp de lutte contre l'incendie et par suite faire le choix judicieux des pompes.

L'étude de ce réseau est un processus complexe, nous le traitons dans ce travail en trois étapes, nous faisons la présentation globale de l'installation afin de comprendre le réseau hydraulique et de mieux cerner la problématique qui nous ont été posé par l'entreprise. En second lieu nous abordons les éléments qui constituent de telles installations, afin de connaître les méthodes de dimensionnement, et en dernier lieu, les calculs à effectuer. L'originalité de notre travail est l'informatisation de la partie calcul.

Les calculs effectués et l'analyse des résultats, nous ont permis de déterminer le choix des pompes pour le réseau Hp.

---

### **Abstract :**

In this project, we will focus on the problem of fire protection in an oil storage facility.

The main objective of this work is to study the Hp firefighting network and therefore make the right choice of pumps.

The study of this network is a complex process, we treat it in this work in three stages, we make the global presentation of the installation in order to understand the hydraulic network and to better understand the problematic which was posed to us by the company. In the second place we approach the elements which constitute such installations, in order to know the methods of dimensioning, and finally, the calculations to be carried out. The originality of our work is the computerization of the calculation part.

The calculations made and the analysis of the results allowed us to determine the choice of pumps for the Hp network.

## **Références Bibliographiques**

- [1] Documents internes de l'entreprise Sonatrach.
- [2] Association scientifique pour l'eau et l'environnement. « Les stations de pompage d'eau ». 6<sup>ème</sup> édition TEC& DOC. ISBN : 2-00-018038-9.
- [3] KSB Aktiengesellschaft. « Documentation KSB- Détermination des Pompes Centrifuges ». 5<sup>ème</sup> édition révisée et entendue 2005. ISBN 3-00-018038-9.
- [4] A. Pimenov, Kh. Tagui-zade. « Hydraulique Générale ». Edition Office des publications universitaires : 08-1993.
- [5] P.L. Viollet, J.P. Chabard, P. Esposito, D. Laurence. « Mécanique des fluides appliquée écoulement incompressibles dans les circuits, les canaux et rivières, autour des structures et dans l'environnement ». Pense de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1998.
- [6] Michel Roques. « Contrôle industriel et régulation automatique- Mécanique des Fluides ». BTSCIRA, 2005.
- [7] I-E Idel'cik. « Mémento des pertes de charge » (traduit du russe). Edition Eyrolles, 1969.
- [8] Cross H., 'Analysis of the flow in networks of conduits or conductors', Bulletin n° 286, Univ. Of Illinois, Engg. Exp. Station, Urbana, Illinois (1936).
- [9] NFPA 15. « Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection ». Edition 2001.
- [10] NFPA 11. « Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam ». Edition 2005.
- [11] NFPA 13. « Standard for the Installation of Sprinkler Systems » Edition 2002
- [12] François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux ». Presses Internationales Polytechnique: 2009.
- [13] NFPA 16. « Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems » Edition 2003.
- [14] NFPA 24. « Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances » Edition 2002.
- [15] Dupont. A. « Hydraulique urbaine, Tome II : Ouvrage de transport, élévation et distribution des eaux ». Edition Eyrolles. 1979.
- [16] Document de CYPEFIRE

# **ANNEXES**



