



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



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

DOUA Yacine

BENHALIMA Azzedine

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Génie de procédé

OPTION : Génie de procédé de l'environnement

Thème

***Étude du risque d'incendie dans un milieu
industrielle***

(Unité production MPP4 H'assi Rmel)

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Dr. ZERROUKI Hamza	MCA	Président
Dr. HELLAS Mohamed	MCB	Examinateur
Dr. HASSANI Mouaadh	MCB	Rapporteur

Année Universitaire : 2022-2023

DÉDICACES

Je dédie ce mémoire
A mes chers parents pour tous les sacrifices consentis,
pour leurs
Soutiens durant toutes mes années d'études,
Et en général à toutes les familles doua
Et Ainsi que à tous mes amis

DOUA Yacine

Je dédie ce mémoire
A mes chers parents pour tous les sacrifices consentis,
pour leurs Soutiens durant toutes mes années d'études, à
mon frère
Et en général à toute la famille et à tous mes amis,

BENHALIMA Azzeddine

REMERCIEMENTS

Nous remercions Allah qui nous a donné force et volonté. Pour finir cette thèse de maîtrise.

Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre gratitude au directeur de notre mémoire, M. Hassani, pour la confiance, l'encouragement et les précieux conseils qu'il nous a donnés.

Merci beaucoup, Monsieur Zerrouki. Pour ses efforts tout au long de nos années scolaires

Merci beaucoup M. Hellas , Merci beaucoup aussi à tous nos enseignants de l'école primaire à l'université, sans oublier les directeurs des unités MPP4 responsables du suivi de notre stage.

J'aimerais également remercier mes collègues, mes amis et tous ceux qui nous ont bientôt aidés.

Bien sûr, nous remercions nos parents de nous avoir encouragés pendant toutes ces années d'études.

ملخص :

تركز هذه المذكرة على مخاطر الحريق في أوساط البيئة الصناعية أيا كانت وظائفها أو طبيعتها استخداماتها بهدف إنشاء بيئة عمل آمنة من الحرائق.

على هاذ النحو ،تطرقنا في هذه المذكرة على عموميات هذا الميدان و كذلك الجانب الاحصائي لتطور الحرائق, ثم حددنا جميع وسائل مكافحة الحرائق من اجل تجنب اثارها او التقليل منها.

أما في الجانب العملي فقد حاولنا أن نطبق الإرشادات المتعلقة بالسلامة من الحرائق التي يقترحها المقاييس العالمية المتعلقة بهذا المجال، تم التطبيق في إحدى وحدات سونطراك بمنطقة حاسي رمل و هذا بغرض المقارنة بين الحالة الواقعية في أرض الميدان والحالة النظامية التي توصي بها المقاييس الدولية المتخصصة،
الكلمات المفتاحية : مخاطر الحرائق ; الوقاية الحماية التدخل ; وحدة الانتاج ,

Summary:

In this study, we focus on the subject of fire risk in industry, and more specifically in the oil industry.

In this regard, this dissertation first defines the phenomenon of fire and presents some statistics relating to this type of risk, followed by an identification of the various means of fighting fire.

The thesis presents a real application of the recommendations of the standards relating to the protection and prevention of fire risk on an oil industry site located in the Hassi R'Mel gas field, with the aim of determining the gap between the actual situation (on site) and the standard.

Keywords: fire risks; prevention; protection; intervention; production unit,

Résumé :

Dans cette étude, nous nous concentrons sur le thème du risque d'incendie dans l'industrie, et plus particulièrement dans l'industrie pétrolière.

À ce titre, ce mémoire définit tout d'abord le phénomène de l'incendie et présente quelques statistiques relatives à ce type de risque, suivi d'une identification des différents moyens de lutte contre l'incendie.

La thèse présente une application réelle des recommandations des normes relatives à la protection et à la prévention du risque d'incendie sur un site pétrolier situé dans le champ gazier de Hassi R'Mel, dans le but de déterminer l'écart entre la situation réelle (sur site) et la norme.

Mots clés : risque incendie ; prévention ; protection ; intervention ; unité production

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	9
CHAPITRE I GÉNÉRALITÉ SUR LE RISQUE D'INCENDIE	10
1. INTRODUCTION	2
2. STATISTIQUES DES INCENDIES	2
2.1. Localisation des incendies	2
2.2. La nature du feu	3
2.3. Les principales causes et effets de l'incendie	3
3. LE PHÉNOMÈNE DE L'INCENDIE	6
3.1. Définition d'incendie	6
3.2. Le feu	6
3.3. Inflammation	7
3.4. Paramètres de l'incendie	10
3.5. Les gaz dégagés et fumées	10
3.6. Développement de l'incendie	11
3.7. Propagation de feu	12
4. CONCLUSION	14
CHAPITRE II LA PRÉVENTION DU RISQUE D'INCENDIE	15
1. INTRODUCTION	18
2. LA PRÉVENTION PASSIVE	18
2.1. Principe	18
2.2. Compartimentage	18
2.3. Moyens de détection et d'intervention incendie	20
3. LA PRÉVENTION ACTIVE	25
3.1. Principe	25
3.2. Les classes de feu	25
3.3. Les agents extincteurs	26
3.4. Les procédés d'extinction (Mode d'action des agents extincteurs)	28
3.5. Le matériel de première intervention	29
3.6. Le matériel de deuxième intervention	32
4. CONCLUSION:	36
CHAPITRE III APPLICATION DE LA RÈGLE R4 DE LA NORME APSAD DANS LE MODULE DE TRAITEMENT MPP4	18
1. INTRODUCTION	37
2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	37
2.1. Historique de HASSI R'MEL:	37
2.2. Présentation des secteurs de HASSI R'MEL.	38
2.3. Description du module 4 (mpp4):	39
2.4. Les moyens de la lutte contre l'incendie dans le module de traitement MPP4:	41
3. APPLICATION DE LA NORME SUR LA ZONE D'ÉTUDE :	44
3.1. Présentation de la Règle R4 de la norme APSAD :	44
3.2. Résultats d'application	46
4. CONCLUSION	51
CONCLUSION GÉNÉRALE	52
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	54

LISTE DES FIGURES

N°	Titre de la figure	Page
Figure I.1	Répartition des interventions incendie par lieux	2
Figure I.2	Principales causes d'incendie en 2006 (hors habitation)	3
Figure I.3	Image thermique d'un foyer et d'une flamme sortant d'un exutoire	5
Figure I.4	Exemples de conséquences de la destruction des bâtiments et des biens effet	5
Figure I.5	Le triangle du feu	7
Figure I.6	Les phases de l'incendie	12
Figure I.7	Les modes de propagation du feu	13
Figure I.8	Exemples de la propagation du feu par projection	13
Figure I.9	Exemple de la propagation du feu par écoulement accidentel de liquide inflammable	13
Figure I.10	Exemple de la propagation du feu par rupture accidentelle de canalisations de gaz combustible	14
Figure II.1	Les différentes catégories de S.S.I	21
Figure II.2	Exemple d'un déclencheur manuel	22
Figure II.3	Détecteur optique de fumée	22
Figure II.4	Détecteur thermo vélocimétrique	23
Figure II.5	Détecteur linéaire de fumée	23
Figure II.6	Détecteur de flamme	24
Figure II.7	Détecteur de flamme pour les pompe de gaz (Hassi r'mel module 4)	24
Figure II.8	Utilisation et comportement des détecteurs en fonction de l'évolution du feu	24
Figure II.9	Pictogrammes des différentes classes du feu	26
Figure II. 10	Extincteur à eau (6 L)	30
Figure II. 11	Extincteur à poudre	30
Figure II.12	Extincteur au CO2	30
Figure II.13	Extincteur douche portative	30
Figure II.14	Robinet d'incendie armé (R.I.A.)	31
Figure II.15	Poteau d'incendie	33
Figure II.16	Bouche incendie	33
Figure II.17	Utilisation des tuyaux	33
Figure II.18	les pièces de jonction	34
Figure II.19	les différents types des tuyaux	34
Figure II.20	Sprinkler à ampoule	35

Figure III.1	Schéma du processus industriel a Hassi R'Mel	39
Figure III.2	Emplacement de différentes unités de production.	39
Figure III.3	Emplacement des extincteurs a poudre 9kg dans la salle de control	47
Figure III.4	Emplacement des extincteurs CO ₂ 06 kg dans la salle de control	48
Figure III.5	Emplacement des extincteurs a eau (douche portative) dans le laboratoire	49

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre du tableau	Page
Tableau I.1	Les limites d'inflammabilités de quelques gaz courants	8
Tableau I.2	Les températures d'auto-inflammation de quelques gaz courants	8
Tableau I.3	Le point d'éclair de quelques liquides inflammables courants	9
Tableau I.4	Les températures d'inflammation de quelques solides courants	9
Tableau II.1	Sélection de l'agent extincteur en fonction des classes de feu A, B,	28
Tableau II.2	Les caractéristiques principales des extincteurs	30
TableauIII.01	Réseau anti incendie	42
TableauIII.02	dévidoir (RIA)	42
TableauIII.03	Moyens tractable	43
TableauIII.04	Tableau III.04: Moyens Matériels Mobiles	43
TableauIII.05	Tableau III.05: Produit Extincteur	43
TableauIII.06	Tableau III.06: Protection d'activités particulières	46
TableauIII.07	comparaison entre l'emplacement des extincteurs existant et l'emplacement proposé suite à l'application de la règle R4 de l'APSAD	50

LISTE DES ABREVIATIONS :

A.P.S.A.D	Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommage
CO	Oxyde de carbone
CNPP	Centre National de Prévention et de Protection
DA	Déclencheur automatique
DM	Manuel déclencheur
FFSA	Fédération Française des Sociétés
HCl	Gaz chlorhydrique
HCN	Gaz cyanhydrique
HSE	Hygiène et sécurité environnement
LII	Limite inférieure d'inflammabilité
LSI	Limite supérieure d'inflammabilité
LIE	Limite inférieure explosive
LSI	Limite supérieure d'inflammabilité
NFPA	National fire protection association
MPP4	Module processing plant 4
RIA	Les robinets d'incendie armés
SDI	Système de détection incendie
SSI	Système de sécurité incendie

Introduction générale

Dans Toutes les années et particulièrement dans le milieu industriel, l'incendie fait beaucoup de victimes, de dégâts matériels et a souvent pour conséquence de priver le personnel de son travail. Même si le nombre de victimes directes est relativement faible, le risque économique est très élevé. Donc, ce phénomène a des impacts directs et indirects sur l'homme, l'entreprise et l'environnement.

La plupart des incendies sont évitables en adoptant des bons comportements et des bonnes procédures. Aujourd'hui, la sécurité dans un milieu industriel est obtenue grâce à un certain nombre de systèmes de protection fondés sur diverses technologies.

L'Algérie a connu ces dernières années une série d'événements douloureux qui ont révélé l'étendu de la problématique des risques liés au secteur des hydrocarbures, tels que : l'explosion Du complexe pétrochimique de Skikda en Janvier 2004 qui a causé 23 décès ont et 74 blessés ; L'accident du puits Nezla en Septembre 2006 à la plateforme du forage à Gassi Touil (Hassi Messaoud) qui a causé 09 morts, 78 blessés et Perte de l'appareil de forage d'un coût de 4 Millions de Dollars ; deux éclatements suivis d'incendies sur le gazoduc à Relizane en Aout 2008 qui ont occasionné des blessures et des dommages matériels aux riveraines .L'industrie reste toujours une source permanente du risque d'incendie et D'explosion.

Donc, La sécurité dans le milieu industriel revêt une importance primordiale, pour cette raison, nous avons choisi, d'étudier le risque d'incendie dans le secteur des hydrocarbures "exploration et production "Ainsi que la politique de sécurité incendie appliquée dans ce type d'activité industriel, par la Mise en place des différents mécanismes du management des risques d'incendie que nous Allons voir tous au long de ce mémoire. A la lumière de ce qui a été dit, le présent travail s'articule autour de trois chapitres : Le premier chapitre traite des généralités et statistiques relatives à l'incendie. Alors que le deuxième chapitre sera consacré aux moyens de lutte contre l'incendie. Puis le troisième chapitre qui est le cœur de notre étude, ce dernier présente une application d'une des normes importantes relative à l'installation, l'emplacement et les caractéristiques des équipements anti-incendie, cette application a été réalisée dans une usine de traitement des hydrocarbures en Algérie.

CHAPITRE I

Généralité sur le risque d'incendie

1. Introduction

L'incendie fait partie des catastrophes les plus redoutées : les progrès de la recherche sur ce phénomène ont permis la mise en place de modes de prévention, exprimés dans le règlement de sécurité incendie. L'incendie découle d'une combustion, qui est une réaction chimique exothermique.

Dans ce chapitre on va présenter quelques statistiques des incendies survenus dans le monde. La présente partie traite aussi le phénomène d'incendie avec ces différentes caractéristiques tel que le développement du feu, sa propagation, ainsi que le comportement des éléments de construction par rapport au feu.

2. Statistiques des incendies

Les études statistiques suivantes représentent des exemples de données, proviennent des enquêtes réalisées par la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises française auprès des 98 services d'incendie et de secours et ce pour avoir une idée sur quelques statistiques des incendies [1].

2.1. Localisation des incendies

Dans les statistiques des incendies selon la localisation, il est notable que le nombre des incendies le plus élevé est au niveau des habitations avec 72400 incendies, ensuite les incendies de véhicules avec 53300 incendies et 600 seulement dans les locaux artisanaux [1]

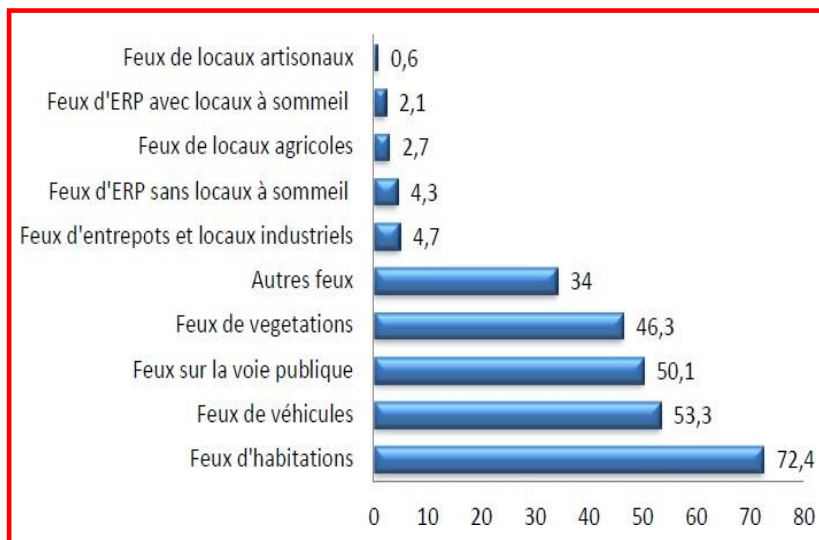


Figure I.1: Répartition des interventions incendie par lieux [2]

2.2. La nature du feu

Les études statistiques [1] réalisées dans ce sens montrent que la source première du feu est bien les matériaux type bois avec 36,7% suivi du papier et ses dérivés avec 25,46% et les peintures et les plastiques occupe la troisième place avec un taux de 18,10.

2.3. Les principales causes et effets de l'incendie

2.3.1. Les Causes

Les sources d'inflammations à identifier sont d'origines diverses : [1]

- Thermiques : surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par points Chauds...etc.

Les travaux par points chauds (soudage au chalumeau, oxycoupage...) sont des sources majeures de sinistres : ils sont responsables d'environ un incendie sur trois;

- Electriques : étincelles, échauffement

La vétusté, le caractère improvisé ou la surcharge de certaines installations entraînent des Échauffements à l'origine de bon nombre de départs d'incendies (environ un incendie sur Trois)

- Electrostatiques : décharges par étincelles...

L'électricité statique peut être à l'origine d'étincelles suffisamment énergétiques pour être une source d'inflammation;

- Mécaniques : étincelles d'origine mécanique, échauffement...

Les échauffements et les étincelles d'origine mécanique, résultant de friction, de choc et d'abrasion, ou de défaillances (roulements, paliers...) peuvent être à l'origine de températures très élevées et/ou de projections de particules incandescentes;

- Climatiques : foudre, soleil...

Un impact de foudre peut constituer une source d'inflammation directe ou à distance en Induisant des surtensions ou des échauffements dans les équipements ;

- Chimiques : réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement de réaction...

Les réactions chimiques peuvent dégager suffisamment de chaleur pour être une source d'inflammation;

- Bactériologiques : auto-échauffement

La fermentation bactérienne peut provoquer un dégagement de chaleur et favoriser les Conditions d'amorçage d'un auto-échauffement.

Les principales causes d'incendie en 2006 (hors habitation:

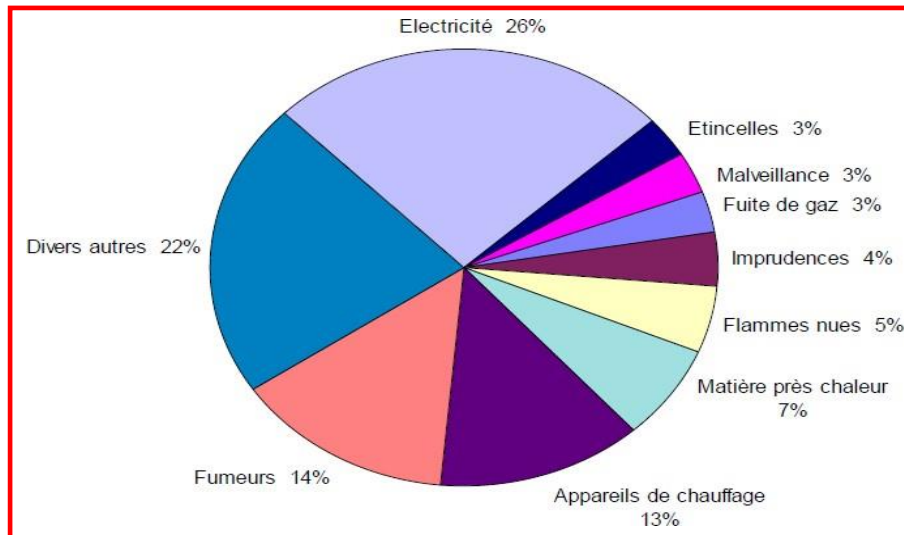


Figure I.2: Principales causes d'incendie en 2006 (hors habitation) [1]

Il est remarquable Statistiquement et particulièrement en 2006 que [2] :

- %75 des incendies sont dus à l'homme.
- %25 sont dus à des vices d'installation.

2.3.2. Effets

2.3.2.1.Conséquences sur l'homme

Les effets de l'incendie sont surtout dus aux gaz, fumées et la chaleur [3]. Les gaz et fumées présentent les dangers suivants:

- Dégagement de température avec risque de brûlure interne par inhalation des chauds;
- Opacité gênant l'évacuation;
- Asphyxie (la concentration d'oxygène diminuant lors d'un incendie
- Toxicité.
- Les flammes et la chaleur

La température au cœur du foyer peut varier de 600 à 1200°C. Au contact des flammes, les brûlures sont immédiates. Des lésions peuvent apparaître lors de l'exposition de la peau pendant plusieurs secondes à une température de l'ordre de 60°C.

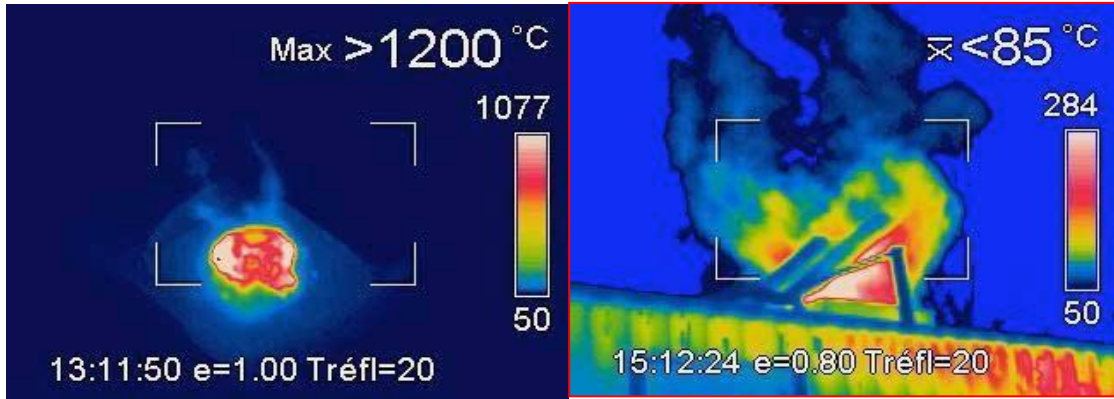


Figure I.3: Image thermique d'un foyer et d'une flamme sortant d'un exutoire [1]

On distingue trois catégories de brûlures:

- Le premier degré : atteinte superficielle (typiquement : le coup de soleil),
- Le second degré : destruction de l'épiderme avec apparition de cloques,
- Le troisième degré : destruction du derme et de l'épiderme ; à ce stade, la peau n'est plus capable de se régénérer seule.

L'effet lumineux des flammes constitue également un danger pour les yeux.

2.3.2.2. Conséquences sur les bâtiments

La destruction des bâtiments et des biens représente un tribut important payé à l'incendie. La protection contre l'incendie nécessite de connaître la charge calorifique et le comportement au feu des matériaux et des éléments de construction [3]



Figure I.4: Exemples de conséquences de la destruction des bâtiments et des biens Effet [3]

3. Le phénomène de l'incendie

3.1. Définition d'incendie

L'incendie est une combustion qui engendre de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants, voire toxiques. L'énergie émise favorise son développement. Pour qu'il se déclare, il faut la présence simultanément sur le lieu de travail des trois éléments suivants : un combustible, un comburant et une source d'inflammation [3 et 4]

3.2. Le feu

C'est une réaction de combustion de deux corps : un combustible et un comburant (généralement l'oxygène).

Mais cette réaction ne peut avoir lieu que dans des conditions bien définies, et en particulier à partir d'une température qui varie d'un corps à l'autre. Cette réaction est exothermique.

La combustion, et donc le feu, ne peut se produire que lors de la réunion des trois éléments qui sont le comburant, combustible et une source d'énergie (chaleur, surpression, ...). Ce principe fondamental est souvent représenté sous la forme du triangle du feu [1,5].

- **Comburant**

Pratiquement, c'est l'oxygène. Dans la majorité des cas, l'oxygène qui alimente une combustion se trouve dans l'air, il contient 21% d'oxygène et 78% d'azote, mais il s'agit là d'une composition moyenne. Il faut savoir que l'air ne peut être considéré comme comburant que s'il contient suffisamment d'oxygène, soit plus de 15% en volume pour les combustibles courants.

- **Combustible**

Les corps susceptibles de s'unir avec l'oxygène sont combustibles. Plusieurs corps ont cette propriété mais tous ne brûlent pas si facilement et rapide les uns que les autres ; à cause leur nature, à leur état de division.

- **Source d'énergie**

La seule présence d'un combustible et d'un comburant n'est pas suffisante pour provoquer le feu .

Un apport d'énergie, dite énergie d'activation, est essentiel pour le démarrage de ce phénomène, qui s'entretiendra de lui-même par la suite, en raison de la quantité de chaleur dégager par cette réaction.

La figure suivante représente les trois éléments du triangle de feu:



Figure I.5: Le triangle du feu [5]

3.3. Inflammation

3.3.1. Inflammation des Gaz

Pour que la combustion des gaz se réalise, il faut que le mélange gaz combustible et gaz comburant soit dans des proportions adéquates.

Dans le cas du mélange gaz combustible avec l'air, il faut que la concentration de gaz dans le mélange soit comprise entre ces deux limites [1 et 5].

- Limite inférieure d'inflammabilité (LII) ;
- Limite supérieure d'inflammabilité (LSI).

Lorsque la combustion présente les caractères de l'explosion, donc c'est les limites inférieures et supérieures d'explosivité (LIE et LSE). Ces valeurs limites sont exprimées en pourcentages volumiques [1 et 5].

Le tableau suivant représente les limites d'inflammabilité de quelques gaz:

Tableau I.1 Les limites d'inflammabilités de quelques gaz courants

Gaz	Limites d'inflammabilité	
	Inferieure (%)	Supérieure (%)
Butane	1,9	8,5
Propane	1,2	9,6
Essence (vapeur)	1,4	7,6

Lorsque la température d'un liquide est à peine supérieure au point d'éclair, la source d'inflammation ne pourra provoquer qu'un allumage fugitif [1,5]. Le tableau suivant représente les températures du point d'éclair de quelques liquides inflammables

Tableau I.2: Les températures d'auto-inflammation de quelques gaz courants

Gaz	Température d'auto-inflammation (°C)
Butane	405
Propane	450
Essence (vapeur)	270

3.3.1.1. Inflammation des liquides

Un liquide inflammable est, en fait, un liquide dont les vapeurs, dans certaines conditions, sont inflammables. En atmosphère normale, si la vapeur émise par un liquide constitue un mélange trop riche (concentration supérieure à la limite supérieure d'inflammabilité), la flamme se décollera de la nappe de liquide et le mélange pourra récupérer l'air susceptible d'abaisser la concentration pour ramener le mélange entre les limites d'inflammabilité [4].

Pour qu'un liquide soit inflammable, il faut que les limites soient à une valeur supérieure à la limite inférieure d'inflammabilité. Pour chaque liquide, cette condition correspond à la température du point d'éclair, les vapeurs peuvent être enflammées par une source d'énergie. Lorsque la température d'un liquide est à peine supérieure au point d'éclair, la source d'inflammation ne pourra provoquer qu'un allumage fugitif [1,5]. Le tableau suivant représente les températures du point d'éclair de quelques liquides inflammables:

Tableau I.3 Le point d'éclair de quelques liquides inflammables courants

Produits	Point d'éclair (°C)
Essence	- 40
Kérosène	+ 40
Gazole	+ 70
Acétone	- 18

3.3.2. Inflammation des Solides

La combustion des solides ne répond pas à des lois aussi précises que celles des gaz ou des liquides. Pour les matériaux de synthèse, on peut repérer une température de décomposition à partir de laquelle il y a production de gaz inflammables, donc on voit une similitude avec le principe de point d'éclair des liquides. Quelques matériaux brûlent en formant des braises, c'est un mode de combustion particulier qui se produit lentement et directement depuis l'état solide [4]. L'état de division du solide a une très grande influence sur le déroulement de la combustion d'un même matériau. Plus la surface de contact entre le matériau et l'air est importante, plus vive sera la réaction de la combustion, pouvant aller, dans le cas de poussières, jusqu'au phénomène de déflagration, c'est le cas de poussières très dangereuses comme la sciure de bois, la farine, le sucre, le charbon, etc. [4]. Le tableau suivant représente les températures d'inflammation de quelques solides:

Tableau I.4 Les températures d'inflammation de quelques solides courants

Solides	Température d'inflammation (°C)
Bois	De 280 à 340
Charbon	250
Charbon de bois	De 250 à 350
Coton	450
Papier journal	185

3.4. Paramètres de l'incendie

La quantité de chaleur dégagée est en fonction de trois paramètres [4] :

- Pouvoir calorifique
C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de 1kg de ce combustible s'il est solide ou liquide, de 1m^3 s'il est gazeux.
- Débit calorifique
Le débit calorifique est la quantité de calories produite par unité de temps par la quantité de masse d'une matière combustible. Le débit calorifique est l'élément nécessaire caractérisant l'élévation de température.
- Potentiel calorifique (charge calorifique)
C'est la quantité de chaleur totale susceptible de se dégager par la combustion de l'ensemble des éléments combustibles se trouvant dans un local, ramenée à l'unité de surface.
Donc s'exprime en MJ/m^2 . On ramène parfois cette mesure à l'équivalent de la quantité de chaleur dégagée par 1kg de bois et on exprime alors le potentiel calorifique en kg de bois/m².

3.5. Les gaz dégagés et fumées

3.5.1. Gaz de combustion

La combustion des matériaux s'effectue en dégageant un nombre de gaz qui peuvent avoir des effets toxiques et dangereux

Par ailleurs, portés à température élevée, ces gaz vont contribuer à la propagation du feu. La nature des matériaux combustibles peut permettre de prévoir les caractéristiques des gaz dégagés.

Les principaux gaz susceptibles de se dégager sont comme suit [1 et 5] :

- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Dioxyde de carbone (CO₂) ;
- Gaz chlorhydrique (HCl) ;
- Gaz cyanhydrique (HCN) ;
- NO_x.

3.5.2. Fumées d'incendie

Les fumées sont constituées de gaz dégagés de la combustion, et elles sont chargées de particules imbrûlées.

Les fumées comportent généralement des gaz imbrûlés, avec température élevée. Ce mélange est fréquemment à l'origine de la propagation du feu.

Par ailleurs, les fumées dégagées sont opaques, donc elles ont pour effet de gêner et même parfois d'empêché les interventions des secours [4].

3.6. Développement de l'incendie

Les phases de l'incendie, qui se déroulent successivement sont comme suit [5] :

- Phase 1 (Démarrage du feu) : La rapidité de démarrage d'un incendie sera fonction du combustible en cause, de sa forme, de la ventilation du lieu et du type de source d'allumage. Durant la phase de feu couvant, la température est localisée au point d'ignition ; les premiers gaz et la fumée apparaissent.
- Phase 2 (Déclenchement de l'incendie) : Au cours de la deuxième phase, où le foyer est vif mais encore localisé, le rayonnement ou le contact des flammes atteint les matières proches, les gaz chauds se dégagent et emplissent le volume, annonçant la troisième phase.
- Phase 3 (Embrasement généralisé) : Les gaz chauds accumulés portent les combustibles présents à leur température d'inflammation et l'ensemble du volume s'embrase brutalement (flash-over). L'incendie atteint son point maximal. La présence de gaz inflammables peut également provoquer des déflagrations plus ou moins violentes.
- Phase 4 (Retombé du feu) : La violence du feu décroît avec la disparition progressive du combustible.

La figure 8 représente le développement d'un incendie en considérant qu'il était suffisamment alimenté en comburant, en combustible et en énergie.

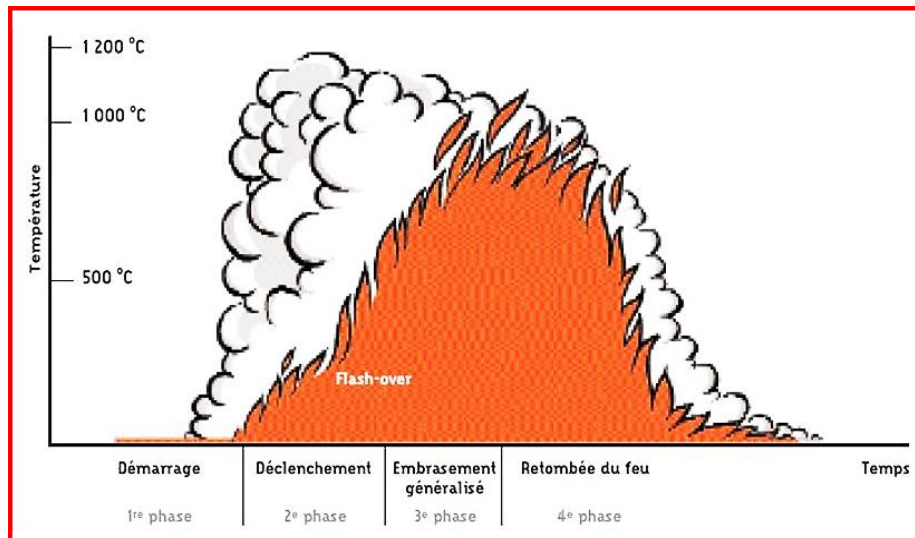


Figure I.6 Les phases de l'incendie [5]

3.7. Propagation de feu

3.7.1. Facteurs de propagation

Les principaux paramètres de la phase de développement du feu sont liés [3] :

- A la quantité de combustibles présents qui détermine la quantité d'énergie disponible,
- Au pouvoir calorifique du combustible,
- A la forme du (ou des) matériau(x)
- Aux produits de décomposition : certains matériaux engendrent des gaz combustibles propageant l'incendie à de grandes distances comme les plastiques,...
- Au degré hygrométrique : la sécheresse augmente les possibilités d'inflammation, à la ventilation et à la circulation des gaz qui sont fonctions de l'importance, de la forme et de la répartition des ouvertures (portes, fenêtres, exutoires de fumées...),
- A la nature du local en feu : les dimensions du local et la nature des parois vont conditionner son isolement thermique.

3.7.2. Modes de propagation

L'extension du feu s'effectue par transport d'énergie dû [3] :

- Au rayonnement : apport de chaleur aux matériaux voisins du foyer
- A la convection : transfert de chaleur par mouvement ascendant d'air réchauffé

- A la conduction : transfert de chaleur au sein d'un même matériau.

La figure suivante résume les modes de propagation du feu:

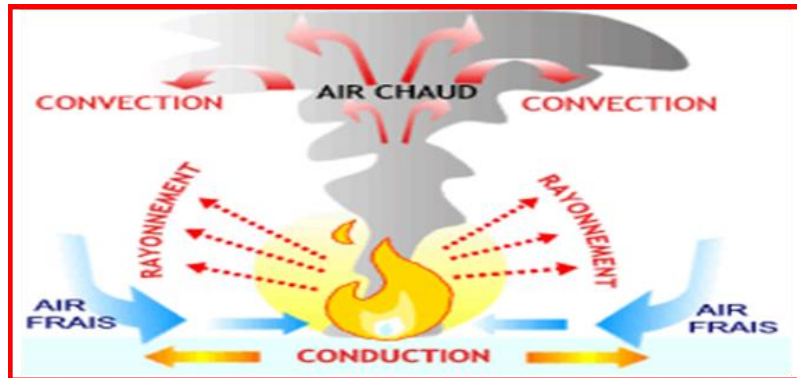


Figure I.7: Les modes de propagation du feu [3]

Aussi, la propagation du feu peut se réaliser par accident, on peut citer [4]

- Projection de matières combustibles enflammées après, explosion, flammèches portées par le vent, étincelles; ...,
- Ecoulement de liquide inflammable sur le sol ou par des caniveaux, des égouts, Rupture accidentelle de canalisations de liquides ou de gaz combustibles.



Figure I.8: Exemples de la propagation du feu par projection [4]



Figure I.9: Exemple de la propagation du feu par écoulement accidentel de liquide inflammable [4]

4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons traité le phénomène d'incendie à travers ses différents aspects: statistique, naissance et propagation, ainsi que le comportement des éléments de construction par rapport au feu. Nous pouvons conclure que l'incendie est un phénomène très dangereux et l'étude de risque d'incendie présente un outil primordial dans la gestion de la sécurité de l'environnement industriel et professionnel.

CHAPITRE II

La prévention du risque d'incendie

1. Introduction

La prévention et la protection contre le risque d'incendie reposent essentiellement sur des moyens humains et des moyens techniques ou matériels. Les moyens n'agissent pas tous de la même manière sur l'incendie, que ce soit par leur mode d'extinction ou que ce soit par leur utilisation.

Dans ce chapitre, on va étudier la prévention passive et active de l'incendie, tout en identifiant les principaux moyens de lutte contre l'incendie tel que les extincteurs, les robinets d'incendie armés (R.I.A) et les sprinklers...etc.

2. La prévention passive

2.1. Principe

La conception de la prévention incendie est basée sur les principes suivants [6] :

- La mise en œuvre de matériaux de revêtement présentant une bonne réaction au feu retarde le développement d'un incendie qui a pris naissance;
- La réalisation d'un compartimentage, c'est-à-dire la division du bâtiment en volumes délimités par des parois ayant une résistance au feu suffisante, permet de limiter, durant un temps déterminé, le développement de l'incendie au compartiment où le feu a débuté;
- En outre, des issues suffisantes sont nécessaires pour permettre l'évacuation des personnes. A l'intérieur du bâtiment, on prévoit des chemins d'évacuation qui constituent des compartiments conçus spécialement à cet effet. Des coursives, c'est-à-dire des galeries situées à l'extérieur du bâtiment et qui donnent accès à une cage d'escalier, peuvent aussi servir de chemin d'évacuation ; l'évacuation est facilitée par une signalisation claire et une bonne application.

2.2. Compartimentage

2.2.1. Principe du compartimentage

Le bâtiment est divisé en espaces plus petits, de telle façon qu'en cas d'incendie, le dommage soit limité à un tel espace, où l'extension de l'incendie d'un local à un autre soit freinée pour permettre l'évacuation des personnes, la sauvegarde des biens et

l'intervention des services incendie. Le compartiment est délimité par des parois séparâtes ayant une résistance au feu suffisante. Les compartiments doivent permettre l'accès et la circulation des personnes et des biens. Ils sont pourvus d'ouvertures verticales pour permettre les circulations horizontales (portes) et d'ouvertures horizontales pour permettre les circulations verticales (escaliers, ascenseurs,...). En outre, il y a généralement des percements pour les installations techniques (gaines de ventilations et autres conduites). Toutes ces ouvertures doivent pouvoir être fermées efficacement de façon à conserver intacte la résistance au feu des parois du compartiment.

Cela signifie que, non seulement les murs, les planchers et les plafonds qui délimitent un compartiment doivent avoir une résistance au feu, mais également que toutes les ouvertures doivent être pourvues de systèmes de fermeture assurant une résistance au feu suffisante.

Les cages d'escaliers et les chemins d'évacuation sont généralement traités comme des compartiments particuliers. Ces compartiments permettent l'évacuation des personnes en toute sécurité, ainsi que l'accès au bâtiment par les pompiers qui doivent, si nécessaire, secourir les blessés et combattre le feu à l'intérieur du bâtiment [6].

2.2.2. But du compartimentage

Les actions principales du compartimentage sont [3] :

- La préservation des personnes:
 - Permet la circulation des occupants malgré les flammes et les fumées,
 - Evite que le développement de l'incendie ne soit plus rapide que le déroulement de l'évacuation.
- La préservation des marchandises et des produits:
 - Evite le développement de l'incendie à tout le stockage en limitant le volume des zones,
 - Isole les points dangereux du processus de fabrication,
 - Isole les conduits permettant la circulation des fluides lorsqu'ils traversent des locaux à risques.
- La préservation du voisinage:

- Evite la propagation de l'incendie aux locaux ou bâtiments contigus,
- Contient les effets de l'incendie tels que l'émission de particules chaudes ou toxiques.

L'extension d'un début d'incendie sera limitée en compartimentant chaque bâtiment ou secteur:

- Horizontalement par des auvents extérieurs en saillie, par des planchers de résistance au feu appropriée... ,
- Verticalement par des murs, des cloisons et des portes résistants au feu.

2.2.3. Les dispositifs mobiles

- Le clapet : « dispositif actionné de sécurité consistant en un dispositif d'obturation destiné au compartimentage dans un système de sécurité incendie. Il est ouvert en position d'attente. Il peut être de type télécommandé ou du type auto commandé en fonction de l'application.»
- Le volet : « dispositif actionné de sécurité consistant en un dispositif d'obturation destiné au compartimentage dans un système de sécurité incendie. Il peut être ouvert ou fermé en position d'attente, en fonction de son application.»

2.3. Moyens de détection et d'intervention incendie

2.3.1. Système de sécurité incendie (S.S.I)

Il est obligatoire d'équiper un bâtiment de type ERP et/ou ERT d'un système de sécurité incendie (S.S.I.) [32] pour assurer la fonction de détection incendie et de mise en sécurité des personnes et des biens.

2.3.1.1.Définition et but du SSI

Un Système de Sécurité Incendie se compose de l'ensemble des matériels servant à collecter les informations, les ordres liés à la seule sécurité incendie. Il permet de traiter et d'effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité des personnes et du bâtiment

2.3.1.2.Catégories de SSI

Les catégories de S.S.I. (A, B, C, D, E) sont déterminées en fonction du niveau de risque calculé par rapport au type d'établissement et sa catégorie. Une catégorie de SSI correspond à un ou plusieurs équipements d'alarme.

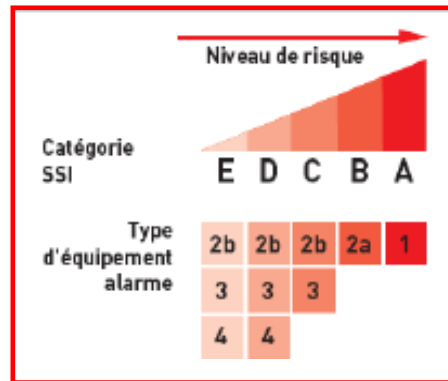


Figure II.1: Les différentes catégories de S.S.I [8]

2.3.2. La détection d'incendie

Cette fonction est assurée par le système de détection incendie (SDI) [11] qui gère toutes les informations reçues par les détecteurs automatiques et les déclencheurs manuels.

2.3.2.1.Le déclencheur manuel DM

Il déclenche l'alarme après une pression sur la membrane du coffret. Il doit être placé

- A chaque étage;
- A proximité des escaliers;
- Au rez-de-chaussée;
- A proximité de chaque issue.

Le déclenchement se fait par pression sur la membrane. La déformation nette de celle-ci indique que le produit a été actionné.

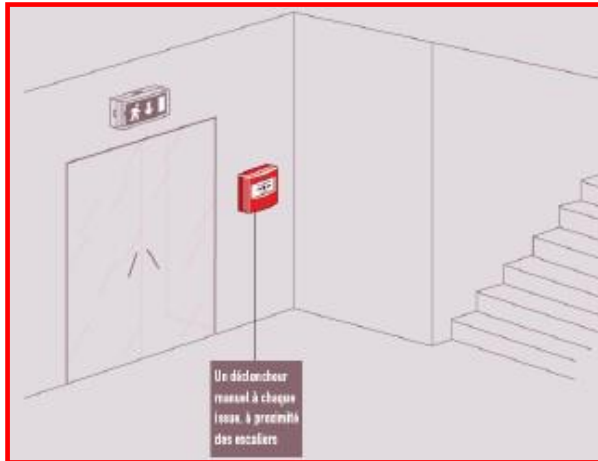


Figure II.2: Exemple d'un déclencheur manuel [9]

2.3.2.2. Le Déclencheur Automatique (DA)

Il permet la surveillance d'un bâtiment de façon automatique. Il existe différents types de détecteurs automatiques suivant le risque à surveiller:

- Le détecteur optique de fumée
 - Il est sensible (détection de particules) à tous les types de fumées et d'aérosols. Il n'est pas sensible au feu sans fumée (feu d'alcool)
 - Il détecte rapidement le début d'un incendie avant la formation de flamme.
 - Il s'emploie dans les endroits où il n'y a pas de fumée d'exploitation en fonctionnement normal.



Figure II.3: Détecteur optique de fumée [9]

- Le détecteur thermo-vélocimétrique
 - Il réagit à un seuil de température atteint à un temps donné, suivant la vitesse d'élévation de la température.
 - Il transmet également l'alarme dès que la température dépasse un seuil fixé (60°C)



Figure II.4: Détecteur thermo vélocimétrique [9]

- Le détecteur linéaire de fumée
 - Il est sensible aux fumées blanches ou noires qui traversent le faisceau laser émis par le boîtier et renvoyé par le réflecteur.
 - Son intérêt réside dans la couverture de grandes distances évitant ainsi l'emploi de plusieurs détecteurs de fumée ponctuels.
 - Il offre une solution simple d'installation dans le cas de grandes hauteurs de plafond ou de points de fixation inaccessibles et non souhaités (hall, entrepôt...) pour des détecteurs ponctuels. Comme pour le détecteur optique de fumée, il doit être utilisé dans les locaux où il n'y a pas de fumée en mode de fonctionnement normal.
 - Il assure une surveillance jusqu'à 100m.



Figure II.5 : Détecteur linéaire de fumée [9]

- Le détecteur de flamme

Il est sensible au rayonnement infrarouge émis par les flammes d'un foyer ainsi qu'à la présence du CO₂ résultant.



Figure II.6 : Détecteur de flamme [9]



Figure II.7: Détecteur de flamme pour les pompe de gaz (Hassi r'mel module 4) [11]

La figure ci-dessous résume l'utilisation et le comportement des détecteurs:

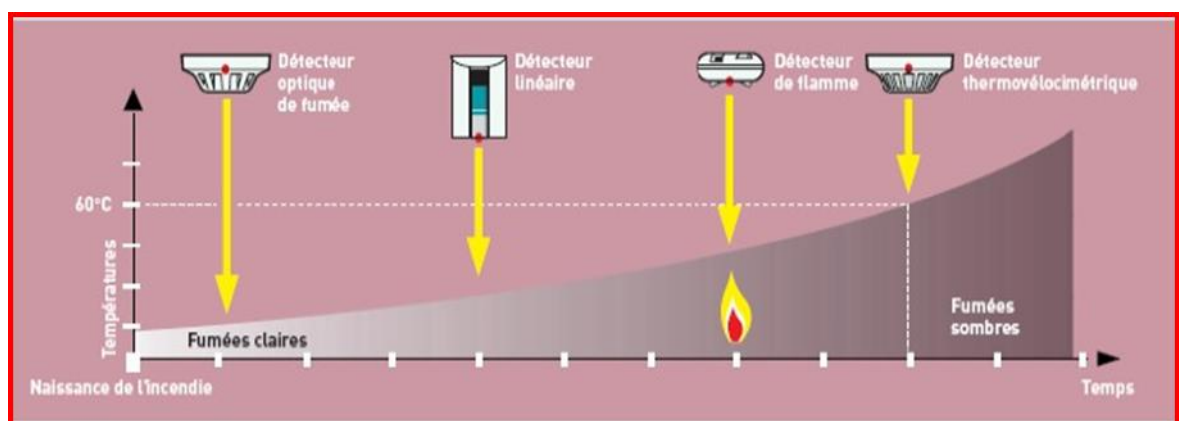


Figure II.8 : Utilisation et comportement des détecteurs en fonction de l'évolution du feu [9]

3. La prévention active

3.1. Principe

La prévention dite active concerne la détection, l'alerte, l'extinction, l'évacuation des fumées.... Elle concerne l'équipement du bâtiment. On peut résumer le principe de cette prévention dans les points suivants [6] :

- La détection et les moyens d'alerte permettent de signaler le début d'un incendie.
- Les moyens d'extinction permettent aux occupants d'intervenir rapidement et efficacement pour éteindre un feu naissant.
- Le sprinkler constitue une intervention automatique sur un incendie naissant.
- La signalisation et l'éclairage de sécurité facilitent l'évacuation et l'intervention.

Avant de montrer les moyens de protection active la partie suivante montre la classification, les agents extincteurs et les modes d'extinction de feu

3.2. Les classes de feu

Les classes de feu [4] correspondent aux caractéristiques de combustion des produits:

- A : feux de matières solides (bois, papier, tissus...) produisant des flammes et des braises;
- B : feux de liquides (essence, peinture...) produisant uniquement des flammes;
- C : feux de gaz (butane, propane...);
- D : feux de métaux (sodium, potassium...).

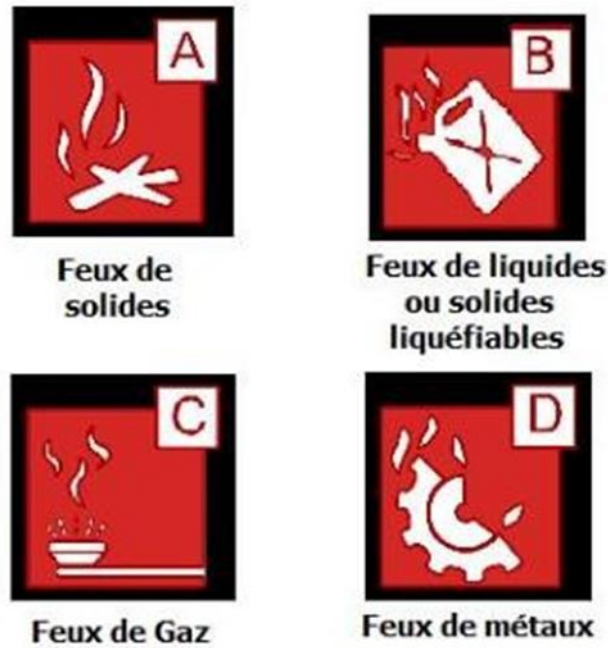


Figure II.9 : Pictogrammes des différentes classes du feu [1]

3.3. Les agents extincteurs

En fonction de ces classes de feu on utilise différents agents extincteurs [5,12]

- L'eau
- Les mousses
- Les poudres
- Les Gaz

3.3.1. L'eau

C'est le principal agent extincteur des feux de type A. Elle peut être utilisée à l'état naturel ou avec l'adjonction d'un additif pour améliorer son pouvoir d'extinction [7]

- Eau naturelle:
- En jet diffusé qui provoque le refroidissement d'une surface importante;
- En jet bâton pour abattre les flammes.
- Eau mouillante (eau + produit) : accrois l'effet de refroidissement par augmentation de l'étalement.

- Eau avec des produits retardant : lors de feux de forêt, l'addition de produits à base d'argile dit retardant permet de ralentir la propagation des flammes.

3.3.2. La mousse

C'est un agent extincteur qui agit par isolement par rapport à l'air, par étouffement et dans une certaine mesure par refroidissement. Elle est efficace sur les feux de classe B et elle est obtenue par brassage d'un courant d'air et d'un courant d'eau sous pression dans lequel a été incorporé une certaine quantité d'émulseur [7]

Le foisonnement d'une mousse est le rapport du volume de la mousse au volume de la solution à partir de laquelle elle a été obtenue, il existe trois niveaux [4]:

- Bas foisonnement;
- Moyen foisonnement;
- Haut foisonnement.

3.3.3. Les poudres

Les poudres ont pour effet d'arrêter presque immédiatement les flammes mais n'ont aucun effet sur les braises ; elles sont donc essentiellement efficaces sur les feux de classes B et C. Elles sont généralement à base de bicarbonate de sodium ou de potassium et sont le plus souvent utilisées en extincteurs portables. Elles ne sont pas toxiques mais sont légèrement piquantes pour les yeux et ne doivent pas être respirées. Elles constituent des nuages diminuant fortement la visibilité et se déposent partout, après extinction, nécessitant un nettoyage très minutieux ultérieur. Les poudres A, B, C, appelées parfois « poudres polyvalentes » sont à base de sels d'ammonium, phosphates et sulfates ; l'effet sur les feux de classe A est obtenu par formation d'une sorte de gangue sur les braises [4.]

3.3.4. Les gaz

Les gaz extincteurs peuvent être classés en deux catégories [4]:

- Les gaz inhibiteurs, constitués de substances chimiques (halogènes) qui agissent sur les flammes à faible concentration;

- Les gaz inertes ou le CO₂ qui agissent par étouffement du foyer en diminuant la teneur en oxygène de l'air ambiant. Les halons ont été les gaz inhibiteurs les plus utilisés jusqu'à ce que l'on découvre leur effet sur l'environnement (notamment sur la couche d'ozone)

Les gaz inhibiteurs actuellement utilisables sont des hydrocarbures halogénés dont les appellations commerciales sont FM 200, FE 13, CEA 410, etc.

Les gaz inertes utilisés dans des volumes plus importants, susceptibles d'être occupés par des personnes, sont des produits contenant une proportion d'oxygène pouvant être tolérée temporairement par un homme, mais qui arrête la réaction de combustion des feux de surface. Il s'agit des produits dont l'appellation commerciale est Inergen, Aragonite, Argotec, etc. Ces gaz sont généralement utilisés en noyage complet (extinction automatique à gaz)

Le dioxyde de carbone (CO₂) agit à la fois par étouffement et par refroidissement. Il est utilisé en noyage total, en noyage partiel ou en extincteurs manuels. C'est l'agent extincteur généralement recommandé pour les feux dit « électriques », c'est-à-dire pour éteindre un incendie prenant naissance dans un appareil pouvant être sous tension (armoire électrique notamment)

Remarque : L'agent extincteur est à choisir en fonction des classes de feu A, B, C ...

Tableau II.1 : Sélection de l'agent extincteur en fonction des classes de feu A, B,

Types d'agents extincteurs	Classes de feu		
	A	B	C
Eau pulvérisée	Très bon	Pas utilisable	Pas utilisable
Eau + Additifs	Très bon	Bon	Pas utilisable
Poudre ABC	Moyen	Très bon	Moyen
CO ₂	Pas utilisable	Très bon	Pas utilisable

3.4. Les procédés d'extinction (Mode d'action des agents extincteurs)

Pour répondre efficacement face à un incendie, on peut agir de différentes façons sur un ou plusieurs éléments du triangle du feu:

- Refroidissement : L'eau se vaporise au contact du foyer en absorbant une grande quantité de chaleur.
- Souffle : L'effet mécanique obtenu par pression d'un jet de liquide ou de gaz provoque le décollement de la flamme.
- Etouffement : L'action des mousses par exemple qui diminue le pourcentage d'oxygène et augmente la teneur en vapeur d'eau.
- Inhibition : L'extinction par inhibition permet de stopper la réaction en chaîne responsable de la combustion, en diffusant un produit qui réduira l'affinité des combustibles avec l'air.

3.5. Le matériel de première intervention

3.5.1. Les extincteurs

C'est le matériel de première intervention le plus couramment utilisé dans l'attente de moyens d'intervention plus puissants. Ils doivent pouvoir être mis en œuvre rapidement et correctement par quiconque constatant un début d'incendie [3].

L'extincteur doit être facile à utiliser et être de couleur rouge ; sa contenance minimale est de 6 l pour les extincteurs à eau ; il doit être visible et accessible en toute circonstance (en principe dans les circulations et à proximité des risques particuliers). Ils doivent faire l'objet d'une vérification annuelle et d'une révision tous les 10 ans, attestés par une étiquette sur l'appareil par une personne ou un organisme compétent. L'implantation des extincteurs et un relevé des vérifications doivent être portés sur le registre de sécurité [8]

Deux critères caractérisent les extincteurs:

- L'agent extincteur qu'ils renferment (eau, poudre, CO₂)
- Leur capacité exprimée en litre ou en kilogramme (5 à 9 kg)

Le tableau suivant représente les principales caractéristiques des extincteurs:

Tableau II.2 Les caractéristiques principales des extincteurs

Types d'extincteurs	Capacité	Durée	Portée
Eau	6 et 9 l	12 à 20 s	2 à 3 m
Poudre	6 et 9 kg	12 à 20 s	2 à 4 m
CO ₂	6 et 9 l	6 à 10 s	1 à 2 m

Les figures suivantes représentent quelques exemples de catégories d'extincteurs :



Figure II. 10 : Extincteur à eau (6 L) [3]



Figure II. 11 : Extincteur à poudre[3]



Figure II.12 Extincteur au CO2[3]



Figure II.13 Extincteur douche portative[3]

3.5.2. Les robinets d'incendie armés (R.I.A)

Un robinet d'incendie armé est un équipement de premier secours alimenté en eau, pour la lutte contre le feu, utilisable par un personnel qualifié ou non.

Un R.I.A. se compose [7] :

- D'un dévidoir à alimentation axiale;
- D'un robinet d'arrêt pour fermeture de l'alimentation;
- D'une longueur élémentaire de tuyau semi-rigide de 20 à 30 mètres;
- D'une clé tricoises et de son support, le cas échéant;
- D'un seau et de son support;
- Eventuellement d'une hache d'incendie;
- Numéroté en une série unique.



Figure II.14 Robinet d'incendie armé (R.I.A.) [6]

Les R.I.A. doivent remplir les conditions suivantes [7] :

- La pression minimale de fonctionnement ne doit pas être inférieure à 2,5 bars et supérieure à 4,5 bars;
- Un manomètre avec robinet 3 voies doit être mis en place pour le contrôle de cette pression;
- Le R.I.A. doit être placé à l'intérieur des locaux à protéger;
- Le nombre et le choix de leur emplacement doivent être tels que toute la surface puisse être efficacement atteinte;
- On doit pouvoir atteindre tout point par au moins 2 jets de R.I.A. dans les locaux présentant des risques importants;
- Le R.I.A est alimenté par une canalisation d'eau desservie par une conduite publique ou par réservoir élevé ou sous pression;

- Des essais mensuels doivent être effectués et la pression relevée doit être inscrite dans un registre de sécurité.

Remarque:

Un réseau de R.I.A. doit toujours être composé d'au moins de deux pompes :

Une pompe de fonctionnement normal et une pompe de secours automatique [3]

3.6. Le matériel de deuxième intervention

3.6.1. Bouche et poteau incendie

Les poteaux et les bouches incendie sont destinés au raccordement des tuyaux. Les poteaux incendie sont les hydrants visibles (poteaux rouges que l'on voit dans les rues) alors que les bouches incendie sont invisibles car sous terre dans un coffre (elles sont signalées par une plaque) [3]

Les bouches et poteaux d'incendie [8] permettent aux sapeurs-pompiers de mettre en œuvre leurs moyens d'extinction. Ces hydrants doivent être alimentés:

- Soit par des branchements particuliers d'incendie des établissements intéressés ; dans ce cas, ce sont des poteaux privés,
- Soit directement par les conduites publiques ; dans ce cas, ce sont des poteaux publics. L'itinéraire entre le ou les points d'eau et l'établissement doit permettre le passage facile des moyens des sapeurs-pompiers.

Les emplacements des points d'eau doivent être:

- Facilement accessibles en permanence;
- Signalés conformément aux normes en vigueur;
- Situés à 5 mètres au plus du bord de la chaussée ou de l'aire de stationnement des engins d'incendie.



Figure II.15 : Poteau d'incendie



Figure II.16 : Bouche incendie

3.6.2. Les tuyaux anti-incendie [10] :

Les tuyaux d'incendie sont des tuyaux servant à transporter l'eau dans les dispositifs hydrauliques de lutte contre l'incendie.

Ce sont des tuyaux souples munis de raccords normalisés.

On peut installer une division qui permet d'alimenter plusieurs lances à partir d'un seul tuyau issu du fourgon.

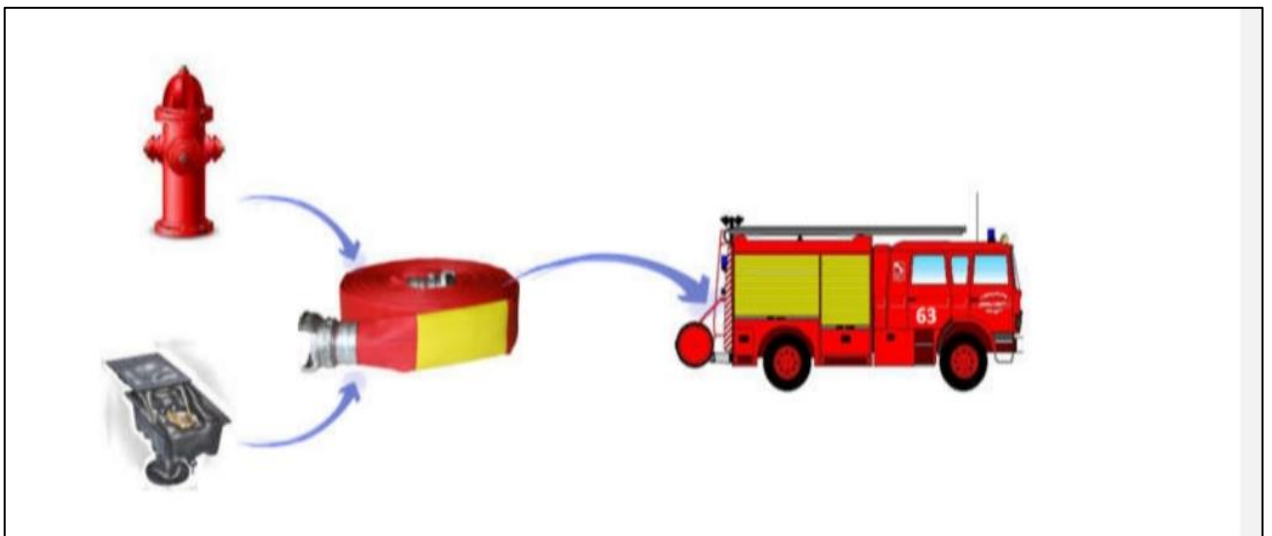


Figure II.17 : Utilisation des tuyaux [7]

Les pièces de jonction

RELIER entre eux les différents organes au sein de l'établissement

COLLECTEUR D'ALIMENTATION



Alimenter, par deux établissements de 70mm, un engin pompe ou une colonne sèche de 100mm.

COUDE



Connecter un tuyau de 110 mm à une bouche d'incendie.

DIVISION



Diviser l'établissement initial en plusieurs lignes.

RACCORD



Connecter deux tuyaux, ou connecter un tuyau à :
- une prise d'eau,
- une pièce de jonction,
- un accessoire hydraulique.

Ils sont constitués de deux demi-raccords.

RETENUE



Connecter l'établissement à une bouche d'incendie.

VANNE



Stopper l'arrivée d'eau.
Vidanger l'établissement.

Figure II.18 : les pièces de jonction

Les différents types des tuyaux anti incendie :[10]

1. tuyau diamètre 100 : utilisé pour alimentation et remplissage camion-citerne.
1. tuyau diamètre 70 : utilisé pour le refroidissement et protection et remplissage.
2. tuyau diamètre 45 : utilisé pour l'attaque.



Figure II.19 : les différents types des tuyaux [3]

3.6.3. Extinction automatique à eau « les sprinkleurs»

Les sprinkleurs ne font pas l'objet d'une réglementation mais d'une règle A.P.S.A.D. R1 (installation d'une extinction automatique à eau type sprinklers) En installant un réseau de sprinkleur conforme à la R1, la prime de risque d'une entreprise peut diminuer de 80% [3.]



Figure II.20 Sprinkler à ampoule [1]

4. Conclusion :

A l'issue de ce chapitre, nous pouvons conclure que la lutte contre le risque d'incendie et sa prévention impose de mettre en place des mesures techniques et organisationnelles. Elles visent à supprimer tout départ de feu, à détecter le début d'inflammation, à éviter sa propagation ainsi qu'à limiter ses effets de l'incendie. Ces moyens dépendent directement de la nature et la classe de feu y compris le type de zone ou d'activité.

CHAPITRE III

Application de la règle R4 de la norme APSAD dans le module de traitement MPP4

1. Introduction

L'application de mesures de sécurité et de conception exigées par la réglementation et par les normes est un choix important pour assurer la conformité réglementaire et normative et pour protéger les personnes, l'environnement et les installations.

Dans ce chapitre qui représente la partie pratique de notre thèse, on a proposé un site industriel (module MPP4) de la zone pétrolière de Hassi R'Mel pour réaliser notre étude. Cette dernière consiste sur l'application des recommandations des normes relatives au risque d'incendie en matière de conception, emplacement et mise en œuvre.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Historique de HASSI R'MEL:

Le gisement de Hassi R'mel a été découvert en 1951, le premier puits, HR1, a été foré en 1952 à Quelques kilomètres de Berriane. Ce puits a mis en évidence la présence de gaz naturel riche en Condensât et en GPL.

-Entre 1957 et 1960 sept autres puits ont été forés (HR2, HR3, HR4, HR5, HR6, HR7,HR8)

-Le gisement de Hassi R'mel est classé 4^{ème} Au monde et 1^{er} en Algérie, il est d'une Superficie de 3500 km. Il s'étend sur 70 Km du nord au sud et de 50 Km d'est en ouest, avec Une énorme réserve De gaz estimée de 2415 billions m. ce gaz se trouve entre 2110 et 2280 m de profondeur.

Les principaux champs sont : Hassi R'mel, Djebel Bissa, Oued Noumer, Ait Kheir, Sidi Mezghiche et Makouda.

-Le développement du champ de Hassi R'mel a été fortement lié au développement technologique De l'industrie du gaz naturel dans le monde et les importantes réserves recelées par ce gisement ont Constitué un atout important pour lancer une politique d'industrie gazière de grande envergure pour Le pays.

2.2. Présentation des secteurs de HASSI R'MEL.

Le champ de Hassi R'mel comprend trois secteurs:

1. Secteur Nord : qui comprend:
 - 1.1. Le module 3.
 - 1.2. Une station de compression.
2. Secteur centre : qui comprend
 - 2.1.3 modules 0, 1 ET 4.
 - 2.2. CSTF (Centre Stock age and Transfers Facility)
 - 2.3. CTH (Centre de Traitement d'Huile)
 - 2.4. L'unité de phase B.
 - 2.5. Sbc.
3. Secteur sud : qui comprend:
 - 3.1. Le module 2.
 - 3.2. Une station de compression.
 - 3.3. Djebel Bissa.
 - 3.4. HR sud.

Les quatre unités 1, 2, 3 et 4 de traitement du gaz ont une capacité de 80 millions m³/ jour Chacune. Cependant le module 0 a une capacité de 30 millions m³/ jour et Djebel Bissa de 6 Millions m³/ jour.

Les deux centres de compression Nord et sud sont conçus pour la réinjections du gaz sec dans des puits injecteurs pour faire entraîner

Les lourds (la richesse) et réinjections du gaz de vente, gaz pour les GNL en cas de problème ou révision des unités.

Un autre poste de compression qui est appelé Boosting est actuellement en service, il est conçu pour augmenter la pression d'entrée du gaz des modules de traitement du gaz afin d'assurer l'exploitation continue du champ du gaz. [12]

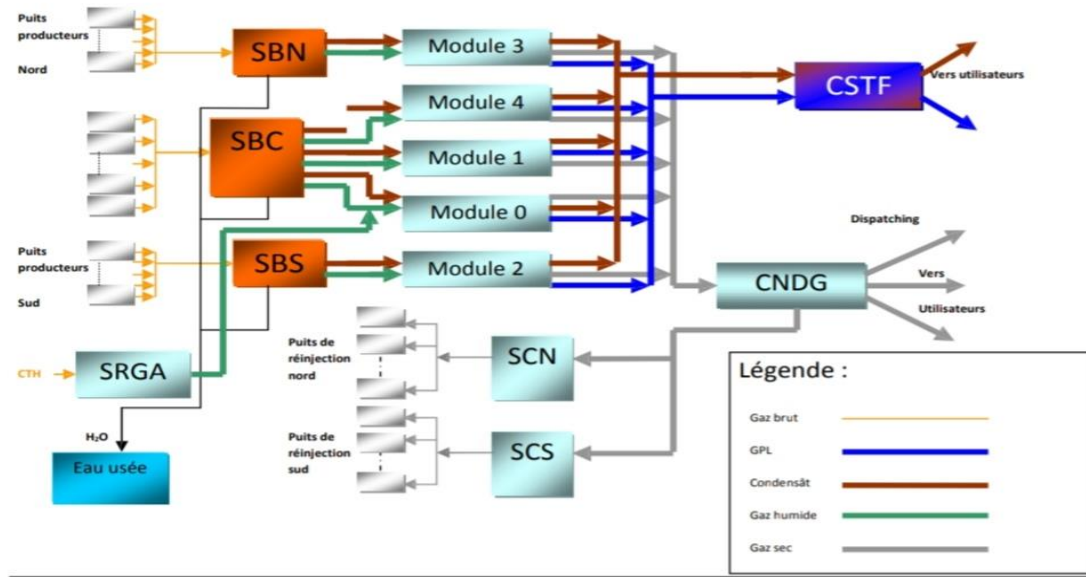


Figure III.1 : Schéma du processus industriel a Hassi R'Mel [11]

La figure suivante montre les unités de production et leurs emplacements.

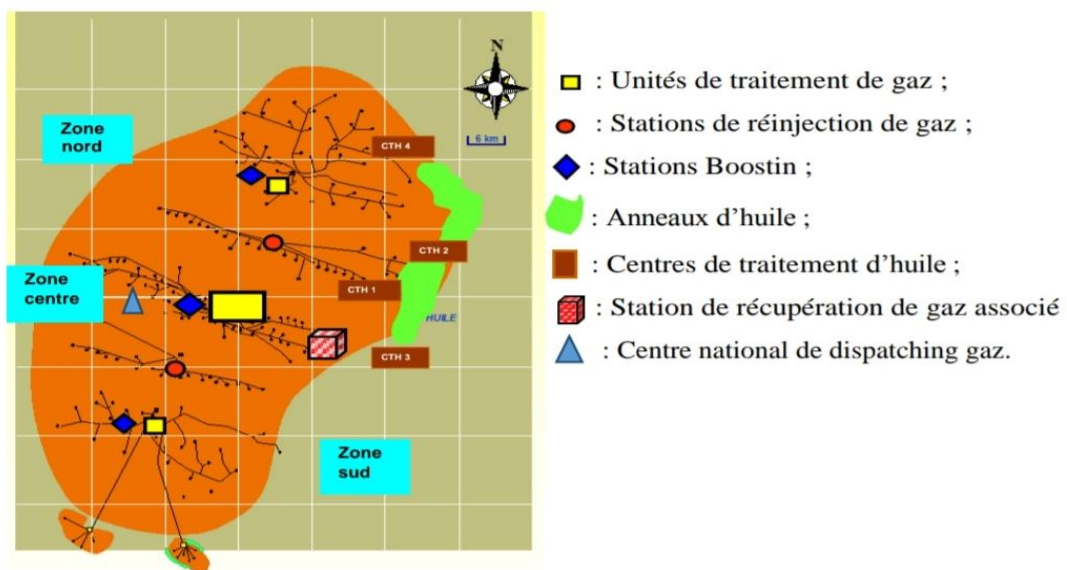


Figure III.2 : Emplacement de différentes unités de production. [11]

Description du module 4 (mpp4):

Le module processing plant IV : est une usine de traitement de gaz, l'usine est constituée d'un ensemble d'installation qui permettent de récupérer les hydrocarbures lourds (CPI. Et condensat) plus le gaz see.

CHAPITRE III Application de la règle R4 de l'APSAD dans le MPP4

Ce dernier est conçu par la société japonaise JGC en 1979. La capacité de production est de:

- 160millions m/jour pour gaz sec
- 34108m³/jour pour le condensat:
- 17104m/jour pour le GPL

Le module 4 est alimenté par un ensemble de puits est constitué de 3 trains A, B et C qui sont identiques.

Pour ce module on utilise le procédé « HUDSON»

Le module 4 comprend plusieurs unités qui sont:

- 02 Unités de régénération de glycol, plus le stockage et injection de ce dernier.
- Une unité de traitement des eaux
- 02 turbocompresseurs pour le gaz
- 1Une unité de production d'air instrument et d'air service
- Une unité de production de gaz inerte
- Une unité de stockage et de transfert qui comporte:
- 3bacs pour le condensat
- 02 sphères de GPL
- 02 compresseurs HOLDING
- La salle de contrôle
- Le laboratoire : le laboratoire doit être en permanente collaboration avec le service de production et d'exploitation afin d'assurer un fonctionnement adéquat de process et d'intervenir aau Eventuelles perturbations, ceci au moyens d'analyses de routine de propriétés et de la composition des matières premières, des produits intermédiaires et des produits finis.

Le service maintenance : il est subdivisé en trois sections

- Section instrumentation
- Section mécanique

- Section électricité

Le but principal de personnel de module IV se résume dans trois points:

- Assurer en permanence de la production
- Gestion de l'unité de traitement de gaz
- Sécurité de personne.

L'unité trains est la plus importante dans tous les modules est la section dans laquelle, on traite le gaz brut et on le sépare en gaz sec C1, C2, GPL(C3,C4)et en condensat C5+ [13]

2.3. Les moyens de la lutte contre l'incendie dans le module de traitement MPP4:

Le système anti-incendie conçu et adapté dans ce module de traitement pour assurer une surveillance permanente contre le risque d'incendie ou explosion possible ,

L'approvisionnement d'eau du MPP4 est assuré par deux bacs à eau de 24000 m³ de capacité chacun (Cette capacité couvre les besoins du siège en terme d'irrigation des espaces vert, besoins des sanitaires et réserve incendie). L'alimentation des bacs est assurée par un puits d'eau à travers une conduite en acier de 80 mm de diamètre .

Le réseau est maillé de :

- Sept (99) poteaux incendie avec 03 sorties (02 de 70 mm et 01 de 100 mm) et chaque poteau est doté d'une vanne d'isolement.
- Trente-deux (20) RIA pivotant et tournant répartis sur tous les blocs administratifs.
- .Quatre (04) armoires équipées chacune par : 02 lances Ø70, 02 lances Ø45, 03 flexibles Ø45, 03 flexibles Ø70, 01 division 70/45 et 01 clé tricoise .
- Six (12) vannes de sectionnement 6'' (avec bride et contre bride)
- Sept (07) vannes 2'' pour l'isolement des RIA des blocs administratifs.
- Une soupape de sécurité est placé au niveau de la conduite du réseau .
- Quatre (04) manomètres de pression sont installés au niveau de chaque pompe centrifuge, pompe jockey et le groupe diesel et deux autres manomètres : un est placé sur la conduite de refoulement à la sortie des pompes et l'autre sur la conduite du réseau de lutte contre l'incendie [13]

CHAPITRE III Application de la règle R4 de l'APSAD dans le MPP4

Les tableaux suivants présentent les équipements anti-incendie installés dans le MPP4:

Tableau III.01: Réseau anti incendie

Designation	Nombre	Tag-nombre et capacité pour les BAC d'eau
Pompe jockey	02	P3302A - 50m ³ /h P3302B - 50m ³ /h
Pompe principale électrique	02	P3303A - 300m ³ /h P3303B - 300m ³ /h
Pompe diesel	01	P3304 - 500m ³ /h
BAC d'eau anti incendie	03	T3301 - 6000 m ³ T3302 - 18000 m ³
Poteau incendie	99	
Lance à eau	11	
Lance à eau motorisée	10	
Lance à mousse	10	
Déversoir de mousse	12	
RIA	20	
Armoire incendie	02	
Couronne de refroidissement	06	
Système déluge / Rideau d'eau	09	

Tableau III.02: dévidoir (RIA)

Zone	Désignation	Nombre	Observation
Pompe d'expédition	B1-B2	02	
Ancien unité glycol	B9-B10-B11-B8-B7	05	
Nouvelle unité glycol	B6-B5	02	
Les unités (chaines)	C9-C8-C7	03	
Manifold	C10	01	
Train 1	C4-C5-C2	03	
Train 2	C6-C3-C1	03	
Ballon V409	B4	01	
Accès zone torche	A7+A6	02	
Bloc administratif et électricité	A5-A1	02	
Atelier statique	A2-A4	02	
Garage du materiel	01	01	
La pomprie Al	01	01	
Total		29	

CHAPITRE III Application de la règle R4 de l'APSAD dans le MPP4

Tableau III.03: Moyens tractable

Désignation	Nombre	Opérationnel		Observations
		Oui	Non	
Motopompes	2	1	1	
Tours d'éclairage (Girafes)	1	1	/	
Tours Canons mixte (1000-3000)	07	07	/	

Tableau III.04: Moyens Matériels Mobiles

Nature	Nombre	Localization
Camion incendie V.M.R 110 A : 7m³ eau, 4m³ émulseur	01	CP5
TOYOTA VLTT	01	CP5

Tableau III.05: Produit Extincteur

	Eau (m ³)	Emulseur (l)	Poudre (Kg)	Gaz (par type)
Disponible:	6000m ³	36500L	/	• 378 bouteilles CO2 • 21 bouteilles FM200 • IG 55 Hors service, depuis som l'installation
Observations:	/	• 02 unités fixes émulseurs 1500L • 01 réserve émulseur 2500L (tractables) • 02 unités fixes de 7000L	Stock au niveau la centrale de sécurité	

3. Application de la norme sur la zone d'étude :

Suite à notre remarque d'emplacement des extincteurs dans le module de traitement MPP4 qui est mis en œuvre d'une manière non-conforme vis à vis aux normes relatives au risque d'incendie et explosion tel que la norme APSAD et l'NFPA. Cette non-conformité représente notre problématique dans cette étude.

Pour la mise en conformité des installations anti-incendie et précisément les extincteurs, la présente étude propose un emplacement conforme par l'application des recommandations de la Règle R4 de la norme APSAD relative à l'emplacement et la mise en place des extincteurs.

3.1. Présentation de la Règle R4 de la norme APSAD :

Les règles APSAD du CNPP (Centre National de Prévention et de Protection) ont été élaborées pour les professionnels de la sécurité. Elles concernent l'organisation des systèmes de sécurité, ainsi que l'installation de ces systèmes, notamment pour les deux grands axes de cette problématique, à savoir l'incendie et le vol.

La règle R4 de l'APSAD a pour but de d'analyser les risques de l'activité de l'entreprise, pour pouvoir ainsi définir les nombres d'extincteurs nécessaires pour une protection incendie optimale. Le prescripteur devra décider lequel des agents extincteurs sera le plus adopté pour la sécurité incendie selon votre secteur d'activité.

Cette règle technique qui a été pensée avec les « instances Prévention » de la FFSA (Fédération Française des Sociétés d'Assurance).

Les recommandations de cette règle relative au nombre et emplacement des extincteurs dans les différentes zones d'activités sont résumées comme suit :

3.1.1. Obligations générales

- Ils doivent être visibles ou signalés, accessibles et solidement fixés.
- Quand il y a plusieurs extincteurs, la distance maximale entre deux appareils ne doit pas excéder plus de 15 mètres.

CHAPITRE III Application de la règle R4 de l'APSAD dans le MPP4

- hauteur de la poignée de l'extincteur à 1,50 m maximum.
- Dans le cas de la protection complémentaire, les extincteurs doivent se situer à moins de 5 mètres du risque.

3.1.2. Protection Normale :

- a) **Zones industrielles** : 01 Extincteurs à poudre 09 Kg pour :
 - Chaque unité de Zone (200m^2) pour les zones communicantes.
 - Chaque 15m MAX pour les zones non communicantes.
- b) **Zones tertiaires** : 01 Extincteurs à poudre 06 kg (09kg) pour :
 - Chaque unité de Zone (200m^2) pour les zones communicantes. Ou
 - Chaque 15m MAX pour les zones non communicantes.

3.1.3. Protection complémentaire :

- 01 extincteur CO₂ (5kg) pour chaque armoire électrique et les serveurs d'informatique et télécommunication. (distance 5m à risque).
- 01 extincteur à poudre 50kg pour les zones de stockage en hauteur $\geq 3\text{m}$. (Zone 400m^2).
- 01 Extincteur à poudre 50kg pour stockage de peinture, graisse et lubrifiants... (zone $=25\text{m}^2$).
- 01 extincteur à poudre pour 15 places de voiture dans les parkings

3.1.4. Protection d'activités particulières :

- Stockage extérieur de liquides ou gaz inflammable aériens ou en fosse.
Règle applicable pour les liquides particulièrement inflammables, 1^{er}, 2^{ème} catégorie et peu inflammables

Tableau III.06: Protection d'activités particulières

<i>Quantité de liquide (en litre) ou de Gaz (en kg) inflammables</i>	<i>Dotation en Extincteurs</i>
≤ 500	Pas de dotation
> 500 et ≤ 2500	1 Extincteur poudre 9 kg ABC ou BC
> 2500 et ≤ 5000	2 Extincteurs poudre 9 kg ABC ou BC
> 5000	2 Extincteurs poudre 9 kg et 1 Extincteur poudre 50 kg ABC ou BC

3.1.5. Stockage extérieurs divers (palettes, cartons, plastiques, déchets, bennes à ordures, etc...):

Les zones de stockage extérieurs permanents situés à moins de 10m des bâtiments équipés d'extincteurs mobiles doivent être dotés au minimum soit d'un extincteur 9 litres ou 9 kg par fraction au sol de 200m² soit d'un extincteur sur roues de 50kg poudre ABC ou d'un extincteur sur roues 45 litres à eau pulvérisée avec additif par fraction de 1 000m² au sol

3.2. Résultats d'application

Le module de traitement est relativement vaste et complexe pour l'application de la règle R4 de l'APSAD dans une étude de fin cycle de graduation, pour cette raison, on a choisi une seule unité (la salle de control) qui représente une zone critique est importante pour la continuité de fonctionnement de la totalité du module MPP4.

Cette application est basée sur les trois points suivants

- Le type et la quantité d'agent extincteur appropriés pour la nature d'activité de matériel utilisé ;
- La distance entre les extincteurs qui ne dépasse pas 15 m ;
- Les extincteurs doivent être installés dans des endroits visibles et accessibles.

La figure suivante montre l'emplacement des extincteurs à poudre 09 kg dans l'immeuble de la salle de control selon la règle R4 de l'APSAD et les trois points au-dessus :

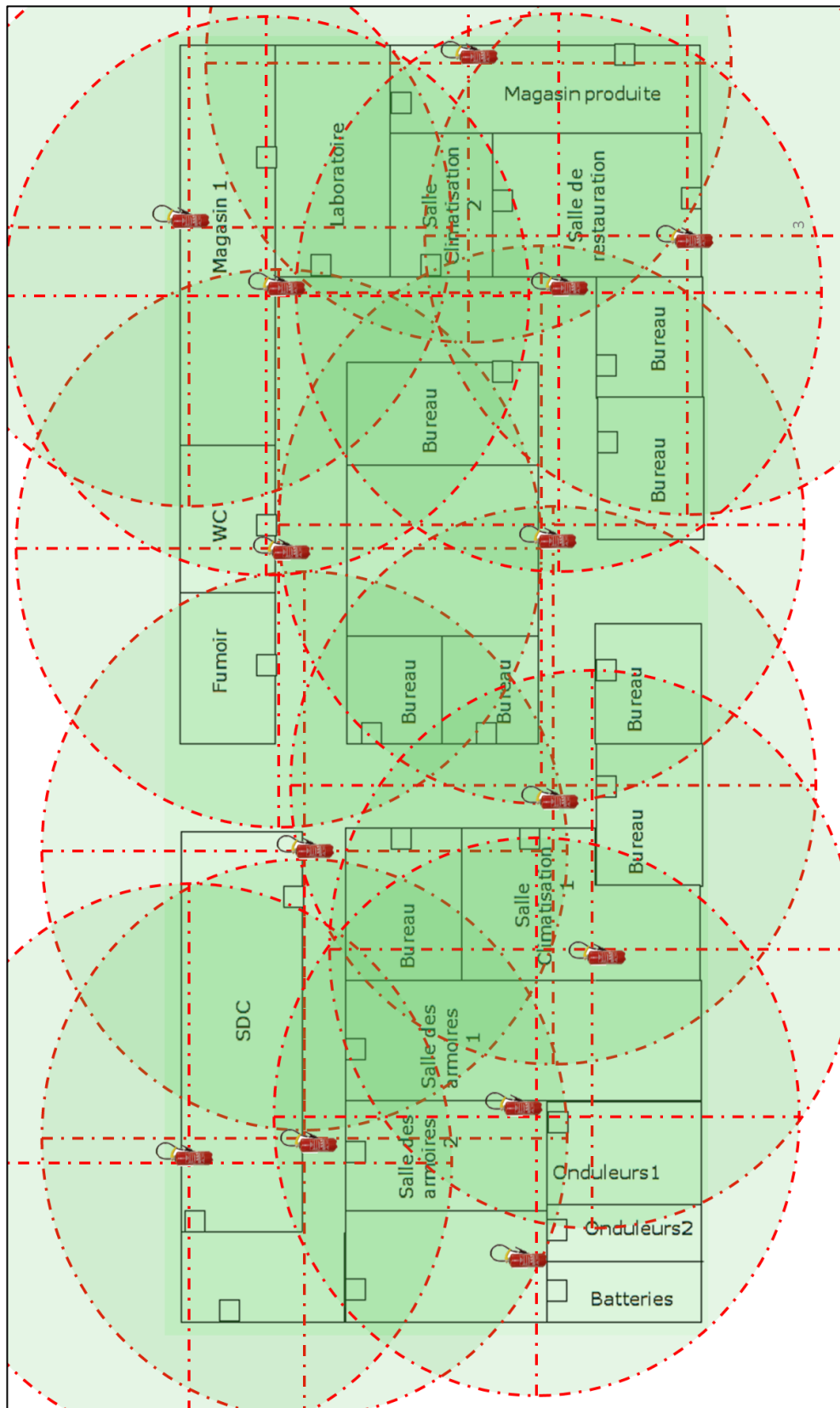


Figure III.3 : Emplacement des extincteurs a poudre 9kg dans la salle de control [12]

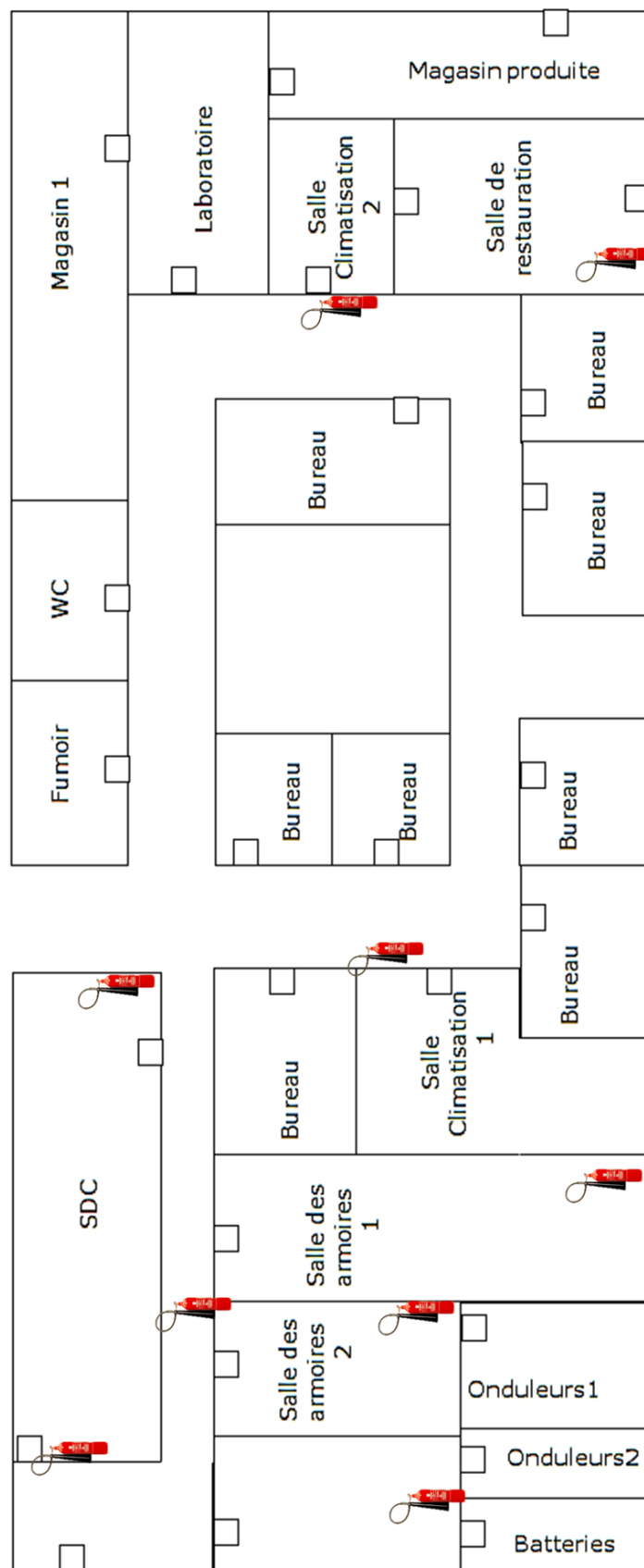


Figure III.4 : Emplacement des extincteurs CO₂ 06 kg dans la salle de control [12]

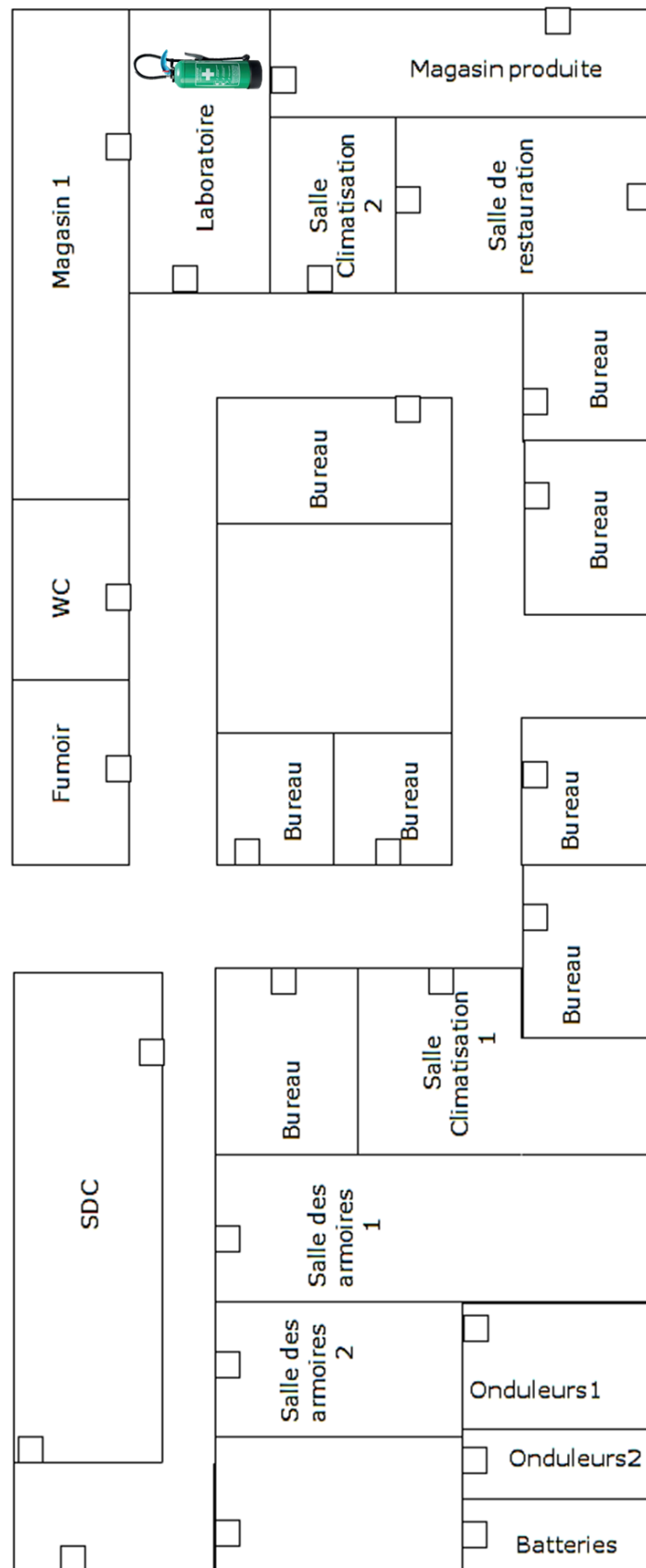


Figure III.5 : Emplacement des extincteurs a eau (douche portative) dans le laboratoire

CHAPITRE III Application de la règle R4 de l'APSAD dans le MPP4

Suite à l'application de la règle R4 de l'APSAD relative à l'emplacement et le choix des extincteurs, on a trouvé que le besoin des extincteurs pour couvrir la protection la salle de contrôle est comme suit :

Tableau III.07: comparaison entre l'emplacement des extincteurs existant et l'emplacement proposé suite à l'application de la règle R4 de l'APSAD

N°	Type d'extincteur	Nombre existant sur site	Nombre suite à l'application de la R4 de l'APSAD	Ecart	Observation
01	Extincteur à poudre	07	14	- 07	Manque de 07 extincteurs avec mauvais emplacement qui ne couvre pas toutes les zones
02	Extincteur CO ₂	09	09	+ 00	Le nombre existant est suffisant mais l'emplacement est non-conforme (à l'intérieur de la zone de risque)
03	Extincteur a eau + additif	02	00	+ 02	Dans la présence des extincteurs a poudre ABC on n'a pas besoin de l'extincteur a eau surtout avec l'indisponibilité actuelle de ce dernière
04	Douche portative	00	1	- 01	Dans laboratoire, la présence de la douche portative est indispensable

Donc, l'emplacement des extincteurs dans la salle de contrôle du module de traitement MPP4 n'est pas conforme pour couvrir toute les zones avec la présence aussi des extincteurs CO₂ dans la zone dangereuse (à l'intérieur), cet emplacement présente un risque pour les intervenants en cas d'un début d'incendie.

4. Conclusion

Dans ce chapitre, on a essayé de démontrer que le suivi et l'application des exigences réglementaires et les recommandations des normes est important pour assurer une bonne sécurité surtout dans les sites industriels dangereux.

L'application de la règle R4 de l'APSAD dans le module de traitement MPP4 a justifié noter remarque de la non-conformité de l'emplacement existant sur site.

Le besoin des extincteurs dans la salle de contrôle du module MPP4 selon la norme de l'APSAD (R4) est de 14 extincteurs à poudre (09 kg), 09 extincteurs CO₂ (06 kg) et un extincteur portatif à douchette d'eau pour le laboratoire existant sur site.

Conclusion générale

Le risque d'incendie et d'explosion est considéré comme le risque majeur le plus probable dans les différents types d'industries. En effet la prévention et la protection contre ce type de risque est importante et demande une grande attention pour concevoir, fournir et mettre en place tous les moyens possible de prévention et de protection afin d'assurer un milieu industriel relativement sûr.

Dans cette étude, on a mis la lumière sur le sujet du risque d'incendie dans les industries et particulièrement dans l'industrie pétrolière par la définition du phénomène d'incendie, la présentation des statistiques relative au ce type de risque, l'identification des moyens de la lutte contre l'incendie et par l'application des recommandation des normes relatives à la protection et la prévention du risque d'incendie dans site industriel pour comparer entre l'état existant et l'état de conformité normative.

Le premier chapitre a défini le phénomène d'incendie à travers ses différents aspects: naissance et propagation, ainsi que le comportement des éléments de construction par rapport au feu, cette identification a soutenu par des statistique des incendies survenu dans le milieu professionnel. La conclusion est que l'incendie est un phénomène très dangereux et l'étude de ce risque présente un outil primordial dans la gestion du risque.

Dans le seconde chapitre, on peut conclure que la lutte contre le risque d'incendie et sa prévention impose de mettre en place des mesures techniques et organisationnelles. Elles visent à éliminer tout un départ de feu, à détecter le début d'inflammation, à éviter sa propagation ainsi qu'à réduire les effets de l'incendie. Ces moyens dépendent directement de la nature et la classe de feu y compris le type de zone ou d'activité.

CONCLUSION GENERALE

L'application de la règle R4 de l'APSAD dans le troisième chapitre sur le module de traitement MPP4 a justifié noter première remarque de la non-conformité de l'emplacement existant des extincteurs sur site.

Le besoin des extincteurs dans la salle de contrôle du module MPP4 selon la norme de l'APSAD (R4) est de 14 extincteurs à poudre (09 kg), 09 extincteurs CO₂ (06 kg) et un extincteur portatif à douchette d'eau pour le laboratoire existant sur site.

Cette étude a démontré que le suivi et l'application des exigences réglementaires et les recommandations des normes est important pour assurer une bonne sécurité surtout dans les sites industriels dangereux.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Bourouba.C, Khalfet.H, Etude du risque d'incendie en milieu professionnel (Unité Ammoniac FERTIAL Annaba), mémoire de master, université BADJI MOKHTAR-ANNABA, 2019.
- [2] P.Messiaen, Le feu et ses conséquences, SSIAP.V3.02/09.
- [3] Marlène LAURENT et all, Conception et exploitation des locaux de travail : risque incendie, Projet UE 5 : Facteurs d'ambiance, 2010.
- [4] Site : www.inrs.fr/risques/incendie-lieu-travail.html.
- [5] Jean-Michel d'HOOP, Sécurité incendie bâtiment Techniques de l'Ingénieur, traité L'entreprise industrielle, 2011.
- [6] Site : <https://www.scribd.com/doc/266105998/Formation-SSIAP-1-Formation-Incendie>
- [7] Loïc. Thomas, Guy. Archambault, « Sécurité incendie », Collection Mémentos acier, 2005.
- [8] Site : <https://www.scribd.com/document/366131476/Guides-secu-incendie-interactif-pdf>
- [9] Jean-Michel d'HOOP, Maitriser et gérer le risque d'incendie, AFNOR, 2005.
- [10] Site : <http://cs.pontdecheruy.free.fr/livres/livre3/334.htm>
- [11] Site: <https://www.isover.fr/mon-projet/logements-collectifs/reglementation-en-vigueur/securite-incendie-en-logements-collectifs>
- [12] bibliothèque se service formation division production hassi r'mel
- [13] sontrôle de sécurité mpp4