



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم والعلمي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département d'hygiène et de sécurité industrielle

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité industrielle

Spécialité : Prévention Intervention

Thème

Etude théorique et expérimentale de réseau anti incendie d'école à feu de l'ex IAP pour la réalisation d'un plan d'organisation de secours lors d'un incendie.

Présenté et soutenu publiquement par :

Nom - SAHRAOUI Prénom - Taher
- BELGACEM - Rachid

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
NADJI Amine Mohamed	MAA	Univ d'oran 2	Président
GHOUARI Adel	MCB	Univ d'oran 2	Encadreur
HEMMAMI Zineb	MCB	Univ d'oran 2	Co-encadreur
BENATIA Nouredine	MAA	Univ d'oran 2	Examineur

15 juillet 2021

Remerciements

Nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier notre promoteur Mr **Ghouari Adel** d'avoir accepté de nous encadrer tout au long de ce travail malgré ses nombreuses charges.*

*Nous tenons à remercier notre Co-promoteur Mme **Hemmami Zineb** pour leur orientation et pour le temps qu'elle nous a consacré tout au long de ce travail.*

Toutes nos expressions de respect à

NAJDI Mohamed Amine

qui nous a fait l'honneur par sa présence en qualité de président de jury.

*Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés à **BENATIA Noureddine**.*

A qui a accepté d'examiner ce travail.

Et a nos invités

Nos remerciements sont également exprimés à tous le personnel de l'institut de maintenance et sécurité industrielle.

Enfin, nos remerciements s'adressent aux étudiants de master II

Dédicaces

*Je tiens vivement, à dédier ce travail en signe de respect et
de reconnaissance :*

*Aux deux personnes très chères qui ont partagés mes joies et
mes peines, qui ont été toujours à mes côtés, qui ont fait de
moi ce que je suis aujourd'hui :*

ma mère et mon père.

A ma sœur et mes frères.

A tous mes proches sans exception.

A mon binôme TAHER.

Et à tous mes amis

D, H, Y, H, A, W.

A BASMAT-MUHANDIS club.

A la baie d'or

A toutes la promotion 2020/2021.

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

RACHID

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 aide, leurs conseils et leurs patience que Dieu les protège.

A mes adorables frères et mon unique sœur.

A Le petit de la famille : Ayoubé.

A ma grande famille, petite et grande.

A celui avec qui j'ai partagé ce modeste travail, cher

RAHID.

A tous mes chers amis.

A toutes la promotion énergétique 2020/2021.

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

TAHER

Résumé

Les risques d'incendie et d'explosion sont des sujets permanents de préoccupation pour de nombreuses industries. En effet, les incendies et les explosions sont à l'origine de blessures graves voire de décès, et de dégâts matériels au sien de l'industrie en général et l'industrie pétrolière et gazière en particulier. Mais aussi dans les centrales de production de vapeur. En effet, pour éviter ce type de risque le personnel de lutte contre les faux et l'étudiant doit développer une démarche de prévention pour éviter ce type de risque, cas d'étude l'ancienne école de feu située à l'Institut de Maintenance et de sécurité Industrielle.

Notre étude consiste à identifier la démarche opérationnelle du réseau anti incendie de l'école à feu de l'ex-IAP qui se situe actuellement à IMSI, dans le cadre d'une éventuelle rénovation prochainement, ainsi que la création d'une bibliothèque avec des données fiables pour les étudiants.

Abstract

Fire and explosion hazards are ongoing concerns for many industries. Indeed, fires and explosions cause serious injury or death, and property damage to industry in general and the oil and gas industry in particular. But also in steam production plants. In fact, to avoid this type of risk, the student must develop a preventive approach to avoid this type of risk, as is the case with the former fire school located at the Institute for Maintenance and Industrial Safety.

Our study consists of identifying the operational approach of the fire fighting network of the former IAP fire school which is currently located at IMSI, as part of a possible renovation in the near future, as well as the creation of a library with potential data for students.

ملخص

تعتبر مخاطر الحرائق والانفجار من الاهتمامات المستمرة للعديد من الصناعات. وبالفعل تسبب الحرائق والانفجار إصابات خطيرة أو وفيات وأضراراً بالمتلكات للصناعة بشكل عام وصناعة النفط والغاز بشكل خاص. ولكن أيضاً في مصانع إنتاج البخار. في الواقع ، لتجنب هذا النوع من المخاطر ، يجب على الطالب تطوير نهج وقائي لتجنب هذا النوع من المخاطر ، كما هو الحال مع مدرسة الإطفاء السابقة الموجودة في معهد الصيانة والسلامة الصناعية.

تتكون دراستنا من تحديد النهج التشغيلي لشبكة مكافحة الحرائق لمدرسة الإطفاء IAP السابقة والتي تقع حالياً في IMSI ، كجزء من تجديد محتمل في المستقبل القريب ، بالإضافة إلى إنشاء مكتبة بها بيانات محتملة للطلاب .

Liste de figures

Figure .I.1. Le plan de masse de l'IAP.....	2
Figure .I.2. L'unité pédagogique en fonctionnement prise en 1889.....	3
Figure .I.3. Simulation d'incendie de wagon-citerne	4
Figure .I.4. Terrain d'instruction école à feu d'IAP-Oran.....	6
Figure .II.1. Schéma de conduite d'eau d'alimentation	20
Figure .II.2. Pompe électrique	21
Figure .II.3. Pompe diesel	21
Figure .II.4. Pompe Jockey.....	21
Figure .II.5. Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie	22
Figure. II.6. Les Clapets anti-retour	23
Figure. II.7. Armoire d'incendie.....	24
Figure. II.8. Poteau incendie (hydrant)	24
Figure. II.9. Robinet d'incendie armé(RIA).....	25
Figure. II.10. monitor	26
Figure .II.11. Générateur de déversoir à mousse.....	27
Figure. II.12. Déversoir à mousse.....	27
Figure .III.1. Les types écoulements selon le Nombre de Reynolds (R_e).....	32
Figure .III.2. Plan de groupe de pompage	37
Figure .III.3. Dimension de la conduite	38
Figure .III.4. Résultats des projections dans le diagramme de Moody.....	40
Figure .III.5. Le logiciel « Piping Systems FluidFlow »	43
Figure .III.6. Etape 2 de la mise en œuvre de logiciel.....	44
Figure .III.7. Ajouter les données des composantes.....	44
Figure .III.8. Le schéma final de réseau d'incendie.....	45
Figure .IV.1. Les principales méthodes d'application de l'eau.....	52
Figure .IV.2. Feu d'un caniveau.....	54
Figure .IV.3. Les brides.....	56
Figure .IV.4. Le faisceau de tubes utiliser dans les flaques complexe.....	57
Figure .IV.5. Le wagon citerne.....	59
Figure .IV.6. Le réservoir	59

Liste des tableaux

Tableau .I.1. La clé de plan d'école a feu de l'IAP.....	5
Tableau .I.2. Les types de feu de l'école à feu.....	8
Tableau .II.1. Le nombre de boîte à installer en fonction du diamètre du bac.....	27
Tableau .III.1. Valeur du CHW selon le matériau	35
Tableau .III.2. Les caractéristiques de pompe.....	37
Tableau .III.3. Les caractéristiques de moteur	37
Tableau .III.4. Tableau des résultats.....	42
Tableau .III.5. Les essais en terrain.....	42
Tableau .III.6. Résultats de logiciel dans les pipes.....	46
Tableau .III.7. Résultats de logiciel dans la pompe	47
Tableau .III.8. Résultats de logiciel dans le réservoir.....	47
Tableau .III.9. Résultats de logiciel dans les hydrants.....	47
Tableau .IV.1. Simulation de feu de caniveau.....	55
Tableau .IV.2. Simulation feu de gaz.....	56
Tableau .IV.3. Feu complexe alimente sous pression.....	58
Tableau .IV.5. Clé de schéma d'installation de réservoir.....	60
Tableau .IV.6. Simulation feu de réservoir.....	60

Nomenclatures

Symbole	Définition	Unités (SI)
A	Surface de la section transversale	[m ²]
Ce	Pourcentage en eau	[%]
CHW	Coefficient de Hazen-Williams	[-]
g	Accélération de la pesanteur	[m/s ²]
JHL	Pertes de charge linéaire	[m]
JPL	Pertes de charge linéaire	[Pa]
JHS	Pertes de charge singulière	[m]
JPS	Pertes de charge singulière	[Pa]
K	Coefficient propre à chaque tronçon	[-]
L	Longueur de la conduite	[m]
Pa	Puissance absorbée par la pompe	[W]
Qv	Débit volumique	[m ³ /s]
Rh	Rayon hydraulique	[m]
S'	Représente la perte de charge par unité de longueur	[-]
V	Vitesse d'écoulement	[m/s]
D	le diamètre de la conduite	[m].
Re	Nombre de Reynolds	[-]
ΔH	la perte de charge totale, en	[m].

Liste des symboles grecs :

Symbole grec	Définition	Unités (SI)
η	Rendement de la pompe	[%]
ρ	Masse volumique de l'eau	[kg/m ³]
ξ	Coefficient de pertes de charge singulière	[-]
λ	Coefficient de pertes de charge linière	[-]
ν	La viscosité cinématique du fluide	[m ² /s].

Liste des annexes

Annexe I Fiche technique pour l'extinction	65
Annexe II Les coefficients des pertes charge singulière des coudes	66
Annexe III Les coefficients des pertes charge singulière des valves.....	67
Annexe IV Diagramme de Moody.....	68

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Nomenclatures	
Liste des annexes	
Introduction générale	1
Chapitre I : Description et normes de l'école à feu	2
I.1. Historique	2
I.2. La formation de techniciens	3
I.3. L'école à feu	4
I.3.1. Les missions de la sécurité	5
I.3.2. Le contenu de la formation	7
I.3.3. Les types de feux	8
I.4. Principes de base de la protection incendie	9
I.5. Les différents systèmes de protection	9
I.6. Caractéristiques principales des différents éléments d'une installation fixe	10
I.7. Système de détection	10
I.8. Normes et réglementations des risques d'incendies	10
I.8.1. Introduction	10
I.8.2. Les normes	10
I.8.2.1. Norme NF EN 12845	10
I.8.2.1.2. La norme NF EN 671-1	11
I.8.2.1.3. La norme NF EN 671-3	11
I.8.2.1.4. La norme NF S 62-201	11
I.8.2.1.5. La norme NF EN 694	11
I.8.2.2. Norme NFPA	12
I.8.2.2.1. Norme NFPA 11	12
I.8.2.2.2. Norme NFPA 13	12
I.8.2.2.3. Norme NFPA 15	12
I.8.2.2.4. Norme NFPA 25	13
I.8.2.2.5. Norme NFPA 850	13
I.8.2.3. la norme APSAD	13
I.8.2.3.1. Règle APSAD R1	13

Sommaire

<i>I.8.2.3.2. Règle APSAD R5</i>	13
<i>I.8.2.3.3. Règle APSAD R6</i>	14
<i>I.8.2.3.4. Règle APSAD R7</i>	14
<i>I.8.2.3.5. Règle APSAD R12</i>	14
<i>I.8.2.3.6. Règle APSAD R13</i>	14
<i>I.8.3. Les réglementations algériennes</i>	15
<i>I.8.3.1. Ordonnance n°76-4 du 20 février 1976</i>	15
<i>I.8.3.2. Décret exécutif N° 08-312 du 05 octobre 2008</i>	15
<i>I.8.3.3. décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006</i>	15
<i>I.8.3.4. décret exécutif n° 15- 09 du 23 Rabie El Aouel 1436</i>	16
<i>I.8.3.5. Loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004</i>	16
<i>I.8.3.6. Décret exécutif n° 09-335 de l'AouelDhou El Kaada 1430 correspondant au 20 octobre 2009</i>	16
<i>I.8.3.7. Décret exécutif n° 15-71 du 21 RabieEthani 1436 correspondant au 11 février 2015</i>	16
Conclusion.....	17
Chapitre II : Etude théoriques du réseau anti d'incendie	18
II.1. Historique de réseau anti incendie.....	18
II.2. Les composantes de réseau anti incendie	19
II.2.1. Dispositions générales	19
II.2.2. Source en eau.....	19
II.2.3. Pompes principales du réseau incendie	20
II.2.4. Pompes auxiliaires	21
II.2.5. Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie	22
II.2. 5. 1. Les Vannes de sectionnement	22
II.2.5.2 Les Clapets anti-retour.....	22
II.2.5.3. Les Indicateurs de pression	23
II.2.5.4. Les armoires d'incendie	23
II.2.6. Les prises d'eau	24
II.2.6. 1. Les poteaux d'incendie (Hydrants)	24
II.2.6.2. Robinets d'incendie armés (RIA).....	25
II.2.6.3. Monitors.....	25
II.2.6.4. Couronnes d'eau	26
II.2.7. Réseau mousse.....	26
II.2.7.1. Boîte à mousse	26
II.2.7.2. Générateur de déversoir à mousse.....	27

Sommaire

II.2.7.3. Déversoir à mousse	27
II.3.Méthode d'inspection	28
II.4. Mode opératoire:.....	28
Conclusion :.....	29
Chapitre III : Dimensionnement de réseau d'incendie d'école à feu l'ex IAP	31
III.1. Généralité	31
III.1.1.Vitesse d'écoulement.....	31
III.1.2. Régime d'écoulement	31
III.1.3. Nombre de Reynolds	31
III.1.4. Viscosité	32
III.1.5. Rugosité.....	32
III.1.6. Equation de Bernoulli	33
III.2. Pertes de charge.....	33
III.2.1 Pertes de charge linéaires	33
III.2.2 Pertes de charge singulières	34
III.3. Equation expérimentale de Hazen-Williams.....	34
III.4. Relation entre le débit et la perte de charge (H) dans une conduite	35
III.5. Analyse des réseaux	36
III.6. Dimensionnement de notre motopompe.....	36
III.7.application numérique	38
III.7.1. Dimensionnement de la conduite.....	38
III.7.2. Calcul la Vitesse d'écoulement :	38
III.7.3. Etude hydraulique.....	39
III.7.4. La résultat des essais en terrain de l'école à feu.....	42
III.8. Application par logiciel	43
III.8.1. Le choix de logiciel	43
III.8.2. Mise en œuvre de logiciel.....	43
III.8.2.1. les composantes (étape 1)	43
III.8.2.2.le plan d'implantation (étape 2)	44
III.8.2.3. Les caractéristiques des composantes (étape 3)	44
III.8.2.4. les résultats	45
III.8.3. le réseau d'incendie d'école feu par le logiciel	45
III.8.3.1. les composantes du système	45
III.8.3.2.Les résultats de logiciel	46

Sommaire

Chapitre IV : Le plan d'organisation de secours lors d'un incendie.....	48
IV.1. Généralité :	48
IV.2. Description des composants des installations d'instruction	48
IV.2.1. Stockage des produits	49
IV.2.2. Disposition pratiques prévues.....	49
IV.3. Moyens d'interventions contres l'incendie	50
IV.4 Le plane d'attaque	51
IV.4.1. Consignes et mesures d'urgence :.....	51
IV.4.2. Principes généraux	51
IV.4.3. Les principales méthodes d'application de l'eau	52
IV.4.4. Utilisation des lances.....	53
IV.4.5. Techniques de protection du binôme	53
IV.5. Les scénarios	54
IV.5.1. Les types de feux.....	54
IV.5.2. Présentation des scénarios	54
IV.5.2.1. Feu de caniveau	54
IV.5.2.2. Feu de brides	55
IV.5.2.3. Feu complexe alimente sous pression.....	57
IV.5.2.4. Feu de wagon-citerne	58
IV.5.2.5. Feu de réservoir	59
IV.6. Remarques générales :.....	61
Conclusion générales.....	62

Références bibliographiques

Annexes

Introduction générale

La sécurité est devenue un grand souci les installations classées. Dans ce contexte, la valeur d'une unité de production s'évalue à partir de nombres et qualité des barrières de sécurité.

Le risque d'incendie est le souci majeur des entreprises et contrairement à d'autres agents de détérioration, le feu peut causer des dommages graves et parfois irréparables à l'édifice ainsi que des interruptions majeures aux activités qui s'y déroulent et aux services qui y sont offerts, il peut également causer des blessures, et même la mort, chez les personnes. Il est donc important d'accorder la plus haute priorité possible à la prévention et à la lutte contre les incendies. Par conséquent, il faut consacrer tous les efforts possibles à limiter les risques qu'un incendie survienne et à réduire au minimum ces incidences. Si le coût de tels efforts peut sembler prohibitif, celui de l'inaction peut l'être encore plus! Pour la protection contre les scénarios d'incendie, on utilise dans les installations gaz/huile un réseau fixe anti incendie pour objectif de contrôler ou limiter la propagation d'un incendie, contribuer à la protection de la vie humaine et réduire ou limiter les dommages causés aux : équipements de procédés, équipement de stockage, tuyauterie, et aux équipements de services inflammables.

Le présent travail est divisé en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présenterons l'historique de l'ex IAP ; avec une description d'école à feu et leurs composantes et les principes norme et réglementation de risque incendie et installation anti incendie

Le deuxième chapitre, consiste une description théorique du réseau incendie et globale les principes de base d'une installation anti-incendie

Puis on a travaillé sur le dimensionnement de réseau d'eau d'école à feu d'ex IAP (vitesse, pression, pertes de charge ...) et détermination de différentes caractéristiques de la pompe dans le troisième chapitre, sans oublier l'utilisation de logiciel « fluid flow »

Dans le quatrième chapitre, nous expliquons plusieurs points essentiels sur l'implantation des équipements et présentation de quelques scénarios avec les moyens utilisés dans les simulations d'école à feu

Nous terminerons ce travail par conclusion générale qui passera en revue tout ce qui a été abordé dans ce mémoire.

I. Description et normes de l'école à feu

I.1. Historique

Le centre de formation de l'ex-IAP situé à Es Sénia est implanté sur une aire de 42 hectares. C'est une ancienne école de stagiaires de métiers pétroliers notamment les métiers de l'entreprise Sonatrach. Le bon fonctionnement de ces formations était assuré via un programme très riche et très rigoureux. Ce programme vise essentiellement la maîtrise de raffinage et la pétrochimie, la chimie industrielle, le dessin d'installations pétroliers, la maintenance du matériel, la sécurité "prévention et intervention".

Ainsi, le centre de l'ex-IAP, appelé aujourd'hui UPCA, dispose d'une importante plateforme pour les travaux pratiques, notamment une unité pédagogique de génie chimique à la taille des installations industrielles. Aussi, il dispose d'une école à feu permettant des interventions d'extinction sur des feux d'hydrocarbures, ceci est possible via des scénarios de flammes sur des bacs, de camions, des tuyauteries, des vannes etc.

En revanche ce centre et notamment l'unité pédagogique ont été abandonné depuis l'année 1990.

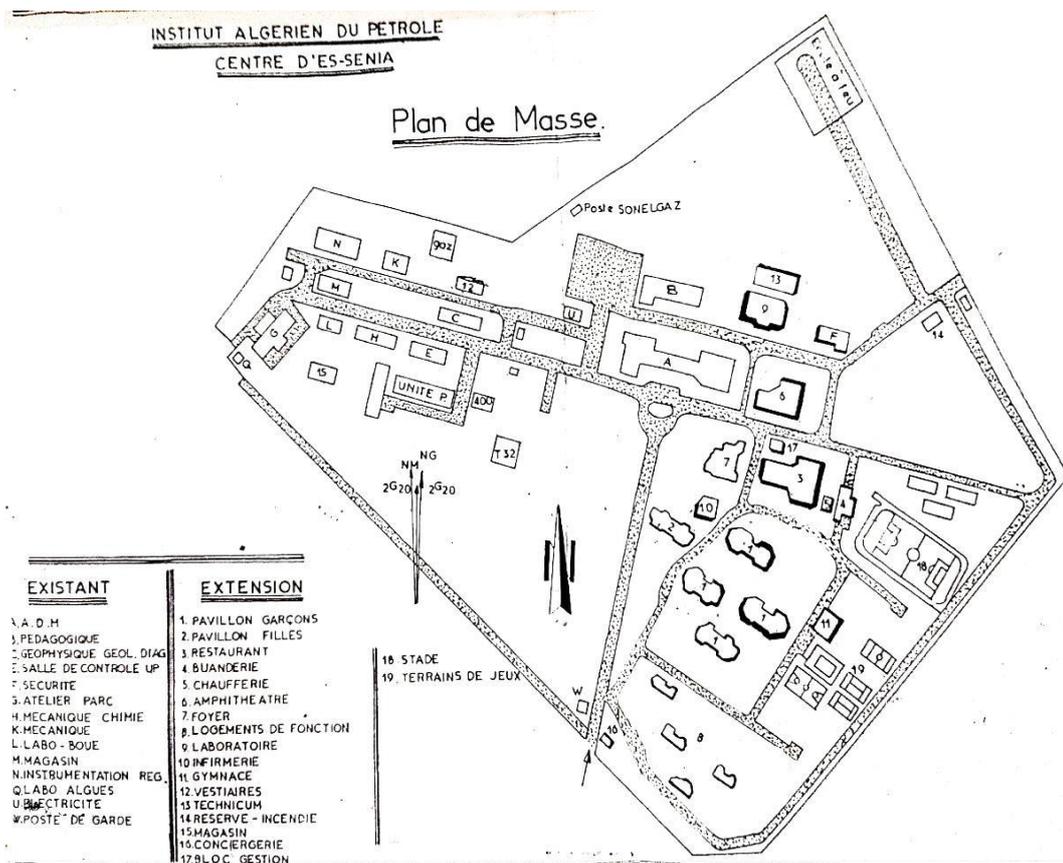


Figure .I.1. Le plan de masse de l'IAP

I.2. La formation de techniciens

La nécessité de former des techniciens Supérieurs et des techniciens en nombre suffisant au fait des réalités de la profession, a imposé la création de centres de formation. Ces Centres, implantés dans les principales zones industrielles du pays, bénéficient d'un environnement qui facilite les relations avec la profession et fournit aux élèves les moyens d'une formation pratique scolarité. La scolarité est d'une année pour les techniciens, recrutés au niveau de la quatrième année moyenne ou du diplôme CAP technique, et de deux ans et demi pour les techniciens supérieurs issus des classes Terminales scientifiques des lycées

Les centres ont également une mission de recyclage des cadres de l'industrie et de formation d'ingénieurs d'application. Ainsi a été mise en place à Es Sénia la formation d'ingénieurs de sécurité et de contremaitres de raffinage.

Les spécialités enseignées sont:

- Le raffinage et la pétrochimie -conduite des unités,
- La chimie industrielle -laboratoire,
- Le dessin d'installations pétrolières -bureau d'études,
- La maintenance du matériel -instrumentation pour les installations de raffinage et de pétrochimie, mécanique,
- La sécurité-prévention et intervention.



Figure .I.2. L'unité pédagogique en fonctionnement prise en 1989

Le centre dispose d'importants moyens pour les travaux pratiques, notamment une unité pédagogique de génie chimique à la taille des installations industrielles et une "école à feu" permettant des interventions d'extinction Sur des feux d'hydrocarbures (bacs, camions,

tuyauteries et vannes, etc.)La scolarité se déroule sous le régime de l'internat et de la demi-pension. La capacité d'accueil du Centre est de 500 stagiaires. Dans le but de mettre à la disposition de l'industrie Algérienne un personnel qualifié capable de prévenir les incidents ou incendies et d'intervenir le cas échéant. ET un tel personnel est indispensable compte tenu de la gravité exceptionnelle que peut revêtir un incendie en un laps de temps très court .On a la formation de l'école à feu

I.3. L'école à feu

Principal support de la formation de technicien de sécurité l'école à feu reproduit le type d'installation que l'on peut trouver dans l'industrie. Elle se compose :

- Des brides
- Des bacs
- De fosse de 100m² compartimentée de 4 de 25m²
- De flaques complexes
- De wagon citerne
- De caniveau de tuyauteries
- De camions citernes
- De labyrinthe
- De réservoir



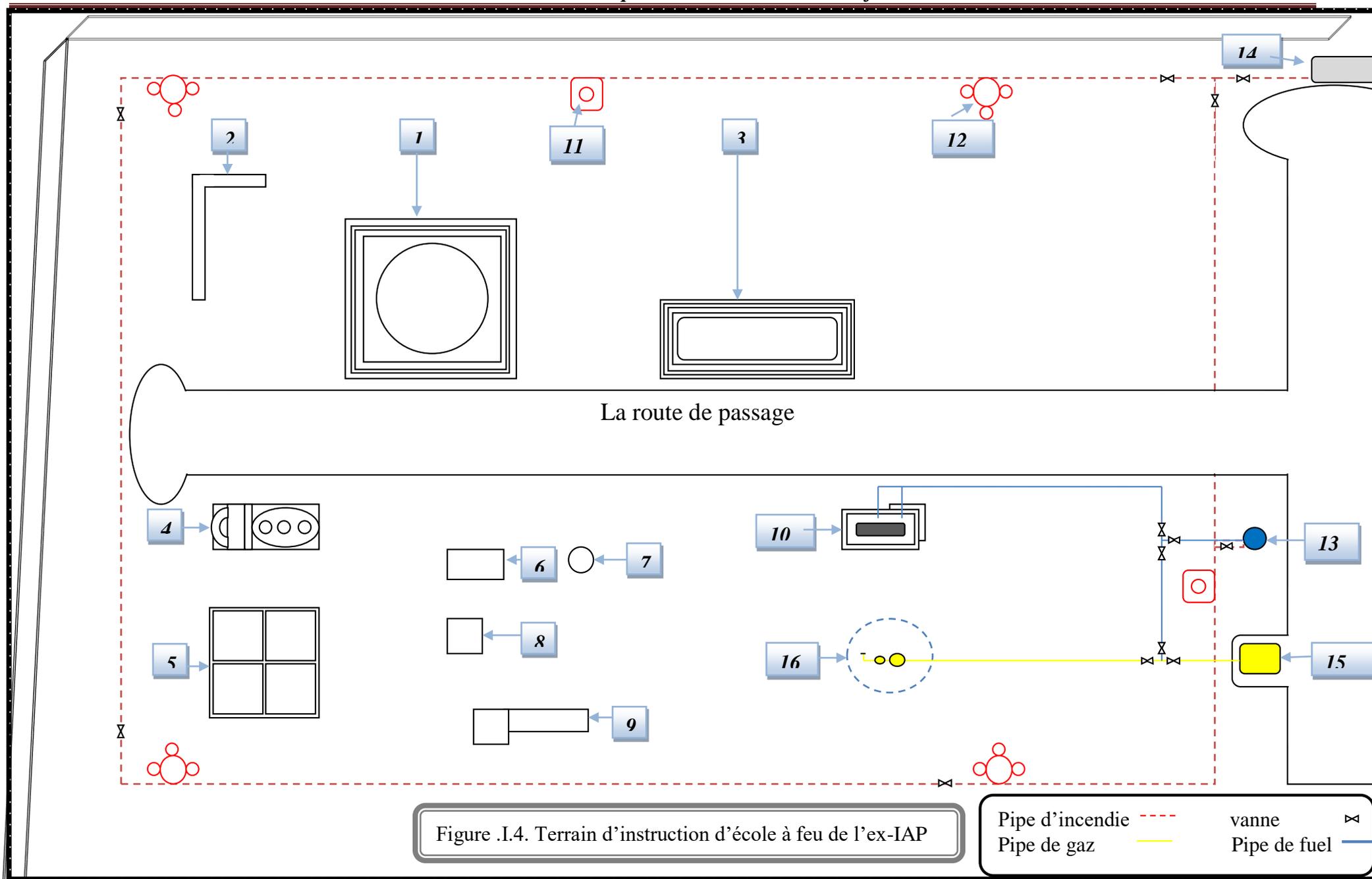
Figure .I.3. Simulation d'incendie de wagon-citerne

I.3.1. Les missions de la sécurité

La première mission est de prévenir tout incident ou incendie, elle est la garantie d'une politique de productivité bien comprise et son rôle est de prévoir, les détails de l'exécution des réalisations en fonction du but technique recherché. La prévention doit être considérée comme une des conditions déterminantes d'un travail bien fait et à ce titre, les agents de Prévention doivent imposer à l'exécutante, les conditions de travail les meilleures, les plus régulières, donc les plus sûres.

La seconde est d'intervenir afin de sauvegarder les vies humaines, et les matériels. Car les conséquences de l'incendie dans les installations de l'Industrie peuvent revêtir, en un laps de temps très court, un caractère de gravité exceptionnelle. Les agents d'Intervention ont une mission déterminant dans l'évolution d'un sinistre, c'est pourquoi chaque responsable doit mettre à la disposition de ces agents, les matériels en qualité et quantité suffisante. Il est donc particulièrement important qu'à tous les niveaux on soit conscient d'un danger permanent, et aucune mesure de prévention ou d'intervention ne doit être sous-estimée. Un autre aspect est la formation permanente de ce personnel, qui lui permettra d'acquérir des connaissances en fonction des nouvelles techniques et d'accroître l'esprit de sécurité qui est la base de cette mission.

A cet effet, l'Institut Algérien du pétrole (I.A.P) a créé l'école à feu pour former des ingénieurs, sur des actions de prévention et d'interventions. Utilisant des stratégies issues de la réalité. Le programme de formation consiste à réaliser des actions d'intervention pour atteindre le feu selon des scénarios bien déterminé. En effet, plusieurs scénarios sont possibles dans l'école telle que, un déclenchement d'une source de feu dans un réservoir de 30 000 m³, un autre scénario très intéressant quand un incendie déclenche dans un réservoir du fuel. En revanche, il existe d'autres scénarios qui sont destinés à l'intervention contre des incendies des équipements stratégiques, tels que les échangeurs de chaleurs, des chaudières des turbines etc.



N°	
1	Réservoir de 30 000 litres avec cuvette de rétention
2	Caniveau de tuyauteries (0,8 × 0,6 m long 30 m)
3	Wagon citerne avec cuvette de rétention
4	Camion citerne
5	Fosse compartimentée pour feux de flaque (100 m ²)
6	Bac rectangulaire (5 m ²)
7	Bac circulaire (1,8 m ²)
8	Bac rectangulaire (1,8 m ²)
9	Local
10	Flaque complexe; installation pour feu d'hydrocarbures liquéfiés
11	Bouche d'incendie normalisée de 100
12	poteau d'incendie normalisée de 100
13	Ballon de fuel sous pression
14	Groupe motopompe
15	Centenaire propane
16	Objectif pour feu d'hydrocarbure et propane

Tableau .I.1. La clé de plan d'école a feu de l'IAP (I.4)

I.3.2. Le contenu de la formation

La formation sécurité donnée aux stagiaires admis au centre est à la fois technique et pratique

1. Coute technique :

Ce partie faite parce que l'attaque du feu n'est faite qu'en seconde phase, après que tous ait compris comment :

- Début un incendie
- La propagation du feu
- Les moyens d'extinction
- Les utilisations des moyens d'extinction
- La technique d'attaque du feu
- L'organisation de l'intervention.

2. Coute pratique :

La partie pratique a pour but d'entraîner les stagiaires a la manipulation et l'utilisation des différents matériels d'incendie et de concrétiser l'instruction théorique sur les méthodes d'intervention concernant les différents types de feux pouvant survenir dans les installations de l'Industrie.

I.3.3. Les types de feux

Les types de feux retenus à l'école sont ceux qui sont susceptibles de se produire le plus fréquemment dans les installations industrielles.

Nature de feu	Les composantes
1. Feux de gaz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Feux de bride horizontale à 0.5 m du sol ➤ Feux de bride verticale à 2 m du sol ➤ Feux à l'ouverture d'un tube à 0.5 m du sol <p>Ces feux sont alimentés soit en propane ou butane (phase gazeuse) soit en essence ou carburéacteur.</p>
2. Feux homologués pour extincteur	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bac circulaire Ø 1.5m - s=1.8 m₂ ➤ Bac rectangulaire L= 1.80m – l= 1.8m – s=1.8 m₂ ➤ Bac rectangulaire L= 2.50m – l= 2.0m – s =5.0 m₂ - profondeur est 0.15m
3. Feux de flaque de 100 m² :	Fosse de 100m ² compartimentée en 4 de 25 m ² . Le combustible utilisé est indifféremment, l'essence, le gas-oil et le carburéacteur TR
4. Feux de flaque complexe :	Ce feu simule un feu de pomperie ou d'unité, avec écoulement de liquide (essence, gas-oil) sur une pompe et sur un échangeur.
5. Feux de camion-citerne	
6. Feux de wagon-citerne	
7. Feux de caniveau de tuyauteries:	Ce feu a pour but de montrer l'intérêt des murs coupe feux et les problèmes particuliers aux feux de caniveaux de tuyauteries.
8. Labyrinthe	Local permettant d'habituer les stagiaires à intervenir parmi les obstacles et dans une fumée dense.
9. Feux de réservoirs	Cet objectif est constitué par un réservoir de diamètre 12m et une cuvette de rétention de 20m x 20m

Tableau I.2. Les types de feu de l'école à feu

I.4. Principes de base de la protection incendie

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 termes 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). Dans notre étude, nous allons nous référencier aux normes américaines NFPA [1].

I.5. Les différents systèmes de protection

La plupart des installations utilisent trois types d'équipements de lutte incendie, pouvant être mis en œuvre immédiatement :

- Système fixe : système de protection installé en permanence et connecté à une source d'agent extincteur (eau, mousse, CO₂, ..).
- Système semi-fixe : système de protection installé en permanence non connecté à une source d'agent extincteur (connexion effectuée par du personnel entraîné).
- Equipements portables : équipements amenés sur le lieu de l'incident et mis en œuvre manuellement.

[1]

I.6. Caractéristiques principales des différents éléments d'une installation fixe

Une installation de protection fixe comprend classiquement :

- Des systèmes de détection et d'alarme ;
- Une réserve d'eau incendie et d'émulseur ;
- Une pomperie (pompes principales et pompes jockey) ;
- Un réseau maillé sectionnaire d'eau ;
- Des consommateurs (diffuseurs, déversoirs, poteaux incendie, lances monitors)

I.7. Système de détection

Un système de détection a pour objectif :

- D'informer le personnel ;
- De déclencher des actions automatiques, ou non, au niveau du processus et des moyens de protection. En fonction de l'événement redouté et de ses conséquences immédiates, la détection peut être :
 - ✓ Humaine (ronde opérateur, monitoring en salle de contrôle avec déclenchement manuel des alarmes / actions) ;
 - ✓ Automatique grâce à des systèmes instrumentés (instruments adaptés à l'événement à détecter). [2]

I.8. Normes et réglementations des risques d'incendies

I.8.1. Introduction

Quand le bon dieu crée l'univers, il a instauré des lois et normes pour cadrer la vie et conservé la relation entre les individus, et entre l'individu et l'environnement...etc., donc, les normes et les réglementations sont des règles importantes pour cadrer et bien préserver les constructions, les installations, etc., c'est pour cela, nous réservons ce chapitre pour discuter sur les quelques normes et réglementations algériennes qui cadrent le réseau anti incendie et le risque incendie en générale.

I.8.2. Les normes

I.8.2.1. Norme NF EN 12845

Installations fixes de lutte contre l'incendie La norme NF EN 12845 [3] concerne les installations fixes de lutte contre l'incendie (systèmes d'extinction automatique du type sprinkler – Conception, installation et maintenance).

Cette norme spécifie les exigences et fournit des recommandations pour la conception, l'installation et la maintenance des installations fixes de lutte contre l'incendie de type sprinklers dans les bâtiments et les installations industrielles, ainsi que les exigences

particulières pour les systèmes de type sprinkler faisant partie de mesures de protection des personnes. En France, cette norme est particulièrement utilisée dans les Établissements Recevant du Public (ERP), comme les grands magasins, les centres commerciaux et les parkings.

Les normes qui s'appliquent aux robinets d'incendie armés sont les suivantes :

1.8.2.1.2. La norme NF EN 671-1

« Installations fixes de lutte contre l'incendie- Systèmes équipés de tuyaux - Robinets d'incendie armés tuyaux semi-rigides » prescrit les exigences et méthodes d'essais de fabrication et de performance des RIA destinés à être installés dans des immeubles et autres bâtiments industriels, pour être utilisés par les occupants et raccordés à une alimentation en eau.[4]

1.8.2.1.3. La norme NF EN 671-3

« Installations fixes de lutte contre l'incendie Systèmes équipés de tuyaux - Maintenance des robinets d'incendie armés équipés de tuyaux semi-rigides et des postes muraux équipés de tuyaux plats » ; fournit les recommandations relatives au contrôle et à la maintenance des RIA et des postes muraux leur permettant d'assurer en permanence le service pour lequel ils ont été fabriqués fournis ou installés, dans n'importe quel type de bâtiment et quelle que soit l'utilisation qui en est faite.[4]

1.8.2.1.4. La norme NF S 62-201

« Matériels de lutte contre l'incendie -Robinets d'incendie armés équipés de tuyaux semi-rigides Règles d'installation et de maintenance de l'installation » fixe les règles au quelles doit satisfaire une installation de RIA ; elle vise les installations du réseau de RIA conformes à

La norme NF EN 671-1 équipant tous types de bâtiments, quelle qu'en soit l'activité, et la maintenance de ce réseau. [4]

1.8.2.1.5. La norme NF EN 694

« Tuyaux de lutte contre l'incendie Tuyaux semi-rigides pour systèmes fixes » [4] spécifie les méthodes d'essais s'appliquant aux tuyaux semi-rigides de lutte contre l'incendie prévus pour les RIA.

La bouche d'incendie est un appareil de robinetterie normalisé, raccordé à un réseau d'eau sous pression enterré ou protégé et permettant le branchement au niveau du sol du matériel mobile des services de lutte contre l'incendie.

Un poteau d'incendie est une installation analogue à la bouche d'incendie mais dont les prises sont disposées au-dessus du sol.

Les bouches et les poteaux d'incendie peuvent être alimentés soit par un réseau de distribution publique d'eau, soit par un réseau d'eau sous pression privé.

Les bouches et poteaux d'incendie font l'objet des normes :

- ✚ NF S 61-211 [4] « Bouche d'incendie incongelable de 100».
- ✚ NF S 61-213 [4] « Poteaux d'incendie incongelables de 100 et 2 x 100 ».
- ✚ Norme expérimentale S 61-214[4] « Poteaux d'incendie incongelables de 65 ».
- ✚ NF S 62-200 [4] « Poteaux et bouches d'incendie Règles d'installation »

I.8.2.2. Norme NFPA

La National Fire Protection Association (NFPA) a été créée en 1896. C'est un international not-for-profit et sa fonction première est de définir et de réglementer les normes de sécurité. L'objectif principal de la NFPA est la protection contre l'incendie, mais il porte aussi sur les autres dangers des bâtiments et environnementaux. Certaines règles NFPA sont traduites en français par le CNPP (Centre National de Prévention et Protection). En France, les standards NFPA sont utilisés principalement par des groupes transnationaux, mais également lorsque des règles françaises sont inexistantes pour couvrir certains sujets (NFPA 409 pour la protection des hangars d'avion, par exemple).

I.8.2.2.1. Norme NFPA 11

Le standard NFPA 11 [5] concerne les systèmes d'extinction par mousse bas, haut et moyen foisonnement. Ce standard a pour objectif de guider : les personnes responsables de la conception, des installations, des tests, listing, des inspections, des opérations et de la maintenance, les autorités compétentes, et ce, concernant les systèmes d'extinctions par mousse bas, moyen et haut foisonnement et par mousse sous-pression. Ces systèmes d'extinctions par mousse sont les plus souvent utilisés pour l'intérieur des bâtiments ou pour des risques extérieurs.

I.8.2.2.2. Norme NFPA 13

La règle NFPA 13 [6] concerne les installations de systèmes sprinklers. Cette règle présente des règles claires et précises pour les systèmes sprinklers depuis la conception jusqu'à l'installation et pour l'ensemble des risques. Elle intègre, entre autres : Des critères d'installation permettant de satisfaire des besoins spéciaux en architecture. Des spécifications complètes pour les stockages. Une section présentant les bases de l'installation des sprinklers résidentiels. Une section spéciale pour la conception de la protection des risques spécifiques. Des tableaux pour le choix de sprinklers.

I.8.2.2.3. Norme NFPA 15

Le standard NFPA 15 [7] concerne les systèmes d'arrosage à eau (déluge). Ce standard est particulièrement utilisé en Risques Spéciaux, pour la protection des feux à développement rapide et le refroidissement des équipements (réacteurs, réservoirs, colonnes de distillation, transformateurs, convoyeurs, etc.).

I.8.2.2.4. Norme NFPA 25

La NFPA 25[8] est un standard relatif au contrôle, à l'essai et à la maintenance des systèmes de protection contre l'incendie à base d'eau. Le standard NFPA 25 énonce les exigences minimums relatives aux méthodes de contrôle, d'essai et de maintenance pour les systèmes de protection incendie à base d'eau, y compris les applications marines et terrestres. Cette norme s'applique notamment aux types de systèmes suivants : sprinklers, canalisations d'incendie et lances, systèmes fixes à pulvérisation d'eau, mousse-eau. Les alimentations en eau intégrées à ces systèmes sont également concernées. La norme s'attache aussi au traitement et à l'enregistrement des interruptions.

I.8.2.2.5. Norme NFPA 850

Recommande practice for fire protection for Electric Genarating plants :(pour les prestations d'ALSTOM listées dans cette philosophie)

I.8.2.3. la norme APSAD

Les référentiels APSAD sont composés de règles et de documents techniques APSAD. Ce sont des référentiels techniques rédigés en concertation avec les différents acteurs de la sécurité. Elles répondent aux exigences des assurances et sont souvent des documents de référence pour les certifications APSAD de service. En France, les règles APSAD sont très souvent appliquées pour la conception, la mise en œuvre et la maintenance de systèmes de sécurité incendie. A ce titre, elles sont souvent considérées comme des « règles de l'art ».

I.8.2.3.1. Règle APSAD R1

La règle APSAD R1 [9] concerne les installations de systèmes d'extinction automatique à eau de type sprinkler. Elle précise les exigences de conception, d'installation et de maintenance qu'il est nécessaire de prendre en compte pour obtenir des performances satisfaisantes des systèmes sprinklers. Il est recommandé d'associer l'assureur dès la rédaction du cahier des charges afin, notamment, de convenir de l'étendue de la protection et de classer correctement les risques. La règle a été élaborée en liaison avec les instances Prévention de la Fédération française des sociétés d'assurances.

I.8.2.3.2. Règle APSAD R5

Robinets d'incendie armés et postes d'incendie additives. La règle APSAD R5 [10] s'applique aux installations robinets d'incendie armés mises en place dans les bâtiments dissecteurs industriel, commercial, agricole ou tertiaire. Elle définit des exigences de conception et d'installation La règle APSAD R5 [4] concerne les robinets d'incendie armés et les postes d'incendie additives. Elle permet de concevoir et de réaliser une installation de robinets d'incendie armés (RIA) dans tous types de bâtiments.

Elle s'applique également aux postes d'incendie additives (RIA) qui peuvent être utilisés en complément, pour la protection de certains risques particuliers pouvant donner lieu à des feux spécifiques qui ne pourraient pas être maîtrisés uniquement avec de l'eau (feux de classe B par exemple). Les caractéristiques techniques des matériels, leur implantation, les sources

d'eau, le réseau de canalisations, ainsi que les opérations de surveillance, de vérification et de maintenance des installations font l'objet d'exigences particulières. Une étude de cas aidera à appréhender la démarche.

I.8.2.3.3. Règle APSAD R6

Maîtrise du risque incendie La règle APSAD R6 [11] concerne la maîtrise du risque incendie ainsi que l'organisation et le système de management. Cette règle fournit tous les éléments utiles pour une maîtrise du risque incendie dans l'entreprise. Elle définit des exigences d'organisation, précise les missions des équipes de première et de seconde intervention ainsi que les moyens matériels dont doit disposer l'établissement. Elle peut également conduire à la mise en place d'un système de management du risque incendie.

I.8.2.3.4. Règle APSAD R7

Détection automatique d'incendie La règle APSAD R7 [12] a pour objectif d'accompagner les utilisateurs, prescripteurs et installateurs dans la conduite d'un projet de conception et d'installation de ces systèmes dans tous types de sites ou de bâtiments. Les systèmes de détection automatique d'incendie ont pour rôle de détecter et de signaler le plus tôt possible la naissance d'un incendie, tout en évitant au maximum de déclencher des alarmes injustifiées. Les principaux points de la règle APSAD R7 sont :

- ✚ Conception de l'installation.
- ✚ Choix du type de détecteurs.
- ✚ Implantation de l'équipement de signalisation.
- ✚ Sources d'alimentation.
- ✚ Installations électrique.
- ✚ Vérifications. Elle comporte 2 chapitres qui concernent les vérifications.
 - ✓ La première traite des visites de vérification de conformité des installations.
 - ✓ Le deuxième, des vérifications périodiques et de maintenance.

I.8.2.3.5. Règle APSAD R12

La règle APSAD R12 [13] concerne les installations de systèmes d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement. Elle stipule les exigences de conception, de réalisation, de mise en service, de vérifications périodiques et de maintenance des installations fixes d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement mises en place dans les bâtiments des secteurs industriel, commercial, agricole ou tertiaire.

I.8.2.3.6. Règle APSAD R13

La règle APSAD R13 [14] concerne les installations de systèmes d'extinction automatique à gaz.

La règle définit les exigences minimales de conception, d'installation et de maintenance des installations fixes d'extinction automatique à gaz par noyage total assurant la protection contre l'incendie de bâtiments et de volumes clos. Les dispositions applicables à toutes les installations sont regroupées dans la première partie de la règle.

Les dispositions spécifiques aux différents gaz, avec tous les éléments nécessaires au dimensionnement des installations et des exemples de calcul, font l'objet de parties distinctes

I.8.3. Les réglementations algériennes

La mise aux normes incendie pour être en accord avec la réglementation incendie constitue un enjeu majeur pour les entreprises algériennes.

Les établissements n'ayant pas engagé les travaux d'amélioration de la sécurité contre l'incendie prescrit dans la réglementation incendie en vigueur, risque de se mettre hors la loi.

Ci-dessous l'ensemble des lois, ordonnances et décrets Algériens utiles pour nous aider dans la mise aux normes de l'établissement vis-à-vis de la réglementation incendie et normes algériennes de sécurité incendies.

Règles applicables en matière de sécurité contre les risques incendie.

I.8.3.1. Ordonnance n°76-4 du 20 février 1976

Relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques d'incendie et de panique et à la création de commission de prévention et de protections civile. [15]

Article 1 : - La présente ordonnance a pour objet de définir les règles applicables :

1. A la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public et dans les immeubles grandes hauteurs
2. A la sécurité contre l'incendie dans les bâtiments d'habitation
3. Aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes
4. A la classification des matériaux et éléments de construction par catégorie, selon leur comportement au feu et les méthodes d'essais.

I.8.3.2. Décret exécutif N° 08-312 du 05 octobre 2008

fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures[16], ainsi que le décret exécutif N° 07-145 du 19 mai 2007 [17] déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement comprenant, entre autres, les prestations suivantes :

- ✚ Inventaires scientifiques (faune-flore-habitat) et évaluation de la sensibilité des sites et des enjeux ;
- ✚ Définition et évaluation des impacts ;
- ✚ Proposition de mesures de réduction ou de compensation des impacts et évaluation financière de ces mesures ;
- ✚ Elaboration d'un plan de gestion de l'environnement.

I.8.3.3. décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006

Définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement [18]. En application des dispositions des articles 19, 23 et 24 de la loi n°03-10 du 19 juillet 2003, le présent décret a pour objet de définir la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement et, notamment, les régimes d'autorisation et de déclaration d'exploitation des établissements classés, leurs modalités de délivrance, de suspension et de retrait, ainsi que les conditions et modalités de leur contrôle[19].

I.8.3.4. décret exécutif n° 15- 09 du 23 Rabie El Aouel 1436

Correspondant au 14 janvier 2015 fixant les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures Le présent décret fixe les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures et leur contenu, en application des dispositions de l'article 18 (alinéa 9) de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, modifiée et complétée, relative aux hydrocarbures.[19]

I.8.3.5. Loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004

Relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable Cette loi a pour objet d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable[20]. Ces règles ont pour fondement les principes suivants :

- ✚ le principe de précaution et de prudence ;
 - ✚ le principe de concomitance ;
 - ✚ le principe d'action préventive et de correction par priorité à la source ;
 - ✚ le principe de participation et le principe d'intégration des techniques nouvelles.
- L'Etat assure aux citoyens un accès égal et permanent à tous [19]

I.8.3.6. Décret exécutif n° 09-335 de l'AouelDhou El Kaada 1430 correspondant au 20 octobre 2009

Fixant les modalités d'élaboration et de mise en œuvre des plans internes d'intervention par les exploitants des installations industrielles [21]

I.8.3.7. Décret exécutif n° 15-71 du 21 RabieEthani 1436 correspondant au 11 février 2015

Fixant les conditions et modalités d'élaboration et d'adoption des plans particuliers d'intervention pour les installations ou ouvrages [19]. Le présent décret fixe les conditions et modalités d'élaboration et d'adoption des plans particuliers d'intervention pour les installations ou ouvrages, en application des dispositions de l'article 61 de la loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004 [20]relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. A cet effet, il est institué, au niveau de chaque wilaya

Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la description de l'école à feu de l'ex IAP qui a été créé dans le but de former des techniciens capable d'intervenir en cas d'un incendie ainsi une attention particulière sera accordée à la présentation de l'aspect réglementaire avec les normes utilisés dans le domaine de protection des risques d'incendie.

II. Etude théoriques du réseau anti d'incendie

Pour la protection contre les incendies, on utilise dans les installations classés un réseau fixe anti-incendie pour objectif de contrôler ou limiter le développement d'un incendie, la protection des biens, l'environnement et la vie humaine.

II.1. Historique de réseau anti incendie

Depuis que les hommes se sont réunis en cités, l'incendie est une véritable calamité, tant dans l'Antiquité que de nos jours. Il faudra attendre le XX^e siècle, avec le développement des connaissances sur l'incendie, pour que la prévention contre le risque incendie intègre les dimensions que nous lui connaissons aujourd'hui. En Egypte comme à Babylone, les cités sont construites de telle sorte que des groupes de quartiers soient séparés par de grandes et larges avenues, qui évitent la propagation des flammes sur toute la cité. Egypte pharaonique : premières pompes à eau manuelles utilisées contre l'incendie (sorte de grosse seringue montée sur roue tractable). Ce procédé est néanmoins limité et un incendie reste souvent destructeur.

Au 3^{ème} siècle av JC, le Grec Ctésibios, après un voyage en Egypte, développe en Grèce les premières pompes aspirantes et foulantes. C'est sous l'empire romain que la lutte contre l'incendie prend tout son sens : les incendies sont extrêmement ravageurs, le plus célèbre étant l'incendie de Rome en 64 ap.JC qui détruisit les $\frac{2}{3}$ de la ville. La première véritable brigade de pompier est créée à Rome : les Vigiles urbain. On y retrouve l'organisation militaire romaine.

La lutte contre le feu est menée avec des seaux d'eau, pompes et haches, avec de grandes plaques de teck (bois dur) qu'on posait sur les flammes pour étouffer le feu, avec des pompes (sorte de seringue) et des catapultes qui permettaient de détruire les maisons environnantes pour éviter la propagation de l'incendie.

Jusqu'au début du moyen-âge la sécurité incendie était assurée par des rondes de nuit et des mesures de précaution vis à vis du feu. Suite à la désorganisation totale des institutions gallo-romaines, les techniques régressent. L'emploi des pompes est oublié. En 1657, Hautsch de Nuremberg met au point des pompes activées par des pistons et des soupapes à la place des manivelles.

En 1648, mise en place à New York d'un système de « surveillants » des incendies : les surveillants ont pour mission de patrouiller à travers la ville en inspectant les cheminées des bâtiments. Les tours de garde sont réalisés par huit personnes, qui réveillent les habitants pour combattre l'incendie, si nécessaire avec de simples seaux d'eau. En 1672, Jan Van der Heinde, complète la machine de H. de Nuremberg en mettant au point les premiers tuyaux d'incendie, en cuir souple, assemblés tous les 15m par des raccords en laiton .En 1725, Richard Newsham développe la première pompe à incendie : amenée comme un chariot jusqu'au lieu de l'incendie, cette pompe manuelle est servie par des équipes de plusieurs hommes. Cette pompe peut délivrer jusqu'à 12 litres d'eau par seconde et ce jusqu'à une hauteur de 40 mètres.

En 1736, Benjamin Franklin crée l'Union Fire Company à Philadelphie, première compagnie de volontaires en Amérique. Il n'y aura pas de pompiers salariés à plein temps en Amérique avant les années 1850.

En 1810, après l'incendie de l'ambassade d'Autriche à Paris, ou la sœur de Napoléon 1er meurt dans les flammes, l'Empereur décide de la création d'un corps militaire de pompiers, qui sera institué par le décret du 18 septembre 1811, sous le nom de sapeurs-pompiers (en Angleterre, l'organisation du corps des sapeurs-pompiers sera créé en 1865). En 1932, Création du 18 pour l'appel aux services de secours.

II.2. Les composantes de réseau anti incendie

II.2.1. Dispositions générales

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

- A pouvoir isoler, sur une distance ne dépassant pas les cents (100) mètres, toute section affectée par une rupture ou travaux de maintenance.
- A ne pas mettre en nombre cumulé plus de 5 hydrants et RIA ou lances monitors hors d'usage (à cause de cet isolement).

En outre le réseau d'eau d'incendie doit être aérien posé sur des massifs en béton. Il sera enterré :

- Aux endroits de passage des véhicules
- Dans les cuvettes de rétention
- En tous points ou il risque d'être détruit par l'incendie

Au niveau des traversés de routes et des accès, des fourreaux doivent être utilisés pour éviter les contraintes mécaniques. Et aussi, les parties enterrées du réseau doivent disposer de système de lutte contre la corrosion (en cas de revêtement, celui-ci doit être étendu à la partie aérienne de 50 cm) [22] [23].

Il est noté également que le réseau d'eau d'incendie doit être implanté selon les critères suivant :

- Moins de Vingt (20) mètres d'une cuvette de rétention
- Moins de Quarante (40) mètres des parois d'un bac de stockage.

II.2.2. Source en eau

- Le réservoir d'eau incendie d'une capacité de calcul servira de source indépendante d'alimentation en eau.
- La réserve d'eau devra pouvoir assurer (12) douze heures à plein débit nominal des pompes d'eau incendie.
- Le débit horaire exigible exclut celui nécessaire à la protection des cuvettes de rétention [23].
- La fourniture d'eau incendie est assurée par un réservoir contenant 908m³ d'eau brute pour une protection incendie de 2 heures. [29]
- Ces bacs doivent pouvoir être alimentés à 100% de leur volume par une source externe en une période ne dépassant pas Vingt Quatre Heures [22] [23].
- Le seuil de niveau bas des réservoirs d'eau incendie sera fixé de manière à générer une alarme en salle de contrôle quand le niveau d'eau dans le réservoir en service atteint les 50% de son niveau nominal [22] [23].

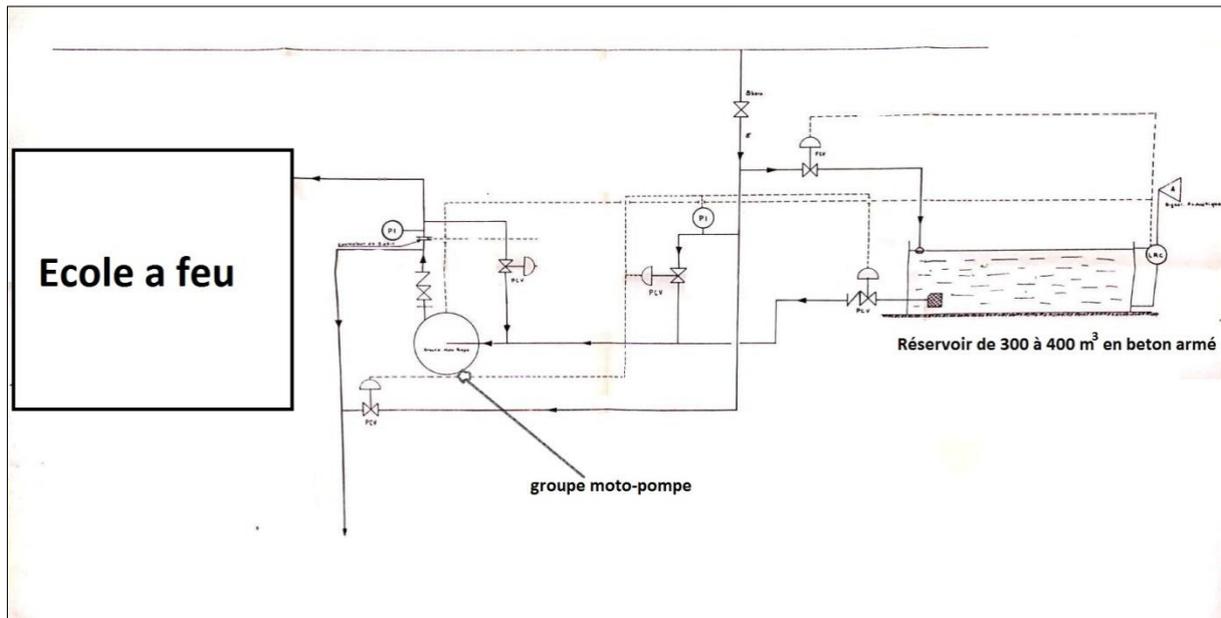


Figure .II.1. Schéma de conduite d'eau d'alimentation

II.2.3. Pompes principales du réseau incendie

Il devra être prévu pour tout nouveau projet de pomperie anti-incendie un nombre de pompes centrifuges qui permet, même en cas où une pompe de ce nombre est indisponible dans une situation de sinistre, d'assurer au minimum 100% du débit d'eau nécessaire.

En d'autres termes, si N le nombre de pompe nécessaire pour assurer le débit requis, le nombre de pompe à installer serait $N+1$ [23].

La configuration de la pomperie doit être comme suit :

1. Soit deux (2) pompes ayant chacune la capacité de délivrer 100% du débit requis. Les moteurs d'entraînement des pompes sont électriques et diesel.
2. Soit un groupe de 03 pompes ayant chacune la capacité de délivrer 67% du débit requis.
3. Soit, lorsque le débit requis dépasse la valeur de $1000 \text{ m}^3/\text{heure}$, de 03 pompes ayant chacune la capacité de délivrer 50% du débit requis.

Pour ces deux dernières configurations, il faut prévoir deux moteurs diesel et un moteur électrique.



Figure .II.2. Pompe électrique



Figure .II.3. Pompe diesel

Toutefois, s'il y a existence de deux sources d'alimentation électrique indépendantes, il est possible d'envisager une configuration à deux pompes entraînées par des moteurs électrique et la troisième par un moteur thermique type diesel. La pression de refoulement est telle que dans les conditions d'un feu dimensionnant le réseau est à même de fournir à l'équipement le plus éloigné (Hydrant, lance monitor), le débit nominale de cet équipement (fournit le fabricant) à la pression 8 bars. Leur démarrage est automatique par chute de pression importante dans le réseau (ouverture de d'hydrants ou autres d'incendie), l'arrêt est uniquement manuel. La pression maximale est fixé par la nature des matériaux des équipements constituant le réseau (Brides, pipe, accessoires etc.).

L'installation des pompes principales doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA [24].

II.2.4. Pompes auxiliaires

La pomperie incendie doit être équipée de deux pompes (2X100%) de capacité nominale de 30 m³/h, dites « Pompes Jockey » dont la fonction est de maintenir le réseau sous pression.

En situation normale, le réseau d'eau incendie est maintenu en permanence et de façon automatique en pression (pression minimum de 8 bar en tout point du réseau) au moyen de l'une de la pompe jockey, l'autre étant en secours. Les pompes jockey sont permutées manuellement par l'opérateur de façon périodique (typiquement chaque semaine) [23].



Figure .II.4. Pompe Jockey

L'installation des pompes auxiliaires doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA 20

II.2.5. Accessoires de la tuyauterie du réseau d'incendie

Pour accomplir sa fonction de lutte contre l'incendie convenablement, le réseau d'eau d'incendie doit comporter certains accessoires tels que :

II.2. 5. 1. Les Vannes de sectionnement

Leur but, est de permettre l'isolation de n'importe qu'elle partit du réseau en cas de nécessité, tels que des travaux de réparation, d'entretien ou de vérification. Leur emplacement ainsi que leur répartition doivent être très bien étudiés pour pouvoir maîtriser n'importe quel tronçon du réseau pendant l'exploitation du système. Leur nombre dépend de l'étendue du réseau. Il doit être suffisant. Leur emplacement à chaque intersection est comme indiqué dans les schémas ci-dessous dans le respect de la règle :

$$\text{Nb vannes} = \text{Nb branches} - 1$$

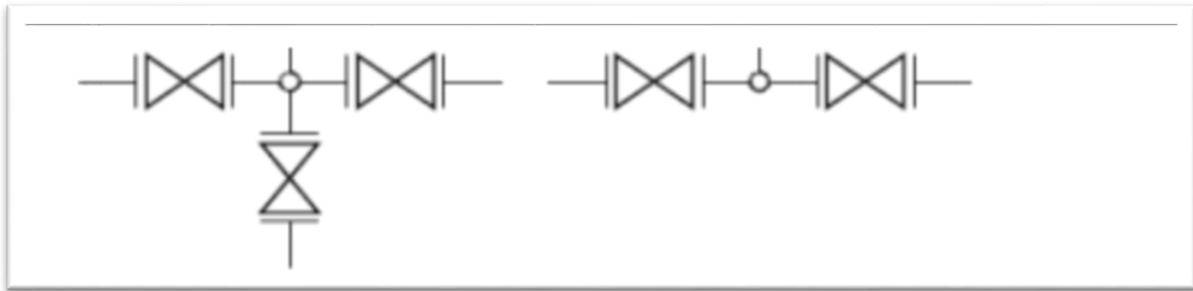


Figure .II.5. Les vannes de sectionnement de réseau d'incendie.

Elles doivent être du type approuvées et conforme aux normes en vigueur régissant le domaine d'application.

Elles doivent être visibles et facilement accessibles en cas de besoin et doivent être du type indicatrices de position (fermée/ouverte). La signalisation des vannes installées dans des regards doit être apparente, ces dernières nécessitent une attention particulière notamment les risques d'être couvertes totalement par le sable (régions du sud), ou l'obstruction du regard.

II.2.5.2 Les Clapets anti-retour

Ils permettent la circulation de l'eau uniquement dans un sens. Ils doivent être installés sur :

- ✓ la tuyauterie de refoulement des différentes pompes du réseau
- ✓ la tuyauterie des différents piquages du réseau



Figure. II.6. Les Clapets anti-retour

II.2.5.3. Les Indicateurs de pression

Le but de leur utilisation est d'indiquer la pression dans le réseau. Ils doivent avoir une échelle de mesure de pression (bar). Ils sont d'une grande utilité pour le contrôle visuel du réseau.

Leur installation sera utile sur :

- la tuyauterie de refoulement des pompes du réseau
- à proximité de certains poteaux d'incendie à risque.

II.2.5.4. Les armoires d'incendie

Ceux sont des équipements, conçus pour le stockage de certains matériels d'intervention en cas d'incendie. Leur utilisation a pour but de :

- préserver le matériel de lutte contre l'incendie tel que les tuyaux.
- gagner du temps en cas d'incendie

Elles doivent être installées à proximité des prises d'eau (bouches / poteaux) et peintes en rouge. Elles doivent être fermées constamment en situation normale et sont équipées d'une glace conçue pour leur ouverture en cas d'incendie (Brise-glace). Le matériel d'intervention à stocker dans ces armoires doit faire l'objet d'une étude dans laquelle, il faut considérer les facteurs suivants :

- la nature de la prise d'eau à proximité de laquelle l'armoire est installée
- Hydrant
- la surface à protéger
- la distance entre prise d'eau et point d'attaque.

D'une manière générale, les armoires doivent être installées entre tous les deux Hydrant et leur l'intérieur doit comprendre le matériel d'intervention suivant :

- 01 Tuyau DN 100 de 20 mètre de longueur.
- 01 Division avec robinet DN 100 par deux sorties DN 65.
- 02 Tuyaux de DN 65 mm de 20 mètres de longueur.
- 02 Lances à débit variables DN 65
- 01 Division avec robinet DN 65 par deux sorties DN 40.
- 02 Lances à débit variables DN 40
- 02 Tuyaux de DN 40 mm de 20 mètre de longueur.
- Division avec robinet DN 65 par deux sorties DN 40.
- 02 clés Tricoises en bronze universelles.
- 01 Hachette et 01 pelle.



Figure. II.7. Armoire d'incendie

II.2.6. Les prises d'eau

Ceux sont des appareils destinés à être installés et répartis sur toute la tuyauterie du réseau d'eau d'incendie. Ils ont pour but de permettre aux agents d'intervention d'utiliser l'eau sous pression du réseau incendie.

- Leur nombre et leur répartition doivent faire l'objet d'une étude approfondie dans laquelle il faut tenir compte des deux facteurs importants suivants :
 - ✓ le risque à protéger
 - ✓ la surface à couvrir
- Généralement, ces prises d'eau comprennent :
 - ✓ Les Hydrants
 - ✓ les Robinets Incendie Armés (RIA)
 - ✓ Les Lances Monitors

II.2.6. 1. Les poteaux d'incendie (Hydrants)

Les poteaux d'incendie seront raccordés au réseau d'eau incendie, le débit minimal des hydrants est de 1000 l/mn. [23].



Figure .II.8. Le poteau d'incendie (Hydrant)

- **Implantation des hydrants**

Les poteaux d'eau incendie seront raccordés à des distances de 40 mètres. Cependant, ils peuvent être, dans certains cas particuliers, plus rapprochés.

Ils doivent, dans tous les cas, être situés au moins 30 mètres des unités de production, et leurs alentours ils doivent être dégagés et permettre l'évolution sans gêne, des véhicules d'interventions.

- **Construction des hydrants**

Les poteaux d'eau incendie utilisés sont ceux comportant deux (02) sorties de 100 mm de diamètre chacune avec :

1. Raccords systématique avec bouchons et chaînettes.
2. Une vanne pied de poteaux de diamètre 6 "
3. Une vanne 4" pour chaque sortie

Les vannes devront être de type ¼ de tour et devront résister à une pression d'épreuve, représentant 200 % de la pression maximale de service.

II.2.6.2. Robinets d'incendie armés (RIA)

Les Robinets d'Incendie Armés (RIA) devront être constitués par :

1. Un dévidoir fixé sur un poteau ou autre.
2. Un tuyau semi-rigide de 30 mètres de longueur et de 45 mm de diamètre.
3. Une lance de 45 mm DSP/AR pouvant établir un jet diffusé et un jet plein.

Le débit devra être de 200 l/mn à 8 bars. La portée utile devra être de 15 mètre au minimum.



Figure .II.9. Robinet d'incendie armé (RIA)

II.2.6.3. Monitors

Les Monitors fixes doivent être mixte (Eau et Mousse). Ils devront permettre d'atteindre avec le jet plein à l'eau ou à la mousse les parois de bacs de stockage depuis leur emplacement. La portée des Monitors ne peut en aucun cas être inférieure à 50 mètres avec un débit de 3000 l/mn à 7 bars.

Chaque cuvette de bac stockage devra disposer, au moins, de quatre lances monitors.



Figure .II.10. Monitor

Une réserve de 1500 litres d'émulseur devra être installée auprès de chaque lance Monitor. La réserve d'émulseur devra être abritée (protégée) du soleil. [25]

II.2.6.4. Couronnes d'eau

Tous les bacs de stockage d'hydrocarbures liquides doivent être équipés de deux demi couronnes d'eau assurant un débit mixte eau/émulseur de 15 L/ min.ml.L'installation des couronnes d'eau, pour les bacs de stockage, doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA [26].

II.2.7. Réseau mousse

Tous les réservoirs d'hydrocarbures liquides doivent être reliés par une ou plusieurs lignes à la pomperie incendie. Ces réserves d'émulseur doivent être placées en des endroits judicieusement choisis et constitués de manière à pouvoir être rapidement et facilement mises en œuvre. Dans le cas où la distance est supérieur à 300 m, des stations locales de mousse au niveau des zones de stockage de capacité minimale qui correspond au volume nécessaire pour :

- éteindre, en vingt minutes, un feu sur le réservoir le plus important, avec un taux d'application de 5 l/min.m², tout en assurant son refroidissement avec un taux d'application de 15 l /min.m², et la protection des réservoirs voisins menacés.
- Pour les bacs à toit flottant, il faut considérer un feu de joint avec un Taux d'application d'extinction de 12,2 l/ min.m².
- éteindre, pendant 60 minutes au minimum, un feu sur la plus grande cuvette en projetant de la mousse avec un taux d'application de solution moussante de 5l/min.m².

II.2.7.1. Boite à mousse

Tous les bacs de stockage d'hydrocarbures liquides doivent être équipés de chambre à mousse assurant un débit de solution moussante de 5 l/min.m² [23].

L'installation des boites à mousse doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA 11. Le nombre de boite à installer est fonction du diamètre du bac à protéger conformément au tableau ci-dessous [27].

Diamètre du Bac (Mètre)	Nombre de Boite
Jusqu'à 24 mètre	2
De 24 à 36	3
de 36 à 42	4
De 42 à 48	5

Tableau .II.2. Le nombre de boite à installer en fonction du diamètre du bac.

II.2.7.2. Générateur de déversoir à mousse

Toutes les cuvettes de rétention de bac, contenant des hydrocarbures liquides, doivent disposer de générateur de déversoir à mousse, relié au circuit mousse et pouvant assurer un taux d'application de 5 l/min.m².



Figure .II.11. Générateur de déversoir à mousse

II.2.7.3. Déversoir à mousse

Les joints des bacs à toit flottant doivent être dotés de déversoirs de mousse assurant un débit d'application de 12 l/min.m² de la surface du joint. L'installation de dispositif anti incendie doit être conforme aux prescriptions de la norme NFPA.



Figure .II.12. Déversoir à mousse

II.3.Méthode d'inspection

L'équipe d'entretien du réseau anti incendie est chargée de :

- S'assurer que le réservoir d'eau (bâche à eau) de la station de pompage et constamment pleine. check-list de contrôle à chaque prise de quart avec enregistrement.
- Entretien et maintenir les pompes en bonne état de marche. Selon mode d'emploi transmise par le fournisseur des pompes.
- Tenir le registre à jour. Contrôle quotidien par le responsable de quart.
- Entretien et maintenir le moteur diesel en bonne état de marche (niveau de carburant, d'huile, charge des batteries, etc. ...).Check-list de contrôle à chaque prise de quart
- S'assurer que le réseau est maintenu sous pression. (Manomètre sur réseau incendie).check-list de contrôle tous les deux heures par l'équipe présente
- Ouvrir périodiquement les poteaux d'incendie, les vannes, RIA et les lances monitors. Au moins une fois par semaine une inspection visuelle check-list de contrôle ; graissage des boulons des tiges de vannes au moins une fois par mois.
- Procéder aux essais hebdomadaires des pompes électrique et diesel en déversant dans la bâche à eau (installation retour vers bâche à eau) en présence du représentant de la technique.
- Vérifier l'état du réseau ; planification d'inspection préventives.
- Des rondes d'inspection doivent se faire à chaque prise et fin de quart ; ces inspections doivent enregistres sous formes de check-list mentionnées dans le registre de quart.

[28]

II.4. Mode opératoire:

Système de pompage d'eau douce, utilisé comme source principale d'eau. Ce système est composé d'une pompe jockey, d'une pompe électrique et d'une pompe à diesel. La pompe jockey est utilisée pour maintenir le réseau d'eau d'incendie sous pression et pour faire face à une faible partie de la demande d'eau du réseau (par exemple : l'utilisation d'une RIA). Les pompes électriques et à diesel sont dimensionnées pour répondre à la demande maximum en eau (ouverture de 2 RIA et 1 lance monitor).

Le réseau d'eau anti-incendie, est dimensionné pour alimenter l'ensemble de la tuyauterie et équipements installés avec une bonne quantité d'eau à une pression permettant de faire face à la demande d'eau dans la zone a protégé. Il est posé en boucles fermées le long des routes et autour des zones du camp de vie, et est sectionné par des vannes de sectionnement manuelles, de façon à ce que certaines parties du système puissent être isolées en cas d'urgence ou lorsque des interventions d'entretien ou de : réparations sont nécessaires, sans devoir bloquer l'ensemble du système.

Le déclenchement automatique de la pompe jockey et pompe principale électrique ce fait grâce au pressostat installer dans le circuit. L'exploitation de la pompe diesel en cas d'absence de courant électrique ce fait manuelle, localement au niveau de local technique.

Divers matériels et équipements utiles à la lutte contre l'incendie sont installés dans le réseau d'eau anti-incendie :

- Poteaux d'incendie : elles sont situées le long de la route à des emplacements Stratégiques.
- RIA : ils sont situés dans les endroits stratégiques et peut être exploité a tous moment
- Lances monitor : elles occupent des positions stratégiques de manière à desservir tout Le camp. [28]

Conclusion :

La sécurité dans les industries exige la dotation des installations d'intervention contre les incendies. Pour garantir qu'ils sont aptes à être utilisés, il est essentielle que tous les équipements anti incendie soient régulièrement contrôlés, maintenues en permanence en état de fonctionner et tester périodiquement afin de vérifier la fiabilité de leur fonctionnement.

III. Dimensionnement de réseau d'incendie d'école à feu l'ex IAP

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principes de base de dimensionnement d'un réseau incendie, Il faut voir la vitesse d'écoulement, la viscosité et les pertes de charge qui constituent l'une des étapes de notre projet, les pertes de charge sont engendrées par le déplacement du fluide dans le réseau. Cependant, leurs calculs ne sont pas une tâche facile, car il y a la contrainte de la diversité des formules utilisées. Dans ce qui suit nous allons présenter la formule d'Hazan-Williams le calcul des pertes de charge

III.1. Généralité

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 :

III.1.1.Vitesse d'écoulement

La vitesse d'écoulement d'un fluide dans une conduite se détermine par la relation suivante [31]:

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

Avec :

- ✓ V : Représente la vitesse d'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;
- ✓ Q_v : Représente le débit véhiculé dans la conduite, en [m^3 /s] ;
- ✓ D : Représente le diamètre de la conduite, en [m].

III.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. [32]

III.1.3. Nombre de Reynolds

Osborne Reynolds ingénieur britannique (1842- 1912) précisa la notion du régime d'écoulement d'un fluide et montra que trois facteurs déterminent leurs natures. Ces facteurs sont [33]:

- ✓ - La vitesse d'écoulement V du fluide, en [m/s] ;
- ✓ - Le diamètre intérieur de la tuyauterie D, en [m] ;
- ✓ - La viscosité cinématique du fluide ν , en [m^2 /s].

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

$$R_e = \frac{VD}{\nu}$$

Avec R_e : Nombre sans dimension (défini le type découlements). (Figure.III.1)

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

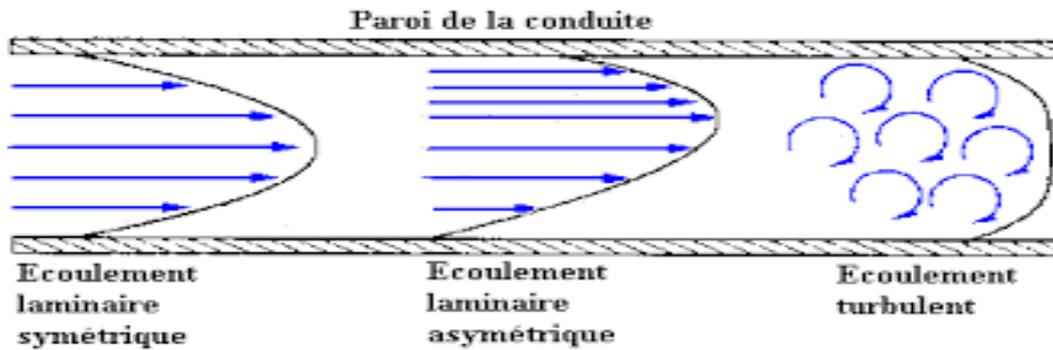


Figure .III.1.Les types écoulements selon le Nombre de Reynolds (R_e)

III.1.4. Viscosité

Dans l'écoulement d'un fluide réel, les particules situées à proximité de l'axe de la veine se déplacent plus rapidement que celles situées à proximité des bords de la conduite. Ce glissement de particule les unes sur les autres, fait apparaître des forces de frottement internes, ces forces de frottement au sein du fluide sont des forces de viscosité.

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. [33]

III.1.5. Rugosité

La rugosité correspond à la notion habituelle de présence plus ou moins importante d'aspérités sur une surface. On constate que lorsque la rugosité d'une conduite augmente, les frottements seront plus importants et donc la perte de charge augmentera. La perte de charge est donc fonction du matériau de la conduite. [33]

III.1.6. Equation de Bernoulli

Le théorème de Bernoulli généralisé permet d'exprimer la conservation de l'énergie entre deux points 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) représente la somme des différentes pertes de charge. La formule générale de cette équation [34] 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 Et P_B : Représente la pression au point A et B, en [Pa] ;

V_A Et V_B : Représente la vitesse au point A et B, en [m/s] ;

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

ΔH : Représente la perte de charge totale, en [m].

III.2. Pertes de charge

Le calcul de ces pertes de charge n'est pas une tâche facile, car il y a la contrainte de la diversité des formules utilisées. [35]

En hydraulique la perte de charge correspond à l'énergie dissipée par frottement visqueux, lors de l'écoulement d'un fluide, elle apparaît dans l'équation de Bernoulli comme une hauteur de colonne d'eau. On distingue deux types de pertes de charge :

III.2.1 Pertes de charge linéaires

Les chercheurs Darcy et Weisbach ont développé une équation théorique permettant de calculer les pertes de charge résultant du frottement exercé entre le fluide et la surface intérieure de la canalisation. Elles sont proportionnelles à la longueur (L) de la conduite et au carré de la vitesse (V) du fluide, inversement proportionnelles au diamètre (D) et fonction du coefficient de frottement (λ), elle est donnée par la formule [32] :

$$J_{HL} = \lambda \frac{V^2 L}{2gD} \quad \text{Ou bien} \quad J_{PL} = \lambda \frac{\rho V^2 L}{2D}$$

Avec :

J_{HL} : Représente la perte de charge linéaire, en [m] ;

J_{PL} : Représente la perte de charge linéaire, en [Pa] ;

V : Représente la vitesse d'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;

L : Représente la longueur de la conduite, en [m] ;

D : Représente le diamètre de la conduite, en [m] ;

g : Représente l'accélération de la pesanteur, ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) ;

ρ : Représente la masse volumique du fluide, en [kg/m^3] ;

λ : Représente le coefficient des pertes de charge linéaire, dépend de la rugosité de la paroi de la conduite et du régime d'écoulement.

III.2.2 Pertes de charge singulières

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. [32]

Ces pertes sont caractérisées par un coefficient de pertes ξ , déterminées par la relation suivante :

$$J_{HS} = \xi \frac{V^2}{2g} \quad \text{ou bien} \quad J_{PS} = \xi \frac{\rho V^2}{2}$$

Avec :

J_{HS} : Représente la perte de charge singulière, en [m] ;

J_{PS} : Représente la perte de charge singulière, en [Pa] ;

V : Représente la vitesse de l'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;

ξ : Représente le coefficient des pertes de charge, sa valeur correspond à différents types de composants d'un circuit hydraulique.

III.3. Equation expérimentale de Hazen-Williams

L'équation de Hazen-Williams 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 à l'avantage que son coefficient C_{HW} 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. [34]

La formule générale de cette équation est donnée par :

$$V = k \times C_{HW} \times R_h^{0,63} \times S'^{0,54}$$

Avec :

V : Représente la vitesse de l'écoulement en [m/s] ;

R_h : Représente le rayon hydraulique, $R_h = \frac{D}{4}$ en [m] ;

S' : Représente la perte de charge par unité de longueur ;

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

C_{HW} : Représente le coefficient de rugosité de Hazen – Williams.

Ce coefficient C_{HW} dépend du matériau des conduites, qui est représenté dans le tableau suivant :

Conduite	Valeur du coefficient C_{HW}
Fonte	100
Fer au carbone	120
Zingué	120
Plastique	150
Fonte cimentée	140
Cuivre ou acier inoxydable	150
Amiante	140
Ciment	140

Tableau .III.2. Valeur du C_{HW} selon le matériau

III.4. Relation entre le débit et la perte de charge (H) dans une conduite

A l'aide de l'équation de Hazen-Williams, nous pouvons mettre en évidence la relation qui existe entre les pertes de charge H et le débit Q_V . [34]

En mettant en exponentielle chaque côté de la formule générale de Hazen-Williams par $\frac{1}{0.54}$.
Nous aurons :

$$V^{1,852} = k^{1,852} \times C_{HW}^{1,852} \times R_h^{1,17} \times S'$$

Sachant que : $S' = \frac{H}{L}$

Avec : H : Représente la perte de charge, en [m] ;
L : Représente la longueur de la conduite, en [m].

La formule devient :

$$H = \frac{LV^{1,852}}{k^{1,852} \times C_{HW}^{1,852} \times R_h^{1,17}}$$

D'autre part nous avons : le rayon hydraulique $R = \frac{D}{4}$ (qui est différent du rayon géométrique r)

Et que : $Q = VA$

Avec :

V : Vitesse de l'écoulement dans la conduite, en [m/s] ;

A : Surface de section transversale de la conduite, $A = \frac{\pi D^2}{4}$ en [m^2].

Après simplification, la formule de Hazen-Williams peut s'écrire :

$$H = \frac{4^{3,02} L Q^{1,852}}{\pi^{1,852} k^{1,852} \times C_{HW}^{1,852} \times D^{4,87}} = \frac{10,679 \times L Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,87}}$$

Enfin nous pouvons écrire : $H = KQ^m$

Où : $m = 1,852$

K : est un coefficient propre à chaque tronçon, puisqu'il dépend de la longueur (L), du diamètre (D), du coefficient de Hazen-Williams (C_{HW}) et de l'exposant (m).

$$K = \frac{\beta \times L}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,87}}$$

Avec:

$$\beta = 10,679$$

III.5. Analyse des réseaux

Le débit du fluide permet de déterminer un diamètre de passage de façon à ce que la vitesse du fluide reste dans les limites acceptables, n'entraînant pratiquement ni perte de charge, ni échauffement excessifs.

La quantité d'eau disponible est directement définie par le type de réseau et son dimensionnement. Le réseau étant maillé, les canalisations arrivant à un nœud appartiennent à une ou plusieurs mailles à la fois, la répartition des débits dans les canalisations n'est pas connue a priori et leurs calculs se font par approximations successives, une procédure itérative est par conséquent nécessaire. Quatre méthodes sont, en pratique, utilisées, pour la résolution des équations aboutissant à l'analyse des réseaux, ce sont la méthode de linéarisation de Wood-Charles, la méthode de Newton-Raphson, méthode des éléments finis et la méthode de Hardy-Cross. [34]

III.6. Dimensionnement de notre motopompe

Le moteur utilisé est proposé par les Eté PENVEN & Co ; c'est un moteur « ALSTHOM » diesel type L Aix cylindrique en linge à refroidissement par air, développant 110 Ch, à 1750 tr/mn (puissance en service continue)

La pompe est de type WLK 100/5 c'est une pompe centrifuge à 5 étage avec roues fermés a simple entrée

La pompe tourne à la même vitesse que le moteur

La pompe	
Marque	KSB
Type	WLK 100 à 5 étages
N P S H	5.1 m
Vitesse de rotation	1750 tr / mn
Débit	165 m ³ / h
Hauteur de manométrique total	120 m.c.l
Puissance	105 Ch
Rendement	70 %

Tableau .III.2. Les caractéristiques de pompe

Le moteur	
Marque	ALSTHOM
Type	Diesel air
Puissance	L62 110 CH à 1750 tr / mn
Nombre de cylindres	6
Alésage	120 mm
Course	140
Refroidissement	Air
Démarrage	Electrique
Réservoir de combustible	150 L
+ dynamo +batterie	

Tableau .III.3. Les caractéristiques de moteur

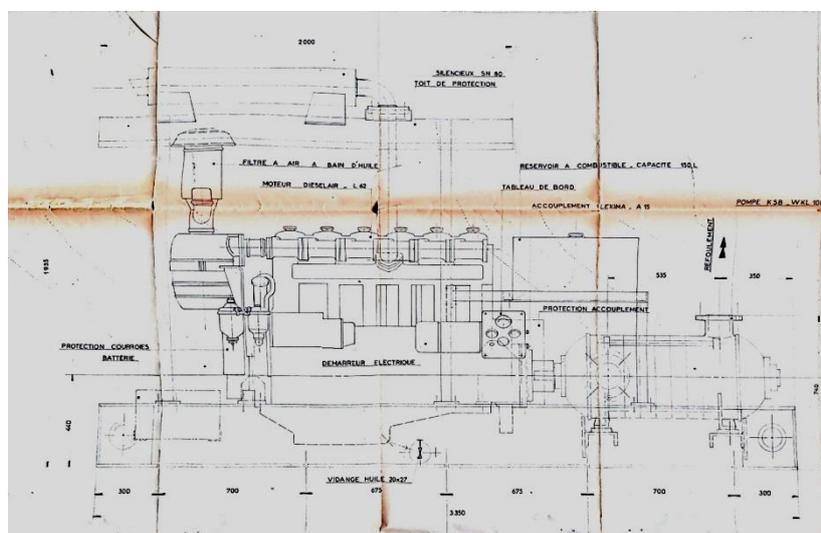


Figure .III.2. Plan de groupe de pompage

III.7.application numérique

III.7.1. Dimensionnement de la conduite

Le calcul détaillé du réseau anti incendie de l'école à feu repose sur la détermination de plusieurs grandeurs: choix du matériau, la nuance, le diamètre et l'épaisseur, nombre de poteaux, nombre de vannes, l'autonomie de l'eau...etc.

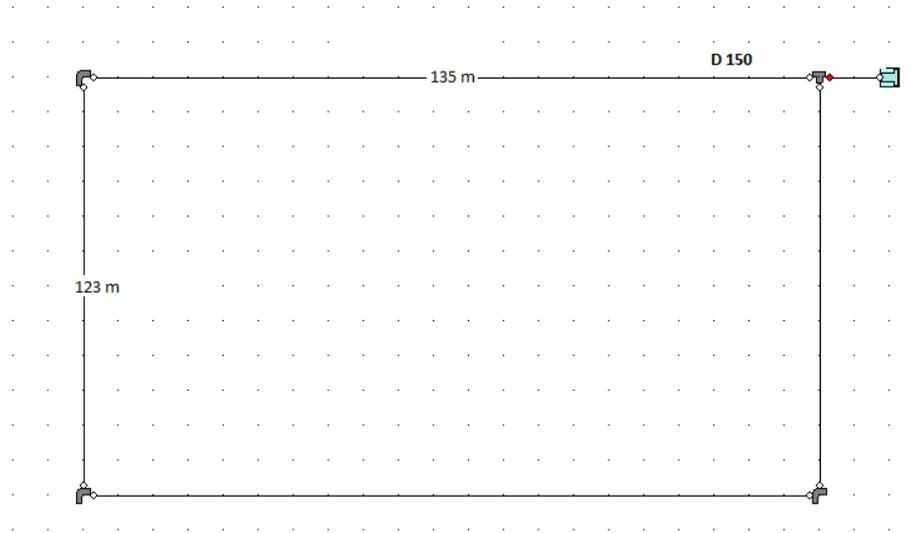


Figure .III.3. Dimension de la conduite

III.7.2. Calcul la Vitesse d'écoulement :

Selon les conditions opératoires, (température ambiante et pression moyenne), la norme ASTM A 671 recommande d'utiliser un diamètre de la conduite est : $D= 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$

$$\rho_{eau}=1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{On a comme donné : } Q_V=165 \text{ m}^3/\text{h} =0,046 \text{ m}^3 /\text{s}$$

$$\text{Et : } Q_V = V \times S \text{ avec } S=\frac{\pi D^2}{4}$$

$$\text{Donc : } V = \frac{4Q_V}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,046}{3,14 \times (0,15)^2}$$

$$V=2,62 \text{ m /s}$$

III.7.3. Etude hydraulique

Nous avons trouvé précédemment que le diamètre de la conduite est: $D= 0,15$ m et: $Q_v= 2750$ l/mn

L'étude hydraulique complète de la conduite comprend le calcul du nombre de Reynolds (afin de connaître le régime d'écoulement), l'estimation de la perte de charge totale résultant de la sommation des diverses pertes de charges spécifiques aux obstacles rencontrés.

III.7.3.1. Calcul du nombre de Reynolds

On a la viscosité de l'eau dans une température égale à 20° est : $\mu = 1 \times 10^{-3}$ m²/s

En remplaçant les termes par leurs valeurs, on a :

$$Re = \frac{1000 \times 0,15 \times 2,62}{1 \times 10^{-3}} = 393000$$

$$Re = 3,93 \times 10^5$$

On trouve que : $Re = 3,93 \times 10^5 > 4000$; donc le régime est turbulent.

Le diagramme de Moody permet d'évaluer graphiquement coefficient de perte de charge lambda en fonction de la vitesse d'écoulement moyenne V , du diamètre D et de la rugosité ϵ de la conduite et de la viscosité du fluide ν . Ces quatre variables sont regroupées en deux nombres adimensionnels : (**Annexe IV**)

- ✓ La rugosité relative : ϵ/D
- ✓ Le nombre de Reynolds $Re = \frac{VD}{\nu}$

On détermine alors le régime d'écoulement.

Si le régime est turbulent, on choisit le point d'intersection de la courbe correspondant au ϵ/D de la conduite et au nombre de Reynolds, On projette ensuite ce point sur l'ordonnée de gauche du diagramme pour estimer λ .

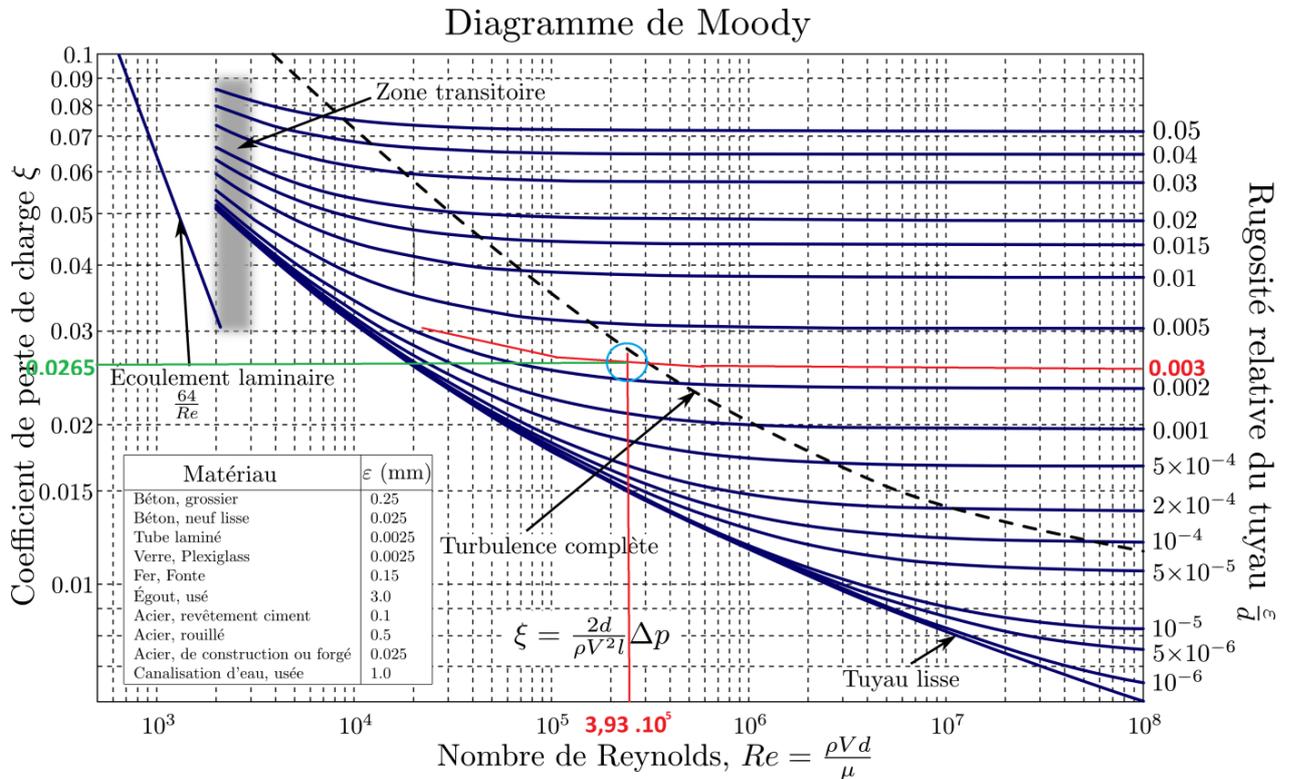


Figure III.4. Résultats des projections dans le diagramme de Moody.

La connaissance du Reynolds nous permet d'accéder à la rugosité relative et au coefficient de frottement au moyen des abaques (Figure III.4).

- Rugosité relative: $\varepsilon/D = 0.5/150 = 0,003$
- Coefficient de perte de charge: $\lambda = 0,0265$

Il est important maintenant de l'estimer les pertes de charge ΔP occasionnées par les différentes singularités rencontrées le long du trajet

III.7.3.2. Les pertes de charge linéaires J_{HL}

La relation généralement admise pour évaluer les pertes de charges linéaires est:

$$J_{HL} = \lambda \frac{V^2 L}{2gD} = 0,0265 \times \frac{(2,62)^2 \times (530)}{2(9,81) \times (0,15)}$$

$$J_{HL} = 32,76m$$

III.7.3.3. Les pertes charge singulière J_{HS}

$$J_{HS} = \xi \frac{V^2}{2g}$$

- 1- Pour coudes large à 90 J_{HSC} : $\xi_c = 0,3$ (Annexe II)

$$J_{HSC} = \xi_c \frac{V^2}{2g} = 0,3 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81}$$
$$= 0,11 \text{ m}$$

On a 3 coude donc $J_{HST} = J_{HSC} \times 3 = 0,11 \times 3 = 0,33 \text{ m}$

- 2- Pour dérivation simple avec T équerre : J_{HST} ; $\xi_t = 1,0$ (Annexe II)

$$J_{HST} = \xi_t \frac{V^2}{2g} = 1 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81}$$
$$= 0,35 \text{ m}$$

On a 5 dérivations donc $J_{HSTT} = J_{HST} \times 5 = 0,35 \times 5 = 1,75 \text{ m}$

- 3- Pour vanne d'arrêt J_{HSV} : $\xi_v = 6,0$ (Annexe III)

$$J_{HSV} = \xi_v \frac{V^2}{2g} = 6 \times \frac{(2,62)^2}{2 \times 9,81}$$
$$= 2,1 \text{ m}$$

On a 6 vannes donc : $J_{HSV} = J_{HSV} \times 6 = 2,1 \times 6 = 12,6 \text{ m}$

- 4- Pour coudes large à 45 $J_{HSC''}$: $\xi_c'' = 0,24$ (Annexe II)

$$J_{HSC''} = \xi_c'' \frac{V^2}{2g} = 0,24 \times \frac{(2,83)^2}{2 \times 9,81}$$
$$= 0,08 \text{ m}$$

On a 4 coude donc $J_{HSC''T} = J_{HSC''} \times 4 = 0,08 \times 4 = 0,32 \text{ m}$

Calculons de pertes charges singulière total J_{HS} :

$$J_{HS} = J_{HST} + J_{HSC} + J_{HSV} + J_{HSC''T}$$
$$= 0,33 + 1,75 + 12,6 + 0,32$$
$$J_{HS} = 15 \text{ m}$$

III.7.3.4. tableau de résultat

On a résumé les résultats des calculs dans le tableau suivant :

	Les résultats	Remarque
La vitesse découlement	$V = 2,62 \text{ m /s}$	
Nombre de Reynolds	$Re = 3,93 \times 10^5$	On a : $Re = 3,93 \times 10^5 > 4000$; donc le régime est turbulent.
La rugosité relative	$\epsilon/D = 0,003$	On prend la valeur de ϵ selon le type de matériau utilisé.
Coefficient de perte de parte charge lainière λ	$\lambda = 0,0265$	On prend la valeur suivant les abaques
Les pertes de charge linéaires J_{HL}	$J_{HL} = 32,76 \text{ m}$	
Les pertes charge singulière total J_{Hs}	$J_{Hs} = 15 \text{ m}$	

Tableau .III.4. Tableau des résultats

III.7.4. La résultat des essais en terrain de l'école à feu

Le nombre de poteau d'incendie	Les résultats des essais	
	Sans sur-presseur	Avec sur-presseur
N1	2 lances: 9,5 bars.	/
N2	2 lances : 7 bars. 1 lance : 8 bars.	/
N3	2 Lances : 6,5 bars. 1 lance : 7,5 bars.	/
N4 (C'est le plus défavorisé)	2 lances : 6 bars. 1 lance : 7,5 bars.	2 lances : 10 bars. 1 lance : 11,5 bars.

Tableau .III.5. Les essais en terrain

III.8. Application par logiciel

III.8.1. Le choix de logiciel

Comme logiciel on a utilisé le « Piping Systems FluidFlow » .c'est un simulateur d'écoulement de fluide à la pointe de la technologie. Cette application logicielle permet de simuler l'écoulement de fluides dans des réseaux complexes, en tenant compte de l'état de phase du fluide et en déterminant les changements de chaleur. « FluidFlow » est plus qu'un programme d'analyse de réseau de canalisations, c'est un simulateur de flux de processus en régime permanent entièrement développé.

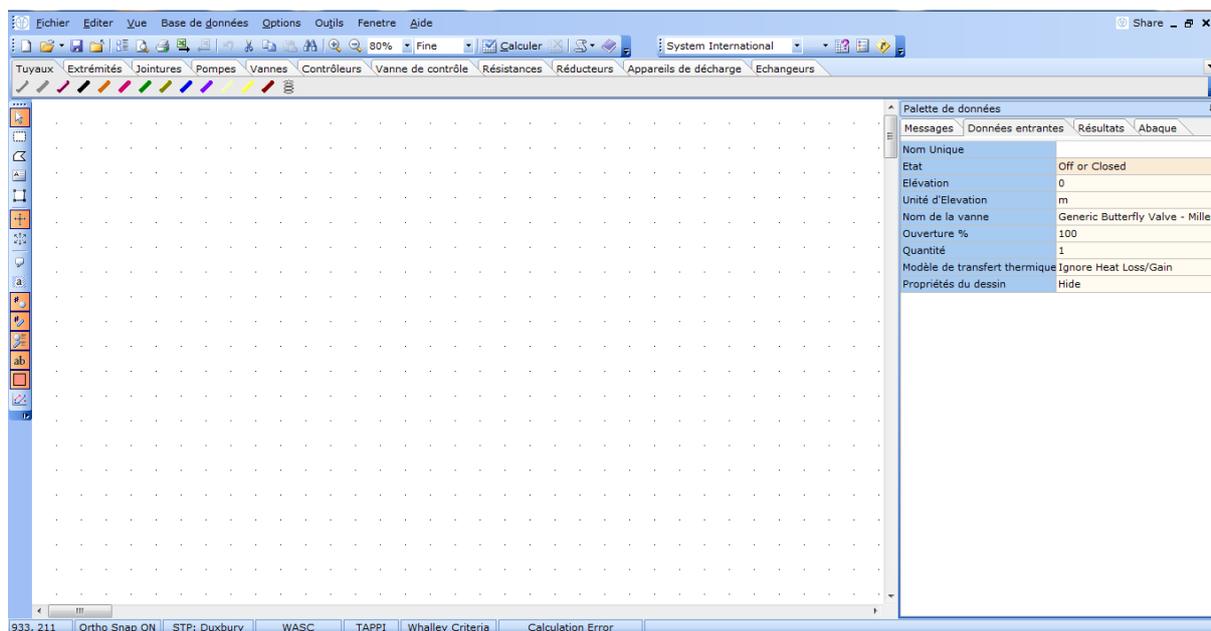
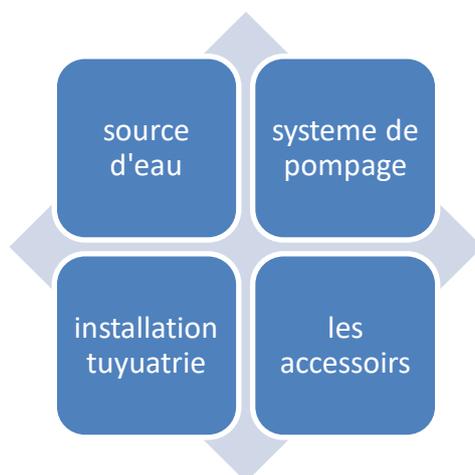


Figure .III.5. Le logiciel « Piping Systems FluidFlow »

III.8.2. Mise en œuvre de logiciel

III.8.2.1. les composantes (étape 1)

Avant tous il faut définir les composantes de notre système :



III.8.2.2. le plan d'implantation (étape 2)

Après la définition des composantes nécessaires pour le système étudié, on a démarré le démarche de l'implantation en deux étape :

- 1- Le choix de composante de bande schématisée en vert dans la figure (III.6)
- 2- implantation de la composante sélectionnée dans la zone schématisée en rouge dans la figure (III.6)

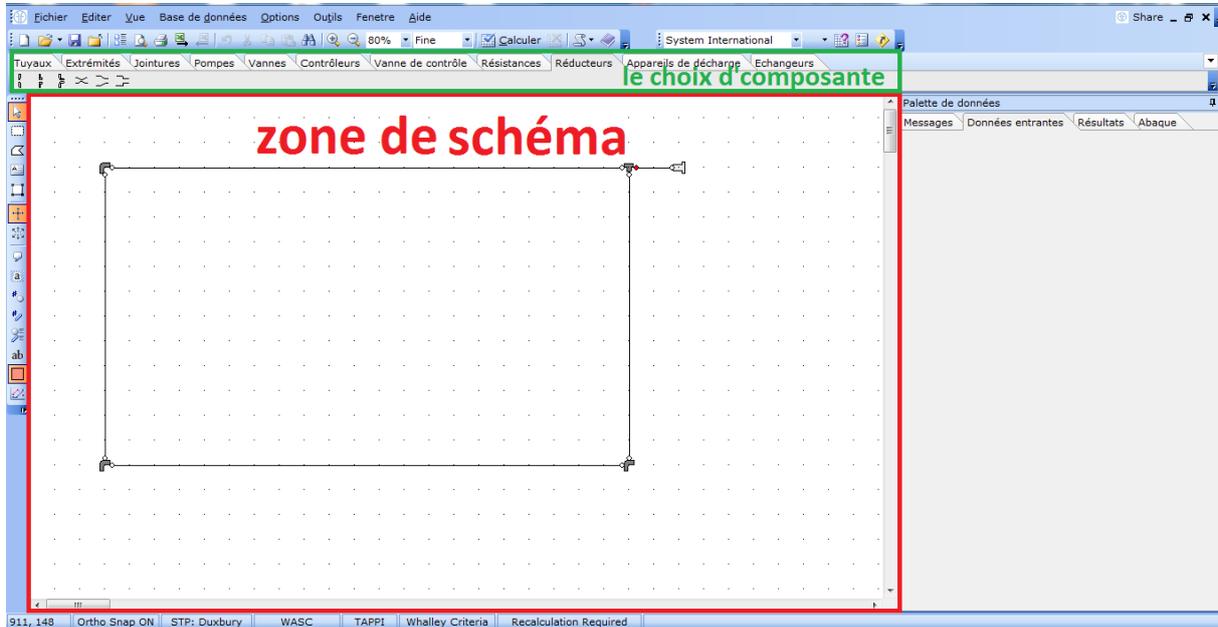


Figure .III.6. Etape 2 de la mise en œuvre de logiciel

III.8.2.3. Les caractéristiques des composantes (étape 3)

Après la finalisation de schéma on inséra les caractéristiques de chaque composante (comme par exemple la pompe on détermine la puissance, le débit, ...)

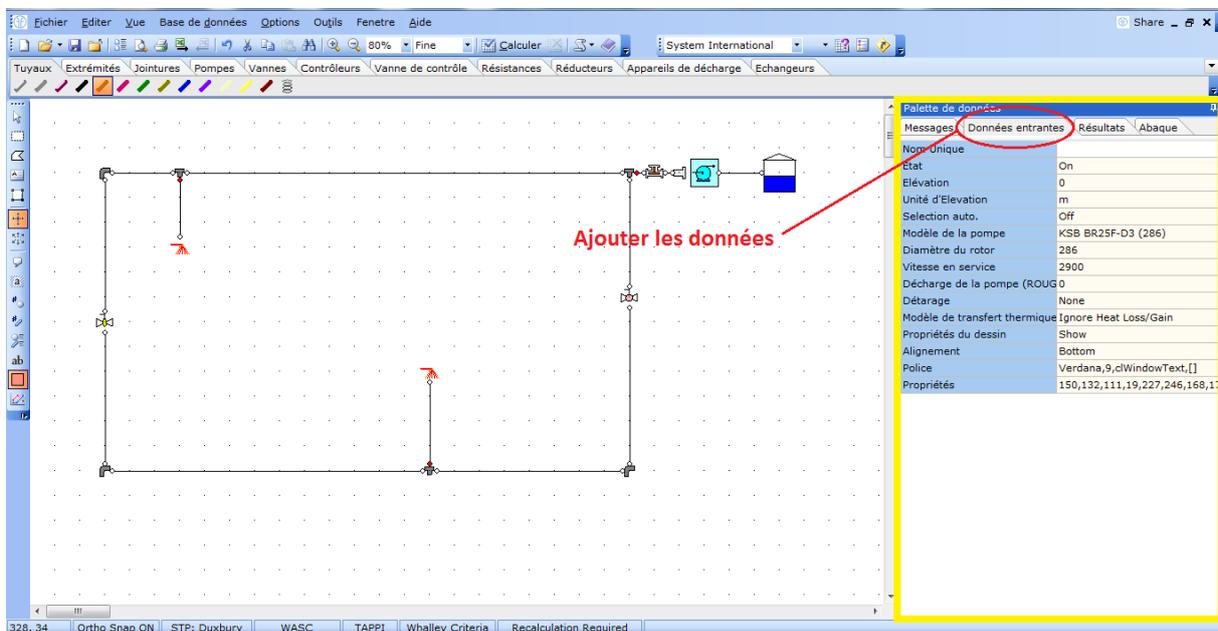


Figure .III.7. Ajouter les données des composantes

III.8.2.4. les résultats

Après les trois premières étapes on donne l'ordre pour calculer et afficher les résultats par a pour le fluide étudié et le système définie. On peut vois les résultats comme : la vitesse et la pression dans tous les points de système même les pertes de charges

Et aussi en a des diagrammes comme des résultats (le débit vs la pression,...)

Les résultats peut être sous forme un d'PDF ou MS EXEL

Après que logiciel termine les calculs ; le système peut inclus des défauts par rapport à les données déjà insérée ou l'implantation des composants, le logiciel affiche la nature des défauts avec des propositions pour corriger et améliorer le système étudié

III.8.3. le réseau d'incendie d'école feu par le logiciel

Le schéma final d'utilisation de logiciel

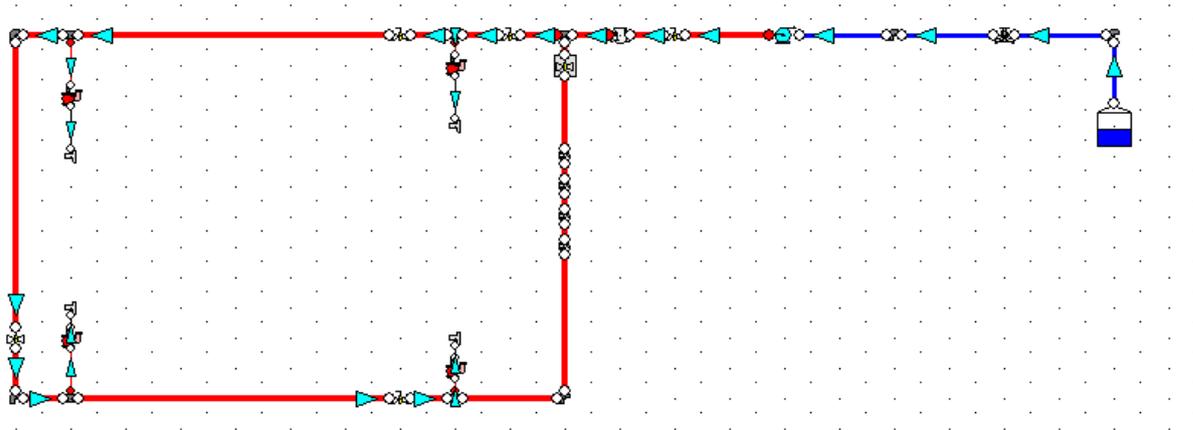


Figure .III.8. Le schéma final de réseau d'incendie

III.8.3.1. les composants du système

- Réservoir ou accumulateur ou navire 1
- Pompe centrifuge - dimensionnée sur le débit 1
- Jonction en T - Idelchik 5
- Vanne papillon - Vanne papillon générique - Miller Data 6
- Clapet anti-retour à battant - Contrôle d'angle d'inclinaison 1
- Courbe - Idelchik 5
- Bouche d'incendie - Recordall Turbo 450 4
- Vanne à membrane - Vanne à membrane générique - Miller Data 1
- Coude à onglet - Miller 4
- Tuyau ou conduit en acier inoxydable - 8 pouces - Schedule 40S 484,50 m
- Tuyau ou conduit en acier inoxydable - 2 pouces - Schedule 40S 40,00 m
- Tuyau ou conduit en acier inoxydable - 4 pouces - Schedule 40S 4,00 m

III.8.3.2. Les résultats de logiciel

1- La tuyauterie

Stainless Pipe, Duct or Tube

#	Longueur (*)	Écoulement (kg/s)	Total des pertes de pression (Pa)	Taille (m)	Pression de stagnation en entrée (Pa a)
-45	1,75 m	45,7501	145,0	0,2027000000	92309,4
-44	1,75 m	45,7501	145,0	0,2027000000	91871,9
-43	1,75 m	45,7501	145,0	0,2027000000	94668,0
-42	1,75 m	45,7501	145,0	0,2027000000	134261,7
-41	5 m	45,8820	13950,1	0,1013500000	6384423,3
-40	8 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-39	30,25 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-38	1 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-37	1 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-36	10 m	1,8918	1762,6	0,0525000000	83892,5
-35	10 m	1,8917	1762,4	0,0525000000	83892,2
-34	10 m	40,2062	649181,3	0,0525000000	903683,3
-33	10 m	1,8923	1763,4	0,0525000000	83893,5
-26	1 m	1,8917	47,4	0,0511500000	6295727,2
-25	10 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-22	1 m	40,2062	13617,1	0,0511500000	6134364,9
-21	1 m	1,8918	47,4	0,0511500000	6296512,3
-20	124 m	1,8917	759,1	0,1013500000	6296954,5
-19	2 m	5,6758	93,7	0,1013500000	6305674,5
-18	2 m	1,8917	12,2	0,1013500000	6296190,2
-17	630 mm	3,7835	13,9	0,1013500000	6297043,2
-16	1 m	1,8923	6,7	0,1023000000	6299600,9
-15	122 m	5,6758	5714,0	0,1013500000	6305533,8
-13	8 m	45,8820	17971,1	0,1013500000	6328607,7
-12	30,25 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-11	2 m	45,8820	4492,8	0,1013500000	6336174,4
-10	2 m	0,0000	0,0	0,1013500000	101325,0
-9	1 m	3,7835	22,1	0,1013500000	6296987,6
-8	122370 mm	3,7835	2704,3	0,1013500000	6299768,4
-7	1 m	3,7835	22,1	0,1013500000	6299832,2
-6	2,5 m	45,8820	5615,8	0,1013500000	6406667,1
-4	2,5 m	45,8820	5615,9	0,1013500000	6374101,2

Tableau .III.6. Résultats du logiciel dans les pipes

- **Interprétation de résultat :**

Les valeurs 00 correspondent à la fermeture des valves ou on trouve que les pression de stagnation sont égaux à la pression atmosphériques

Les pertes de charges sont importantes et cela dépend des pressions ainsi que le débit dans les pipes et cela est conforme à l'équation de BERNOULI

2- La pompe :

Centrifugal Pump

#	Ecoulement libre (kg/s)	Augmentation libre de la pression (Pa)	NPSH disponible (m Fluid)	Rendement libre %	Puissance libre (Watt)
2	45,8820	6332076,9	5,1	0,00	0,0

Tableau .III.7. Résultats de logiciel dans la pompe

3- Réservoir :

Accumulator

#	Filet d'eau (kg/s)	Pression d'arrêt (Pa a)	Température (C)	Densité (kg/m3)	Viscosité (cP)	Composition massique %
1	-45,7501	134261,7	20,0	998,22	1,002	"water=100,0%"

Tableau .III.8. Résultats de logiciel dans le réservoir

4- Les poteaux d'incendie

Fire Hydrant

#	Ecoulement (kg/s)	Total des pertes de pression (Pa)	Pression de stagnation en entrée (Pa a)	Pression de stagnation en sortie (Pa a)
15	40,2062	5197433,5	6101116,8	903683,3
16	1,8923	6196067,8	6279961,3	83893,5
20	1,8917	6192154,8	6276047,0	83892,2
21	1,8918	6192939,6	6276832,0	83892,5

Tableau .III.9. Résultats de logiciel dans les hydrants

Même pour les autres composantes a des tableaux des résultats ...

IV. Le plan d'organisation de secours lors d'un incendie.

IV.1. Généralité :

Dans ce chapitre on va voir des points très essentiels pour l'installation d'instruction de notre école à feu et toucher l'environnement de la simulation des scénarios de feu que ce soit du côté du matériel utilisé ou du plan d'attaque lors l'incendie

IV.2. Description des composants des installations d'instruction

Elles comportent, essentiellement :

1. Des petits bacs en tôle, de hauteur 1.5 m :
 - Un bac circulaire d 1.50m(S=1.80 m²)
 - Un bac rectangulaire 1.80 × 1.00 m (S=1.80 m²)
 - Un bac rectangulaire 2.50 × 2.00 m (S=5.00 m²)Vidés en dehors des exercices
2. Un ensemble simulant une pomperie, avec un sol en fosse formant cuvette de rétention de 15 m² (5× 3m),
Sans produit en dehors des exercices.
3. Un wagon-citerne, rempli d'eau, avec, au moment de la mise à feu, au maximum, 500 litres de gasoil et quelques litres d'essence
4. Un camion-citerne, rempli d'eau, avec, au moment de la mise à feu, 50 litres de gasoil et quelques litres d'essence
5. Un caniveau avec, au moment de la mise à feu, 1.500 litres d'essence
6. Une fosse compartimentée de 100 m² (10×10 m), avec fond d'eau, contenant au moment des exercices 2.000 litres des gas-oils
7. Un réservoir, sans toit, de diamètre 12m, installé dans une cuvette contenant au moment de la mise à feu :
 - Réservoir : 10.000 litres de gas-oil sur fond d'eau
 - Cuvette : 8.000 litres de gas-oil sur fond d'eau
8. Un petit local, construit en matériaux incombustible, de 2 × 2 m, dans lequel , au moment de la mise à feu, une dizaine de litres d'essences quelques kilogrammes de combustible solides (bois, chiffons, papier, caoutchouc)
9. Un ensemble de tuyauterie ne débutant du propane qu'au moment des exercices sur cet objectif

IV.2.1. Stockage des produits

Les gaz combustible et liquides inflammables seront stockés de la façon suivante :

- **Propane** : En un ou plusieurs containers, quantité supérieure à 3.500 kg
- **Essence** : En emballages métalliques hermétiquement fermés, 3.200 litres
- **Gas-oil** : dans le réservoir d'essai, quantité comprise entre 30.000 / 40.000 litres

IV.2.2. Disposition pratiques prévues

1. Propane

1.1 implantation

Le ou les contraintes de propane seront installées à au moins 20m de tout emplacement d'hydrocarbure liquide ; Il s'agira donc d'un dépôt mixte normal. La distance entre l'objectif d'exercice et :

- Le ou les contraintes de propane et au moins égale à 50 m
- Le foyer type hydrocarbure liquide le plus proche sera au moins égale à 20 m

La distance entre la paroi des contraintes et la clôture sera supérieur à 15m (zone dangereuse : 5m - distance minimale au-delà de la zone dangereuse : 10m). Les orifices de l'objectif d'exercice seront considérés comme bouche déchargement en vrac et seront situés à au moins 20m de la clôture (zone dangereuse 10m - distance minimale au-delà de la zone dangereuse: 10m).

1.2 Construction

1.2.1 Contraintes

Sont d'un type normalisé du commerce ..., seront confirmés à la réglementation applicable aux appareils à pression de gaz

1.2.2 Cuvette

Seront installés dans une cuvette de rétention constituée par des levées de terre, de capacité égale à vingt pour cent de leur capacité totale en eau

1.2.3 Canalisation

Les canalisations et leurs accessoires seront confirmés en particulier ; la robinetterie sera du type « sécurité feu »

1.2.4 Protections diverses

Toutes les parties métalliques des containers et les canalisations, seront protégées efficacement contre la corrosion extérieure

Une protection spéciale contre les décharges électrostatiques sera réalisée par la mise au même potentiel des masses métalliques voisines et la mise à la terre de celles-ci

1.3 Mesures de sécurité en cours d'exploitation

S'agissent d'un terrain d'instruction, les mesures de sécurité appliquées iront bien au-delà des mesures minimales imposées par la réglementation.

2. Hydrocarbures liquides

2.1 .Implantation

Les distances entre les différents éléments d'hydrocarbures de l'installation (objectifs d'exercices) sont supérieures aux distances minimales imposées par les Règles d'Aménagement. En effet, ces distances varient de 20 à 30 m, alors que les distances minimales imposées sont ; suivant les cas, de 13 à 15 m (zone dangereuse : 3 ou 5 m + zone de protection complémentaire interdite aux feux nus : 10 m), elles sont celles retenues pour le terrain d'essais et d'instruction du service des essences des armées. La distance entre le point de déchargement des véhicules citernes et les objective les plus proches (wagon-citerne et pomperie) est de 60 mètres.

Les distances entre la clôture et les objectifs les plus proches sont :

- 10 m pour le caniveau
- 16 m pour le camion-citerne et la fosse de 100 m²
- 25 m pour la cuvette du réservoir
- 30 m pour la cuvette entourant le wagon-citerne

Les cuvettes du réservoir et du wagon-citerne sont situées à 30 m de la clôture nord qui longe un chemin de circulation. Ces distance ces nettement supérieures aux distances minimales réglementaire, à savoir la distance entre les différents objective (emplacement d'hydrocarbures à feu nu) :

- Autour du caniveau (Essence) :13 m (zone dangereuse : 3 m + zone de protection complémentaire interdite aux feux nus : 10 m)
- Autour des autres objectifs (sauf réservoir) :4 m (zone dangereuse : 1 m + zone de protection complémentaire: 3 m)
- Autour de réservoir et de sa cuvette : 4 .7 m (zone dangereuse : 1.7 m + zone de protection complémentaire : 3 m)

Note :

Les distances prévus entre les divers objectifs ont été déterminées en tenant compte non seulement des impératifs de sécurité ; mais aussi ,de la nécessité de dispose d'espaces libres pour que les manœuvres d'extinction puissent être exécutées sans gêne anormale

IV.3. Moyens d'interventions contre l'incendie

Le terrain d'instruction est contenu un réseau incendie Ø150 équipé de :

- 4 poteaux d'incendie normalisés de 100
- 2 bouches d'incendie normalisées de 100

Ce réseau d'incendie sera alimentes à l'aide d'un sur presseur (motopompe à moteur diesel) capable de débiter 180 m³/h pour une pression au refoulement comprise entre 11 et 13 Bar (alimentation sous 4 et 6 Bar)

L'installation disposera d'un matériel d'intervention relativement important :

- ❖ Extincteurs à poudre; portatifs 10 Kg mobiles sur roues 25, 50 et 150 Kg
- ❖ Extincteurs à eau pulvérisée 9/10 litres
- ❖ Extincteurs à CO₂ ; 6 Kg
- ❖ Des tuyaux souples d'incendie à paroi interne lisse (tuyaux de 45-70 et 110)
- ❖ Des lances d'incendie (petites et grandes) dont certaines à double effet, toutes avec robinet à levier.
- ❖ Des matériels et accessoires divers (coudes, retenues, divisions, clés tricoises, étranglements, obturateurs)
- ❖ Des ensembles de production de mousse physique (proportionneurs-injecteurs et lances à mousse permettant une production de 2.400 l/mn de solution (soit environ 16.8 m³/mn de mousse), pour une pression d'entrée aux lances de 5 Bar (soit 9 à 10 Bar à l'entrée des proportionneurs-injecteurs)
- ❖ Le réservoir sera équipé de :
 - Une installation fixe de refroidissement de la robe, d'un débit minimal de 13 l/mn par mètre de circonférence
 - Une installation fixe de déversement de mousse comportant deux générateurs de mousse de débit minimale unitaire 200l/mn (soit 3.5 l/mn/m) de solution moussante pour une alimentation sous 5 Bar (soit une production de mousse correspondant à une couche de mousse de 21 cm en 10 mn)

IV.4 Le plane d'attaque

IV.4.1. Consignes et mesures d'urgence :

Dès constatation du début d'incendie la personne qui découvre l'incendie informe immédiatement le centre de sécurité en respectant les consignes générales de sécurité.

IV.4.2. Principes généraux

Les connaissances sur le système feu et les évolutions technologiques ont considérablement modifié les actions du porte lance et du binôme de manière générale.

Il existe aujourd'hui de nombreux matériels permettant de faire face aux différentes situations. Leur choix et leur utilisation dépendent avant tout de l'organisation locale permettant de couvrir le risque de feux de structures, mais aussi de la plupart des autres typologies de feu (à l'air libre, végétation, ...).

Le choix d'une méthode repose avant tout sur l'analyse de la situation. Le chef d'équipe peut nécessiter aussi l'application de méthodes décrites dans le guide de techniques opérationnelles de ventilation. [36] (**Annexe I**)

Ce choix repose en générale sur les éléments suivants :

- ❖ lecture du feu,
- ❖ lecture du bâtiment,
- ❖ Analyse des activités au sein de ce dernier (habitation, activités tertiaires, industrielles, ERP, ...).

Le chef d'équipe doit participer à la reconnaissance permanente dans la structure, afin d'adapter la réponse opérationnelle aux enjeux et aux contraintes identifiées. et compléter le matériel en fonction de la mission. Il veille au maintien des conditions de ventilation déterminées (anti ventilation, ventilation d'attaque...)

IV.4.3. Les principales méthodes d'application de l'eau

Le choix d'une méthode repose avant tout sur l'analyse de la situation. Il peut nécessiter aussi l'application des méthodes suivantes [36]: (**Annexe I**)

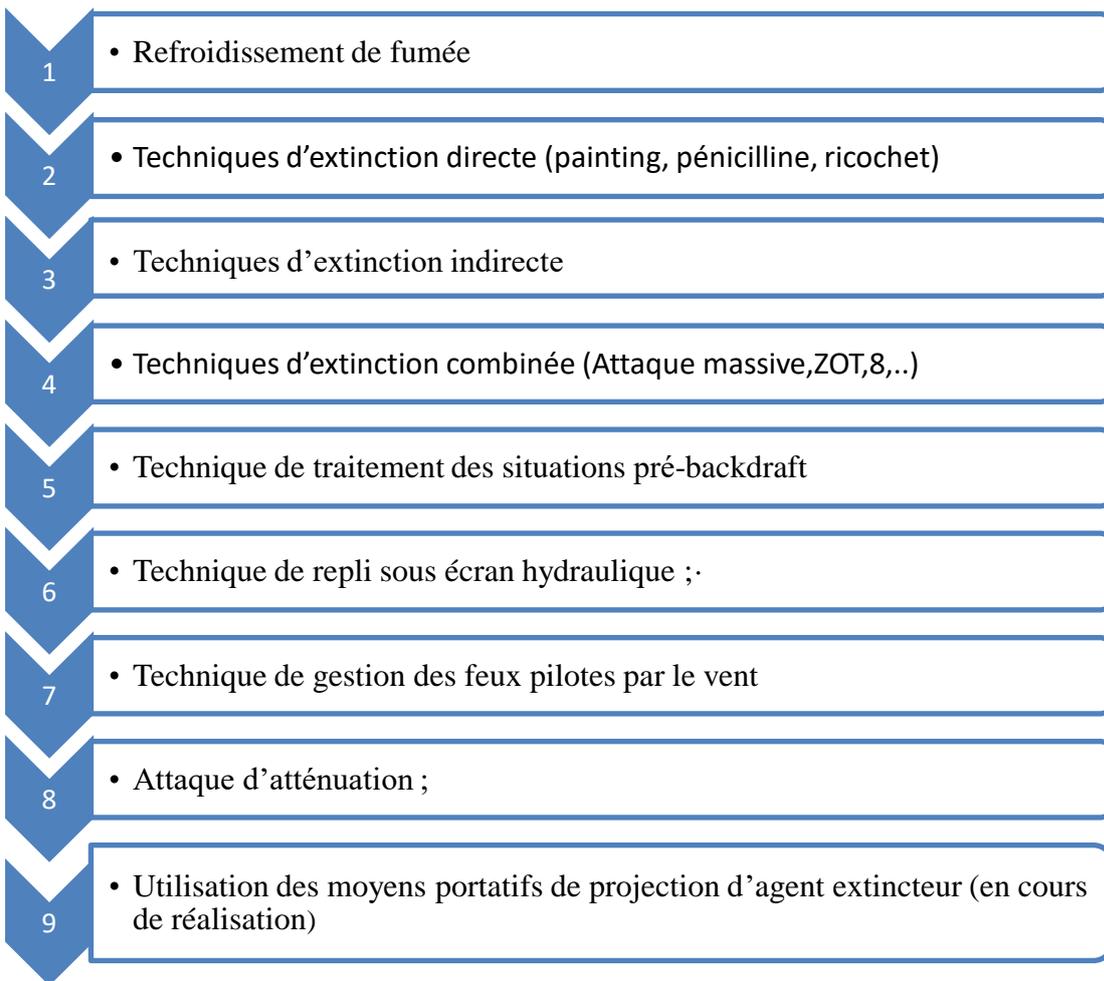


Figure .IV.1. Les principales méthodes d'application de l'eau

IV.4.4. Utilisation des lances

Les évolutions techniques de ces dernières années rendent les lances à eau à main de plus en plus performantes. Il convient donc de s'appropriier ces matériels afin d'en optimiser le fonctionnement en agissant sur:

- ❖ La forme du jet (et donc de la manière dont l'eau est projetée : fines gouttelettes, « paquets d'eau », ...). On peut utiliser plusieurs termes
 - Diffusion (le plus courant),
 - Distribution ;
 - Dispersion. ·
- ❖ La quantité d'eau selon deux facteurs :
 - Le débit
 - La durée d'ouverture. ·
- ❖ L'angle d'application (angle du jet par rapport au sol).
- ❖ La gestuelle d'application qui associe une distribution dans l'espace et le temps (impulsion(s), T, Z, O, 8, etc.)

Le vocabulaire utilisé doit donc s'adapter à ces techniques (impulsions, écran hydraulique, ricochets, ...). Les différentes fiches précisent la nature des actions à réalisé avec les lances. [36] (**Annexe I**)

IV.4.5. Techniques de protection du binôme

Pour assurer sa protection lors des différentes phases de l'intervention, le binôme peut mettre en œuvre des attitudes défensives ou offensives. Les mesures qui peuvent être mises en œuvre sont :

- ❖ être vigilant et faire une lecture attentive de l'incendie
- ❖ prévoir un itinéraire de repli et de secours
- ❖ se replier hors du volume dès que la progression n'est plus sécurisée
- ❖ appliquer des impulsions adaptées à la situation
- ❖ progresser au ras du sol (position accroupie ou à genoux) en binôme en évaluant en permanence la situation opérationnelle.

Dans la mesure où le repli n'est plus possible et que les intervenants sont directement menacés par le phénomène, le binôme doit :

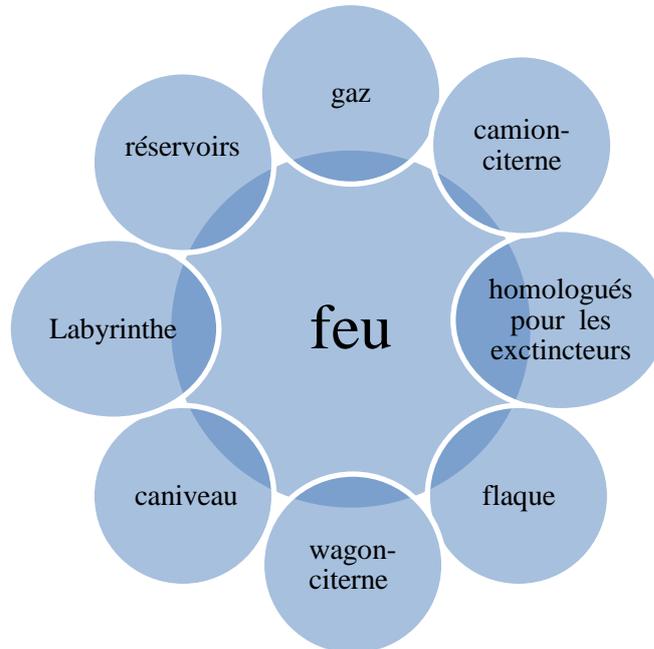
- ❖ Se jeter au sol face contre terre, binôme regroupé
- ❖ maintenir la lance au-dessus des casques en jet de diffusion de protection au débit maximum.

[36] (**Annexe I**)

IV.5. Les scénarios

IV.5.1. Les types de feux

Les types de feux retenus à l'école sont ceux qui sont susceptibles de se produire le plus fréquemment dans les installations industrielles :



IV.5.2. Présentation des scénarios

IV.5.2.1. Feu de caniveau

C'est dans le but de montrer l'intérêt présenté par les barrages coupe-feu dans les caniveaux de tuyauteries.



Figure .VI.2. Feu d'un caniveau

On a résumé le scénario Feu de caniveau dans le tableau suivant :

Type de feu	Feu de caniveau	
Type d'extinction	L'extinction doit être réalisée par l'eau pulvérisée ou à la poudre.	
Moyens utilisés	Pour intervenir et éteindre le feu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 lance Ø45m/m à robinet Ponstar ou Elkhart. ➤ 1 lance Ø45 m/m en protection. ➤ 1 longueur de tuyau Ø70m/m. ➤ 4 longueurs de tuyau de 45m/m. ➤ 2 longueurs de tuyau de 45m/m en réserve. ➤ 3 clés tricoises pour raccords symétrique de 45-65-100.
	Pour faire la simulation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 300 litres de fuel. ➤ 10 litres d'essence. ➤ 1 torche d'allumage.
Exercices	<p>A) Premiers extinction sur un seul compartiment. (vent de dos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Préchauffage : 2 minutes (produit froid). • Temps d'extinction : 1 minute. <p>B) Deuxième extinction :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Préchauffage : 2 minutes (produit à chaud). • Temps d'extinction : 2,4 minutes. <p>C) Extinction sur deux compartiments. (vent de face)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Préchauffage : 3 minutes. • Temps d'extinction : 5,3 minutes 	

Tableau .IV.1. Simulation de feu de caniveau

NOTE :

Le terrain aux abords du caniveau est rendu très glissant dès les premières projections d'eau. Ce qui représente un gros danger de chute possible dans le feu.

IV.5.2.2. Feu de brides

C'est dans le but de familiariser les stagiaires à la manipulation des lances à eau pulvérisée sur des fuites d'hydrocarbures en pression. L'extinction doit être réalisée par fermeture des vannes en se protégeant derrière un rideau d'eau pulvérisée.



Figure .VI.3. Les brides

On a résumé le scénario Feu de brides dans le tableau suivant :

Type de feu		Feu de brides	
Type d'extinction	L'extinction doit être réalisée par fermetures des vannes et l'eau pulvérisée.		
Moyens utilisés	Pour intervenir et éteindre le feu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 lance Ø45m/m a robinet Ponstar ou Elkhart. ➤ 1 lance Ø45 m/m en protection. ➤ 1 longueur de tuyau Ø70m/m. ➤ 4 longueurs de tuyau de 45m/m. ➤ 2 longueurs de tuyau de 45m/m en réserve. ➤ 1 division à robinets 70×45×45. ➤ 3 clés tricoises pour raccords symétrique de 45-65-100. 	
	Pour faire la simulation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 400 litres d'essence. ➤ 10 litres d'essence. ➤ 1 torche d'allumage. 	
Exercices	<p>A) Sur feu de propane en phase gazeuse. (Pression =5 bars).</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Approche du feu en se protégeant derrière l'écran d'eau formé par lance incendie à robinet Elkhart ou Ponstar. ✓ Allumage et fermeture alternativement de bride fuyarde, à 0,80 m de la bride aérienne à 2 m, de la tuyère à 0,50 m. 		
	<p>B) Sur feu d'essence. (Pression=7 bars).</p> <p>Même manœuvre que pour la première phase sur propane.</p>		

Tableau .IV.2. Simulation feu de gaz

Note :

Le produit utilisé lors de cette deuxième extinction était du fuel (hydrocarbure trop lourds). Il s'avère impératif de prendre de l'essence.

IV.5.2.3. Feu complexe alimente sous pression

C'est dans le but d'entraîner les stagiaires à conduire la lutte contre feu sur une flaque complexe alimenté sous pression et à effectuer le manœuvre de vanne qui est nécessaire. Ce feu simule un feu de pomperie ou d'unité, avec écoulement de liquide (essence, gas-oil) sur une pompe ou sur un échangeur. L'extinction est faite conjointement à l'eau pulvérisée et à la mousse physique

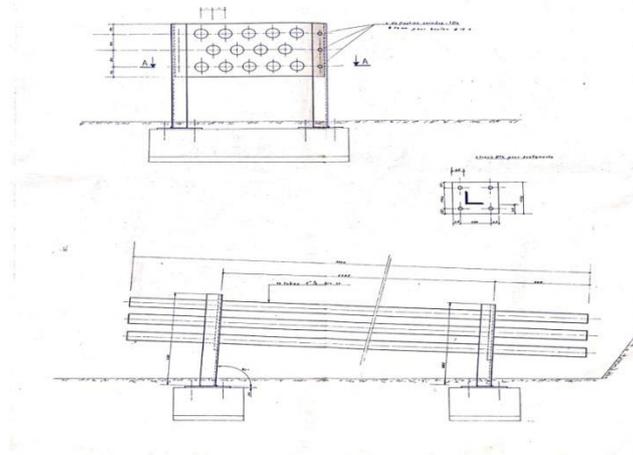


Figure. IV. 4. Le faisceau de tubes utiliser dans les flaque complexe

On a résumé le scénario Feu complexe alimente sous pression dans le tableau suivant :

Type de feu		Feu complexe alimente sous pression	
Type d'extinction	L'extinction est faite conjointement à l'eau pulvérisée et à la mousse physique		
Moyens utilisés	Pour intervenir et éteindre le feu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 lance Ø45m/m a robinet Ponstar ou Elkhart. ➤ 1 lance Ø45 m/m en protection. ➤ 2 longueurs de tuyau Ø70m/m. ➤ 2 longueurs de tuyau de 45m/m. ➤ 2 longueurs de tuyau de 45m/m en réserve. ➤ 1 division à robinets 70×45×45. ➤ 3 clés tricoises pour raccords symétrique de 45-65-100. 	
	Pour faire la simulation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 400 litres d'essence. ➤ 10 litres d'essence. ➤ 1 torche d'allumage. 	
Exercices	Attaque du feu en commençant par la fosse et faisceau de tubes et, en poursuivant par la passerelle, la pompe, et en terminant par la fuite du joint de brides.		

Tableau .IV.3. Feu complexe alimente sous pression

✚ Note :

Cet exercice a été fait sur fuel, mais le produit à utiliser pour les exercices à venir, doit être l'essence. (Le fuel étant un produit trop lourd)

De plus prévoir deux lances a mousse, en cas d'échec d'extinction à l'eau pulvérisés.

IV.5.2.4. Feu de wagon-citerne

C'est dans le but d'entraîner les stagiaires à lutter contre les feux pouvant survenir au chargement ou au déchargement d'un wagon-citerne. Ce feu est éteint à la mousse et à la poudre

On a résumé le scénario Feu de wagon-citerne dans le tableau suivant :

Type de feu	Feu de wagon-citerne	
Type d'extinction	L'extinction doit être réalisée par la mousse et à la poudre	
Moyens utilisés	Pour intervenir et éteindre le feu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 6 longueurs de tuyau Ø70m/m. ➤ 6 longueurs de tuyau de 45m/m. ➤ 2 divisions à robinets 70×45×45. ➤ 2 tuyaux Ø70m/m pour alimentation en eau de wagon-citerne. ➤ 2 lances KR 2/15 a mousse. ➤ 1 lance KR 6/75 a mousse. ➤ 1 proportionneur Z 2. ➤ 1 proportionneur Z 4. ➤ 3 clés tricoises pour raccords symétrique de 45-65-100.
	Pour faire la simulation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 torche d'allumage. ➤ 350 litres de fuel. ➤ 10 litres d'essence. ➤ 20 litres d'émulseur symétrique. ➤ 50 litres d'émulseur protéinique. ➤ 1 pare-flamme pour chaque agent faisant l'intervention.
Exercices	<ul style="list-style-type: none"> • Préchauffage : 3,15 minutes. • Temps d'extinction : 3,20 minutes. • Pourcentage au proportionneur: 04% <p>L'extinction a été réalisée une minute après que le débordement par le dôme du wagon-citerne a commencé.</p> <p>Le feu a été attaqué en commençant par la cuvette de rétention.</p>	

Tableau .IV.4. Feu de wagon citerne

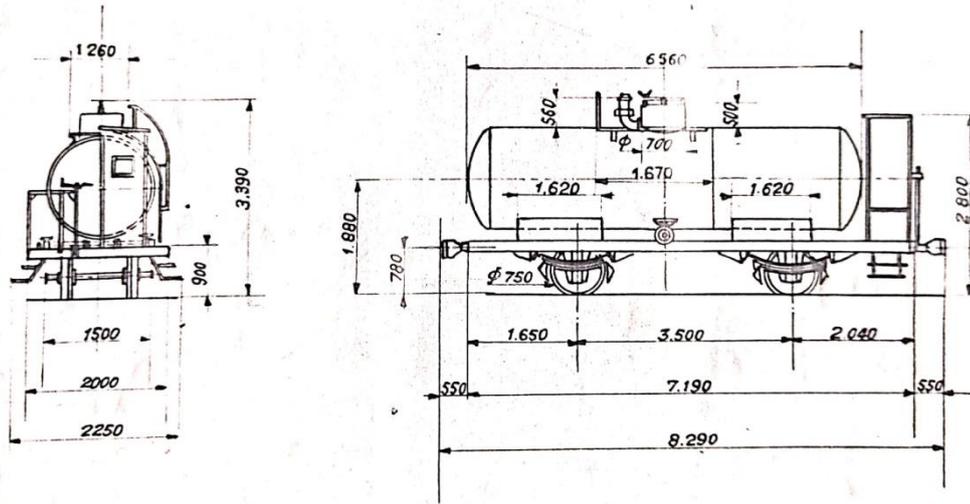


Figure . IV.5. Le wagon citerne

NOTE :

La mise à feu dans le dôme doit se faire, lorsque le niveau de l'hydrocarbure se trouve à 100 m/m du plan de débordement.

De plus, il est nécessaire de prévoir une fermeture du dôme pour réaliser des extinctions manuelles.

IV.5.2.5. Feu de réservoir

C'est dans le but d'entraîner les stagiaires à la mise en œuvre des installations fixes et mobiles de production et de déversement de mousse et aussi de montrer comment se comporte la mousse sur un feu de réservoir et l'intérêt présenté pour l'extinction et la réduction du rayonnement calorifique par la refroidissement de la robe du réservoir

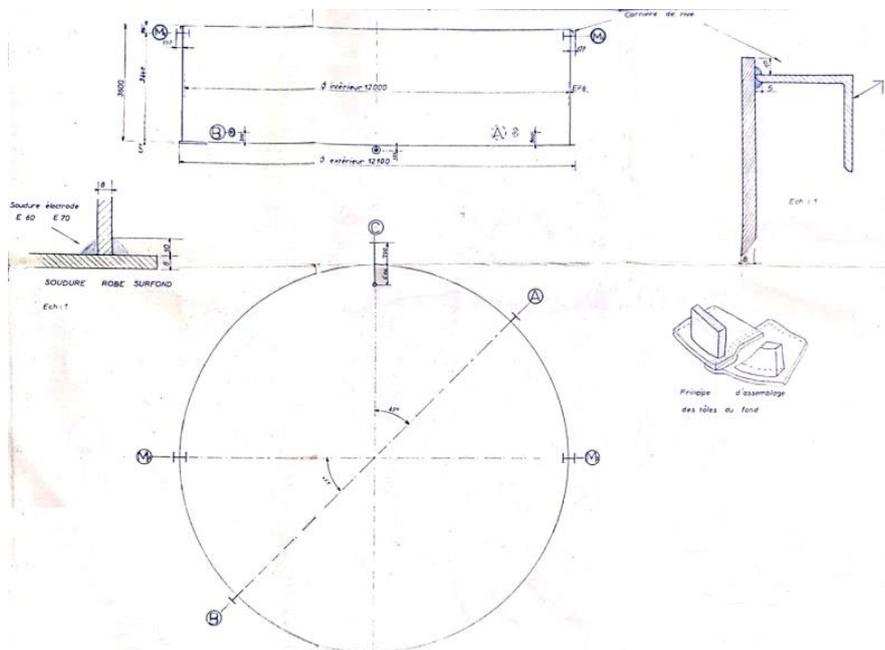


Figure .VI.6. Le réservoir

REP & O	M2/M1 4"	C 2"	B 2"	A 4"
Désignation	Arrivée mousse	Purge du réservoir	Alimentation en produit	Alimentation en eau

Tableau .IV.5. Clé de schéma d'installation de réservoir

Il s'agit aussi d'entraîner les stagiaires à combattre un feu de cuvette de rétention et de leur faire constater que le refroidissement de la robe du réservoir par ruissellement d'eau ne gêne pas l'extinction de la cuvette à l'aide de mousse.

On a résumé le scénario Feu de réservoir dans le tableau suivant :

Type de feu	Feu de réservoir	
Type d'extinction	L'extinction doit être réalisée par la mousse.	
Moyens utilisés	Pour intervenir et éteindre le feu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 longueurs de tuyau Ø70m/m ➤ 6 longueurs de tuyau de Ø 45m/m ➤ 3 longueurs de tuyau de Ø45 m/m en réserve ➤ 3 longueurs de tuyau de Ø70 m/m en réserve ➤ 2 divisions à robinets 70×45×45 ➤ 1 contrôleur de pression ➤ 2 lances à mousse KR 2/15 ➤ 2 proportionneur Z 2 ➤ 1 proportionneur Z 4 (Envoi de mousse au réservoir) ➤ 3 clés tricoises pour raccords symétrique de 45-65-100
	Pour faire la simulation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 torche d'allumage ➤ 3000 litres de fuel ➤ 20 litres d'essence ➤ 70 litres d'émulseur protéinique
Exercices	<ul style="list-style-type: none"> • Préchauffage : 3,15 minutes • Temps d'extinction : 2,07 minutes • Pourcentage d'émulseur au proportionneurs : 04%. <p>Mise en service du groupe motopompe incendie. Pression=13,5 bars. Et mise en service de la rampe d'eau de refroidissement, des l'allumage de réservoir.</p>	

Tableau .IV.6. Simulation feu de réservoir

IV.6. Remarques générales :

Les quantités de carburant utilisé lors des essais sont minimales. Lors des manœuvres qui seront faites ultérieurement, il sera nécessaire pour réaliser des exercices ayant une valeur certaine pour les stagiaires, d'augmenter ces quantités.

Les poteaux d'incendie qui seront implantés, le sont à des distances trop importantes entre eux (130mètres). Il serait judicieux d'en placer d'autres afin de diminuer cette distance de moitié

Pour faire face au risque d'incendie il est primordial d'avoir une bonne connaissance sur ce dernier, les zones de danger, 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.

Le présent travail traite des études de cas pour savoir le besoin d'eau et d'émulseur en cas d'incendie

Au terme de notre étude on peut conclure que l'importance du réseau anti-incendie dans les installations gaz/huile 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 dans les installations gaz /huile pour protéger les équipements et éviter les dommages des biens et l'homme et l'environnement

Utilisation du logiciel le « Piping Systems FluidFlow » qui est un simulateur d'écoulement de fluide à la pointe de la technologie. Il nous permet de connaître le bon dimensionnement de notre réseau d'incendie ainsi que les pertes de charges dans les conduites qui peuvent être nuisible à notre installation

Ce travail peut être considéré comme un point de départ aux plusieurs études sur les réseaux anti incendie à l'école à feu en attaquant des différentes problématiques.

Perspectives :

Dans cette présente étude on a parlé de 5 scénarios possibles selon les types d'écoles à feu existants, une éventuelle étude pourra simuler les scénarios restants afin d'élargir les résultats.

Vu les valeurs importantes des pertes de charges, une prochaine étude pourra évoquer une solution qui se résumera à un changement du schéma de l'installation.

- [1] NFPA 24. «Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances». Edition 2002.
- [2] NFPA 15. « Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection ». Edition 2001.
- [3] CNPP entreprise. Système de sécurité incendie détection incendie. Edition mai 2004
- [4] Muriel Huet, <<traite pratique de sécurité incendie >>,2003.
- [5] NFPA11.extinction par mousse.
- [6] NFPA13.installation des systèmes de sprinkleurs
- [7] NFPA15.Système d'arrosage à eau
- [8] NFPA25.système de protection contre l'incendie à base d'eau
- [9] APSAD R1.
- [10] APSAD R5, <<Règle d'installation robinet d'incendie armés et postes d'incendie additives>>, janvier 2012.
- [11] APSAD R6, <<Maitrise du risque incendie règle d'organisation et système de management >>.
- [12] APSAD R7, <<Détection automatique d'incendie règle d'installation>>.,
Bibliographie
- [13] APSAD R12, <<Extinction automatique à mousse à haut foisonnement>>,1998.1 février 2006.
- [14] APSAD R13, <<Règle d'installation extinction automatique à gaz, >>, juin 2010
- [15] JO N° 21 du 12 mars 1976,
- [16] JO N° 58 du 08 octobre2008,
- [17] JO N° 58 du 08 octobre2008,
- [18] JO N° 37 du 04 juin2006,
- [19] www.joradp.dz
- [20] JO N° 84 du 29 décembre 2004,
- [21] JO N° 60 du 21 Octobre 2009,
- [22] <https://www.sfp73.fr/historique1.html>.
- [23] Manuel de Critères généraux pour la protection active contre l'incendie dans les zones de stockage des hydrocarbures liquides Sonatrach.
- [24] étude des systèmes de protection contre et les incendies, référentiel SONATRACH (septembre 2001).
- [25] Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection NFPA 20 version 2007.
- [26] Référentiel distances de sécurité Sonatrach.
- [27] Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems NFPA 16version 2003
- [28] Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam NFPA 11version 2005.
- [29] www.Sarladr.com
- [30] Dossier technique réglementaire des installations de traitement et de stockage des hydrocarbures, et des installations de production d'énergie électrique, SONALGAZ
- [31] A. Pimenov, Kh. Tagui-zade. « Hydraulique Générale ». Edition Office des publications universitaires : 08-1993.
- [32] I-E Idel'cik. « Mémento des pertes de charge » (traduit du russe). Edition Eyrolles, 1969.
- [33] Michel Roques. « Contrôle industriel et régulation automatique- Mécanique des Fluide ». BTS CIRA, 2005.

Références bibliographiques

[34] François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux ». Presses Internationales Polytechnique : 2009

[35] P.L. Viollet, J.P. Chabard, P.Esposito, D. Laurence. « Mécanique des fluide appliquéeécoulement incompressibles dans les circuits, les canaux et rivières, autours des structure et dans l'environnement ». Pesse de L'école Nationale des Ponts et Chaussées, 1998.

[36]Guide de techniques opérationnelles Etablissements et techniques d'extinction ETEX-STR-TDE Créé le 29 août 2018

 DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SÉCURITÉ CIVILE ET DE LA GESTION DES CRISES	Guide de techniques opérationnelles Etablissements et techniques d'extinction	ETEX-STR-TDE
	<i>Techniques d'extinction</i>	

1. Principes généraux

Les connaissances sur le système feu et les évolutions technologiques ont considérablement modifié les actions du porte lance et du binôme de manière générale.

Il existe aujourd'hui de nombreux matériels permettant de faire face aux différentes situations. Leur choix et leur utilisation dépendent avant tout de l'organisation locale permettant de couvrir le risque de feux de structures, mais aussi de la plupart des autres typologies de feu (à l'air libre, végétation, ...).

La présente série de fiche décrit les principales méthodes d'application de l'eau, voire d'autres agents extincteurs :

- ETEX-STR-TDE-1-Refroidissement de fumée ;
- ETEX-STR-TDE-2-Techniques d'extinction directe (painting, penciling, ricochet) ;
- ETEX-STR-TDE-3-Techniques d'extinction indirecte ;
- ETEX-STR-TDE-4-Technique d'extinction combinée (Attaque massive, ZOT, B, ...)
- ETEX-STR-TDE-5-Technique de traitement des situations pré-backdraft ;
- ETEX-STR-TDE-6-Technique de repli sous écran hydraulique ;
- ETEX-STR-TDE-7-Technique de gestion des feux pilotés par le vent ;
- ETEX-STR-TDE-8-Attaque d'atténuation ;
- ETEX-STR-TDE-9-utilisation des moyens portatifs de projection d'agent extincteur (en cours de réalisation).

Le choix d'une méthode repose avant tout sur l'analyse de la situation. Il peut nécessiter aussi l'application de méthodes décrites dans le guide de techniques opérationnelles de ventilation.

2. Utilisation des lances

2.1. Principes d'utilisation

Les évolutions techniques de ces dernières années rendent les lances à eau à main de plus en plus performantes. Il convient donc de s'approprier ces matériels afin d'en optimiser le fonctionnement en agissant sur :

- La forme du jet (et donc de la manière dont l'eau est projetée : fines gouttelettes, « paquets d'eau », ...).
On peut utiliser plusieurs termes
 - Diffusion (le plus courant),
 - Distribution ;
 - Dispersion.
- La quantité d'eau selon deux facteurs :
 - Le débit
 - La durée d'ouverture.
- L'angle d'application (angle du jet par rapport au sol).
- La gestuelle d'application qui associe une distribution dans l'espace et le temps (impulsion(s), T, Z, O, B, etc...)

Le vocabulaire utilisé doit donc s'adapter à ces techniques (impulsions, écran hydraulique, ricochets, ...). Les différentes fiches précisent la nature des actions à réaliser avec les lances.

Annexe I

Annexes

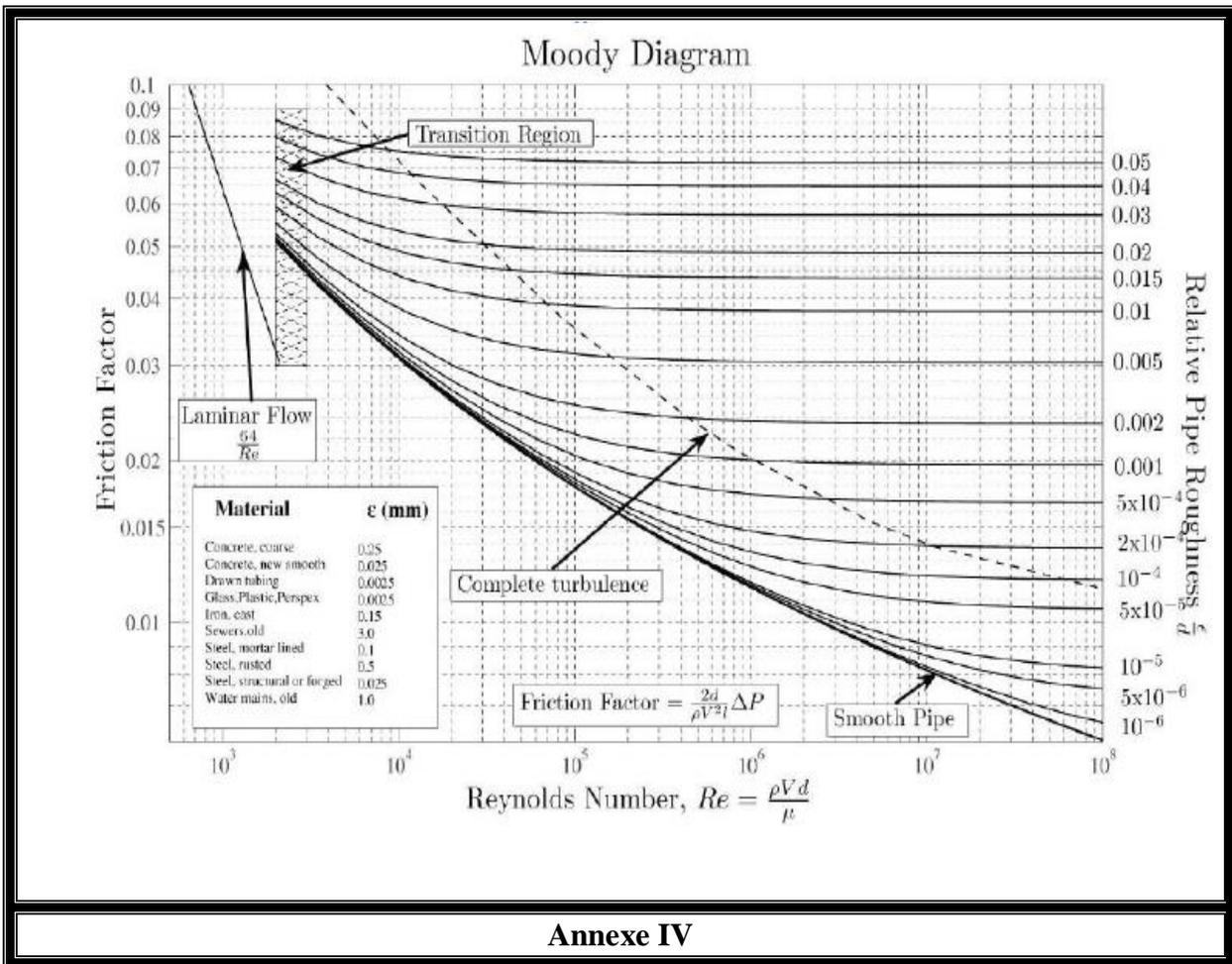
Diamètre du tube acier inox, cuivre ou plastique		8 - 16 mm	18 - 26 mm	30 - 54 mm	> 54 mm
Diamètre du tube acier		3/8" - 1/2"	3/4" - 1"	1 1/4" - 2"	> 2"
Type de résistance singulière	Symbole				
Coude serré à 90° <i>r/d = 1,5</i>		2,0	1,5	1,0	0,8
Coude normal à 90° <i>r/d = 2,5</i>		1,5	1,0	0,5	0,4
Coude large à 90° <i>r/d > 3,5</i>		1,0	0,5	0,3	0,3
Coude serré en U <i>r/d = 1,5</i>		2,5	2,0	1,5	1,0
Coude normal en U <i>r/d = 2,5</i>		2,0	1,5	0,8	0,5
Coude large en U <i>r/d > 3,5</i>		1,5	0,8	0,4	0,4
Élargissement		1,0			
Restriction		0,5			
Dérivation simple avec T équerre		1,0			
Jonction simple avec T équerre		1,0			
Dérivation double avec T équerre		3,0			
Jonction double avec T équerre		3,0			
Dérivation simple avec angle incliné (45° - 60°)		0,5			
Jonction simple avec angle incliné (45° - 60°)		0,5			
Dérivation avec amorce		2,0			
Jonction avec amorce		2,0			

Annexe II

Annexes

Diamètre du tube acier inox, cuivre ou plastique		8 - 16 mm	18 - 28 mm	30 - 54 mm	> 54 mm
Diamètre du tube acier		3/8" - 1/2"	3/4" - 1"	1 1/4" - 2"	> 2"
Type de résistance singulière	Symbole				
Vanne d'arrêt droite		10,0	8,0	7,0	6,0
Vanne d'arrêt inclinée		5,0	4,0	3,0	3,0
Vanne à opercule à passage réduit		1,2	1,0	0,8	0,6
Vanne à opercule à passage total		0,2	0,2	0,1	0,1
Vanne à sphère à passage réduit		1,6	1,0	0,8	0,6
Vanne à sphère à passage total		0,2	0,2	0,1	0,1
Vanne papillon		3,5	2,0	1,5	1,0
Clapet anti-retour		3,0	2,0	1,0	1,0
Robinet de radiateur droit		8,5	7,0	6,0	—
Robinet de radiateur équerre		4,0	4,0	3,0	—
Té de réglage		1,5	1,5	1,0	—
Coudé de réglage		1,0	1,0	0,5	—
Vanne quatre voies		6,0		4,0	
Vanne trois voies		10,0		8,0	
Passage à travers un radiateur		3,0			
Passage à travers une chaudière au sol		3,0			

Annexe III



Annexe IV