REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Hygiène et sécurité industrielle
Spécialité : Hygiène et sécurité industrielle

Les Risques Chimiques dans un Laboratoire Physico-chimique Universitaire

---

Présenté par

Mezhoud Maroua Batoul

Khelladi Rihab

Proposé et Dirigé par

Dr. BOUKORTT Houcine

Dr. Fergani Zineb

Promotion 2023

REMERCIMENT

Nous tenons à remercier sincèrement Docteur BOUKORTT Hocine, qui en tant que directeur de mémoire, s'est Toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la Réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer sans n'oublier Docteur FERGANI Zineb qui nous a orienté dans les risques chimiques et leur réaction

On ne peut s'arrêter là sans évoquer tout le corps enseignant du département génie des procédés.

Enfin, à ceux qui ont contribué et collaboré de près ou de loin à l'élaboration de cette étude.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son
Soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils,
Pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, elle reçoit à
Travers ce travail aussi modeste, l'expression de mes
Sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier de trouver ici le résultat de
Longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à
Avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail
Porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le
Soutien permanent venu de toi

Mes frères et mon mari qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

ملخص:

يمكن أن يؤدي استخدام المواد الكيميائية التفاعلية إلى مخاطر مختلفة ذات طبيعة فيزيائية و كيميائية (انفجار،التهاب، انطلاق حرارة، الخ) أو ذات طبيعة سامة. في دراستنا سوف ندرس جميع المخاطر الكيميائية التي تسببها المنتجات الكيميائية وتفاعلاتها الكيميائية في مختبرات البحث العلمي بالجامعة، لذلك سنرى وسائل الوقاية من هذه المخاطر باستخدام طريقة APRالتي تسهل عملنا. ووضع سياسة موثوقة ضد حوادث العمل في المختبر. سيكون هذا العمل بمثابة دليل لجميع أصحاب المصلحة في المختبر (مدرس، مهندس مختبر، طلاب (

الكلمات المفتاحية: مخبر التحليل الفيزيائي الكيميائية، المخاطر الكيميائية، طريقة APR، الوقاية.

Résumé :

L'utilisation de produits chimiques peut conduire à différents risques de nature physico-chimique (explosion, inflammation, dégagement de chaleur…) ou de nature toxique. Dans notre étude on va étudier tous les risques chimiques qui se provoquent par les produits chimiques et leurs réactions chimiques dans les laboratoires de la recherche scientifique de l'université, ainsi on va voir les moyens de prévention contre ses risques en utilisant la méthode APR qui va nous facilite le travail et mettre un politique fiable contre les accidents de travail dans le Laboratoire.

Ce travail va être considéré comme un manuel ou bien un guide pour tous les intervenants de labo (enseignant, ING de labo, étudiants).

Mots clés : Laboratoire d'analyse physico-chimique, Risque chimique, Méthode APR, Prévention.

Abstract:

The use of chemicals can lead to various risks of a physico-chemical nature (explosion, inflammation, release of heat, etc.) or of a toxic nature. In our study we will study all the chemical risks that are caused by chemical products and their chemical reactions in the scientific research laboratories of the university, so we will see the means of prevention against these risks by using the APR method which will facilitate our work and put a reliable policy against work accidents in the Laboratory.

This work will be considered as a manual or a guide for all lab stakeholders (teacher, lab ING, students).

Keywords: Physico-chemical analysis laboratory, Chemical risk, APR method, Prevention.

Sommaire

Introduction généraleErreur ! Signet non défini.

Chapitre I : Etude bibliographique 3

1. Introduction :3

2. Définition de laboratoire3

2.1. Partie Extérieur3

2.2. Partie Intérieur : 4

2.3. Installations de base 5

2.3.1. Paillasses 5

2.3.2Hotte : 6

2.3.3. Ventilation : 7

2.3.4. Boîtes à gants : 7

2.4. Stockage des produits chimiques 7

2.4.1. Locaux de stockage 7

2.4.1.1Laboratoire 8

2.4.1.2 Magasin 8

2.5. Lieux de stockage 8

2.5.1. Etagères 8

2.5.2. Armoire de stockage 9

3 Produits chimiques disponibles et leur étiquetage : 10

3.1Produits chimiques 10

3.2Classification des produits chimique 10

3.3 Produit chimiques disponibles :**Erreur ! Signet non défini.**

4. Sources de l'information10

4.1Étiquetage10

4.2Fiches des données de sécurité :11

4.3Fiches toxicologiques de l'INRS :12

Chapitrer II : Les risques inhérents aux produits chimiques disponibles dans le labo14

1. Risques chimiques14

1.1 Risques spécifiques des produits14

1.2 Risques liés à la manipulation des produits17

1.3 Risques liés au stockage des produits :18

1.3.1 Les principaux risques engendrés par un stockage non judicieux de produits chimiques de laboratoire :19

2. L'augmentation des dangers présentés par les produits :20

2.1. Organisation du stock …… 28

3. Dommages sur la santé20

4 Les dommages des produits chimiques sur les installations :22

5 les appareils disponibles dans le labo et leur manipulation :23

5.1 Appareillages :23

5.2 Les verreries : 36

6Risques liés aux appareils32

7 Principales règles générales de sécurité dans un laboratoire de chimie33

7.1 Prévention :33

7.2 Protection personnelle34

7.3 Entreposage, étiquetage et élimination de produits chimiques :36

7.4 Intervention37

Chapitre III : Réactions chimiques dangereuses 50

1 Réactions chimiques dangereuses : 50

1.1 Définition :40

1.2 Catégories de réactions40

1.3 Risques engendrés par les réactions chimiques dangereuses43

2. Généralité sur les méthodes d'analyse des risques… 54

2.1 Analyse du risque :43

2.1.1 A- Analyse qualitative des risques:43

2.1.2 B- Analyse quantitative :44

2.1.3Analyse préliminaire de risque (APR) :.....54

3. Historique et domaine d'application 55

3.1 Principe :.....55

3.2 Déroulement45

Chapitre IV :.....59

1 Application de la méthode APR49

1.1 Analyse Préliminaire des Risques : (Réactions chimiques dangereuses)53

1.2 Analyse Préliminaire des Risques :(les appareils (58

1.3 Analyse Préliminaire des Risques :(les produits)60

Conclusion générale :.....72

Bibliographie.....74

Annexe

Liste des tableaux :

N° Titre	Page
01 Pictogrammes de danger	11
02 Le produit chimies disponibles	15
03 Liste des produits inflammables	22
04 Liste des produits comburants	22
05 Liste des produits corrosifs	22
06 Liste des produits toxiques	23
07 Liste des produits nocifs et irritants	23
08 Liste des produits présentant un danger pour la santé	24
09 Liste des produits sans effets connus	24
10 Tableau de ségrégation chimique relatif à la manipulation des produits	25
11 Tableau de ségrégation chimique relatif au stockage des produits	26
12 Liste des appareils utilisée au niveau le laboratoire	31
13 Réactions chimique dangereuses	42
14 matrice prob /gravité	50
15. La matrice de la Grille de criticité	51

Liste des figures :

N° Titre	page
1 Port extérieur d'un laboratoire	1
2 L'intérieur de laboratoire	2
3 Paillasses d'un laboratoire de chimie	3
4 Exemples des hottes de laboratoire	4
5 Stockage des produits chimiques aux armoires	5
6 Agitateur magnétique	6
7 Balance électronique de précision	7
8 Bain marie	8
9 Chromatographe	9
10 Distillateur	10
11 Étuve	11
12 pH-mètre	12
13 Plaque chauffante	13
14 Réfractomètre	14
15 Tube à essai	15
16 Bécher	16
17 Erlenmeyer	17
18 Ballon	18
19 Verre à pied	19
20 Entonnoir	20
21 Fiole à vide	21
22 Eprouvettes graduées	22
23 Pipette jaugée	23
24 Pipette graduée	24

Liste des abréviations :

FDS : Fiche des Donnés de Sécurité

HSI : Hygiène Sécurité et Environnement

EPI : Equipment protection individuel

INRS : Institut Nationale de Recherche et de Sécurité

APR: Analyse Préliminaire des Risques

Introduction générale

Introduction générale :

D’après notre parcours d’études licence et master HSI on a constaté que les laboratoires chimiques de l’université Médéa ne possède pas les mesures de sécurité et de prévention contre les risques chimiques rencontré l’ors de l’intervention des étudiants ; à cette effet au a proposé une méthode fiable et utile pour analyser ces risques chimiques.

Notre étude est basée sur la méthode d’analyse des risques préliminaire APR qui est pour objectifs d’identification et d’évaluation des risques au stade initial à partir de l’ensemble des dangers rencontrer au laboratoire physico-chimique de mener un travail basé sur l’identification et l’évaluation des différents risques suite au règlementation algérienne voir (Annexe N01).

APR est méthode inductive (de la cause vers la conséquence) qui net en évidence des scénarios de dysfonctionnement : Source ⇨ scénarios ⇨ effets évaluation ⇨ action de rédaction du risque.

Notre travail, a été synthétisé en un mémoire structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre consacré d'une manière générale sur une recherche bibliographique sur l’étiquetage des produits chimiques disponible dans le laboratoire avec une présentation générale sur le laboratoire physico-chimique le deuxième chapitre, étudier les risques de certains produits chimiques et machines et leur impact sur la santé et les méthodes de prévention par suite une démonstration de tous les appareils disponibles et leur manipulation.

Le troisième chapitre traite l'étude de quelques réactions chimiques dangereuses qui se produisent en laboratoire après on a fait une introduction sur la méthode APR.

Enfin le quatrième chapitre une analyse des risques chimiques par la méthode APR pour certains produits et réactions chimiques les plus fréquents, ensuite une analyse par la méthode APR éléments pour les équipements de laboratoire, et finalement on a mais une conclusion générale qui conclut notre travail.

Chapitre I



Chapitre I : Etude bibliographique

1. Introduction :

Avant d'aborder le sujet "sécurité", il faut d'abord donner un bref aperçu sur ce qu'est un laboratoire de chimie. Tous les laboratoires doivent être conçus dans le but de faciliter le travail expérimental tout en réduisant les accidents. Aussi, les utilisateurs d'un laboratoire doivent comprendre son fonctionnement. Tout le personnel dûment formé doit comprendre les capacités et les limites des systèmes de ventilation, des contrôles environnementaux, des hottes de laboratoire et des autres dispositifs d'extraction, et doit savoir les utiliser correctement. Finalement, les utilisateurs expérimentaux doivent être considérés comme faisant partie intégrale du laboratoire et de ses installations, à la fois pour la sécurité et l'efficacité.

2. Définition de laboratoire

Le laboratoire de chimie c'est un local contenant des produits chimiques et des appareils nécessaires pour la manipulation, et dans lequel des réactions chimiques sont effectuées. Les laboratoires sont construits différemment selon leur domaine d'activité. Par exemple dans le cadre de recherche scientifique, d'analyse médicales au des matériaux, des tests chimiques ou de l'enseignement scientifique ou technique [1].

Le laboratoire de chimie comporte de deux parties qui sont :

2.1. Partie extérieure

Chaque laboratoire à l'extérieur doit être :

- Numéroté.
- Fermé par clé.
- Doté d'un extincteur.



Figure I.1: Port extérieur d'un laboratoire

2.2. Partie Intérieure :

À l'intérieur, le laboratoire doit avoir les points suivants :

- Accès facile.
- Disposé de quatre paillasses qui contiennent des matériels et des produits pour l'utilisation.
- Permet un déplacement facile (plus de 1m entre les paillasses).
- Doté d'équipements de protection (source d'eau, extincteur).
- Doté d'un éclairage suffisant et d'une installation électrique conforme.
- Disposé d'une ventilation suffisante de local.
- Doté d'armoires de stockage des matériels.
- Doté d'une étuve et d'une hotte.



Figure I.2 : L'intérieur de laboratoire

2.3. Installations de base

2.3.1. Paillasses

Les paillasses de laboratoire ou les tables de manipulation sont généralement dimensionnées avec des dimensions standards de profondeur (600-630 mm) à une hauteur 0.9 m, elles doivent recouvrir d'un matériau imperméable au liquide, difficilement inflammable et résistants aux agents chimiques, les éviers seront équipés de siphons et munis d'une prise de ventilation. Les paillasses doivent être en matériaux inflammables ou CF1H qui résiste aux agents chimiques. Pour l'alimentation électrique doit se faire par des racks situés au-dessus des paillasses.



Figure I.3 : Paillasse d'un laboratoire de chimie.

2.3.2. Hotte :

L'élément le plus important pour protéger les employés, les étudiants et les professeurs de recherche contre l'exposition dans les laboratoires à des substances et à des agents chimiques dangereux dans le laboratoire est la hotte. La hotte chimique est une enceinte comprenant :

- des parois latérales fixes.
- un écran mobile en façade et un système d'évacuation d'air vers l'extérieur.

Le but d'utilisation de cette hotte est d'aspirer les contaminants (vapeurs, gaz, poussières, aérosols, etc.).

L'acquisition et l'installation d'une hotte doit être préalablement planifiée en étroite collaboration avec le service des immeubles.

L'utilisation des hottes de laboratoire est le bon choix lorsqu'en travaille avec des mélanges ou des produits chimiques non caractérisés qui sont présents à chaque fois pour gérer les substances chimiques.

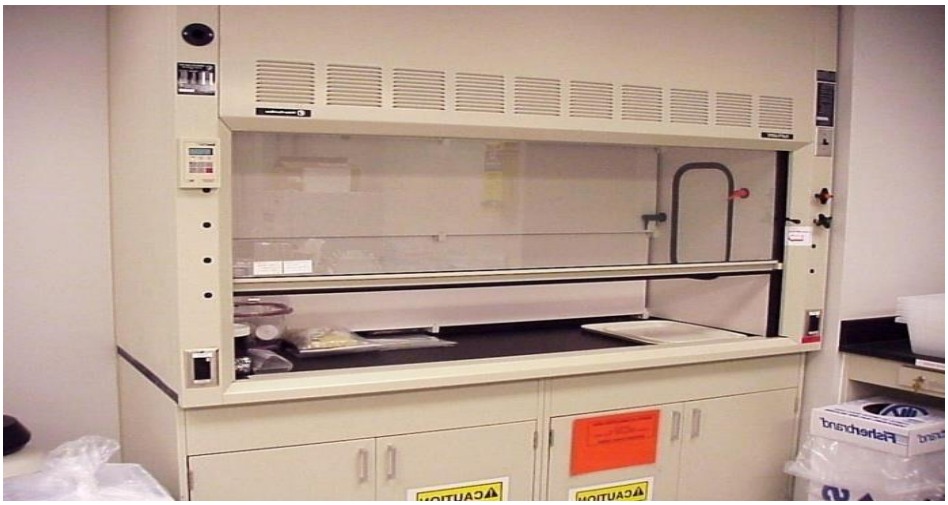


Figure I.4 : Exemples des hottes de laboratoire.

2.3.3. Ventilation :

Dans tous les laboratoires de chimies l'enchaînement d'un système de ventilation est essentiel pour contrôler les produits chimiques admis dans l'air. Un système de ventilation d'un laboratoire bien conçu doit comprendre au minimum : des systèmes de chauffage et de climatisation convenables pour confirmer le confort du personnel et le bon fonctionnement des équipements.

2.3.4. Boîtes à gants :

Les boîtes à gants sont des enceintes qui sont fermées et sous pression négative ou positive, on trouve dans les laboratoires plusieurs types :

- Certaines sont des boîtes simples et mobiles munies de parois rigides et transparentes présentant des ouvertures gantées sur les côtés, qui servent d'écran de protection contre d'éventuelles projections.
- D'autres sont des enceintes étanches également munies de gants qui accordent et effectuent des manipulations dans un atmosphère déterminé et contrôlé.

2.4. Stockage des produits chimiques :

Le travail dans un laboratoire de chimie se caractérise par la manipulation et le stockage de produits chimiques très divers présentant toutes les catégories de danger (incendie, explosion, risques pour la santé) car certains produits peuvent réagir fortement les uns avec les autres, ils ne doivent donc pas être stockés dans les mêmes endroits.

2.4.1. Locaux de stockage :

Les produits stockés doivent être également identifiés. Un dépôt de stockage isolé du reste du bâtiment de laboratoire permet de limiter les risques de propagation d'incendie et l'exposition de la personne [5].

On cite :

- Laboratoire
- Magasin

2.4.1.1. Laboratoire :

Dans les laboratoires nous relevons que

- le bureau des ingénieurs est un stockage à court et moyen termes (stockage tampon)
- les produits chimiques sont stockés dans les armoires, réfrigérateurs, en respectant les règles de base d'incompatibilités.
- Le laboratoire contient des produits en cours d'utilisation sur les paillasses et l'étuve, et la hotte avec des volumes n'excédant pas la quantité nécessaire pour une ou deux journées de travails.

2.4.1.2. Magasin

Les produits chimiques stockés dans le magasin sont définis comme:

- les produits chimiques sont stockés dans les étagères.
- les produits comburants et les produits inflammables sont séparés.
- les acides et des bases sont séparés.
- Les produits liquides sont placés en respectant les règles de compatibilité.

2.5. Lieux de stockage

2.5.1. Etagères

Sur les étagères, on peut conserver uniquement les éléments contenues dans des bouteilles jusqu'à un litre et ne dégageant pas de vapeurs toxiques.

Les solvants inflammables ne peuvent être gardés qu'en quantité ≤ 250 ml. La quantité totale des solvants ne doit pas dépasser 5 litres.

2.5.2. Armoire de stockage :

On utilise les armoires pour les faibles quantités de produits, une armoire adaptée peut convenir selon les propriétés des produits stockés, parmi ces armoires on peut destinguer [5] :

- Une armoire de stockage ventilée ou non pour ranger les produits chimiques ;
- Une armoire de sécurité anti feu pour le stockage du solvant inflammable.



Figure I.5 : Stockage des produits chimiques aux armoires

3. Produits chimiques disponibles et leur étiquetage :

3.1. Produits chimiques :

Les produits chimiques se répartissent en substances et en préparations. Les substances sont les éléments chimiques et leurs composés tels qu'ils se présentent à l'état naturel ou tels qu'ils

sont produits par l'industrie. Les préparations sont les mélanges ou les solutions qui sont composés de deux substances ou plus [3].

3.2. Classification des produits chimiques :

Devant le nombre important de substances, l'intérêt de classifications semble évident. Les critères de classifications sont nombreux. Les chimistes utilisent plusieurs parmi lesquelles on peut citer les classements les plus importants :

- Classement par familles chimiques : les acides, les alcools, les amides, etc.
- Classement par réactions chimiques : oxydation, réduction, hydrolyse…etc.

Étant donné que ce vocabulaire est trop spécialisé. Les classifications des produits en fonction de leurs applications est plus familière. On connait les additifs pour les huiles, les peintures, les engrais, etc. Cette classification reste encore parfois complexe. Il faut trouver un système de classification abordable pour les petites structures et compréhensible par tous.

Finalement, la législation a proposé une solution radicale à ce problème et qui consiste à classer les produits par groupes de danger (voir tableau N°1) [4].

	Signification	Précaution
 SGH01 : explosif	Substance susceptible d'exploser sous certaines conditions définies (chocs, chaleur...).	Une telle substance doit être manipulée avec beaucoup de précautions. Elle se révèle souvent imprévisible. Il faut éviter les chocs et les frictions, tenir éloigné des flammes et des étincelles.
 SGH02 : inflammable	Cela signifie que ce produit peut s'enflammer avec la seule présence d'une étincelle, d'une flamme (même petite) ou d'une source d'énergie diverse.	Eviter toute source d'étincelle au prêt de produit inflammable.
 SGH03 : comburant	Substances facilitant les combustions. Les substances comburantes peuvent embraser des produits combustibles et/ou amplifier un feu existant, rendant ainsi son extinction difficile.	Une substance comburante n'est pas forcement dangereuse en soit. Une substance comburante ne doit jamais être conservée à proximité de substances combustibles.

 SGH04 : forte pression	Gaz ou liquide sous pression	Précaution de conservation : Le stockage de ces produits a besoin d'une haute surveillance. La chaleur peut provoquer une explosion (conservation à basse température). Précaution de protection : • -lunettes de protection (même au-dessus des lunettes de vue). • Gants épais pour se protéger du froid Blouse en coton
 SGH05 : corrosif	Substance corrosive : elle attaque et ronge différents matériaux et notamment les tissus organiques	Ne pas respirer les vapeurs de ce produit, éviter tout contact avec les yeux, la peau et les vêtements.
 SGH06 : toxique	Toxique signifie que si vous l'avalez ou l'inhalez cela pourrait causer des dommages à votre organisme, cette substance est un poison. **ATTENTION, il ne faut ABSOLUMENT PAS avaler ni toucher cette substance.**	Pour votre sécurité, en présence d'un produit portant ce pictogramme, protégez-vous en mettant un masque, des gants ou travaillez sous hotte aspirante (pour inhaler le moins possible de vapeur mortelle).
 SGH07 : nocif Irritant	-Irritant : Produits qui par inhalation peuvent provoquer une irritation de la peau, des voies respiratoires, une inflammation des yeux, - Nocif : Produits qui par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, peuvent entraîner	Ne pas respirer les vapeurs de ce produit, éviter tout contact avec les yeux, la peau et les vêtements

	des problèmes de santé à court ou moyen terme (effets aigus ou chroniques, mort	
 SGH08 : danger Pour la santé	Une telle substance peut être allergène, cancérigène, mutagène et peut entrainer une mort fœtale. Elle peut aussi provoquer un dysfonctionnement grave et parfois mortel de certains organes internes (foie, système nerveux, cœur, voies respiratoires, fonctions sexuelles...). Substance pouvant modifier plus ou moins gravement le bon fonctionnement de l'organisme.	Ce produit ne doit jamais être manipulé en cas de grossesse. Il ne doit pas être inhalé ou ingéré. Il ne doit pas entrer en contact avec la peau ou les yeux. Il est impératif d'éviter tout contact avec le corps humain. Il faut donc avoir une blouse et des gants. Le non- respect de ces consignes peut entraîner la possibilité de dommages irréversibles par exposition unique, répétée ou prolongée. Consulter immédiatement un médecin en cas de malaise
 SGH09 : danger pour L'environnement	Ce sont des produits qui peuvent présenter un risque immédiat ou différé pour une ou plusieurs composantes de l'environnement (ils sont capables de causer des dommages à la faune, à la flore ou de provoquer une pollution des eaux naturelles et de l'air).	Une telle substance ne doit pas être rejetée dans les eaux usées tels que les lavabos, les WC …. Il faut contacter une entreprise chargée de l'élimination des déchets polluants. Elle doit être récupérer par utilisation.

	Ce pictogramme n'apparait plus dans la classification SGH mais voici malgré tout sa Signification : Matériel organique qui peut infecter (le sang et la salive).	Il faut éviter le contact avec la peau et les yeux. En générale, ces déchets vont être incinérés. Équipements obligatoires -Lunettes de protection (même au-dessus de lunettes de vue) -Gants en latex -Blouse en coton

Tableau I.1 : Pictogrammes de danger [5]

3.3 Produits chimiques disponibles :

Produit	Etiquetage
Éthanol	
Nitrate de potassium	
Acétate de zinc	
Nitrate de potassium	
Acide acétique	
Acide loriquet	
Acide nitrique	
Acide formique	
ide phosphorique	
Acide proprionique	
ide tartrique	
Acétyle acétone	
Carbone tétrachlorure	

Chlorure de nickel	
Diphénylamine	
Méthanol	
Nitrate de mercure	
1,2 dichloroéthane	
2-méthyle-1-propane	
ropanol	
2-propanol	
Acétate d'ammonium	
Acétate de zinc	
Acide citrique	
Acide citrique monohydrate	
Acide éthylène diamine tétraacétique	
Acide oxalique	
Acide oxalique dihydrate	
Acide salicylique	
cool Isopropylique	
Benzène	
Carbonate de sodium	
Chlorate de potassium	
Chlorure de d'ammonium	
Chlorure de magnésium	

Diéthyl éther	
Hydrogène pyroxide	
Hypochlorite de sodium	
Isopropyl d'éther	
Nitrate d'aluminium	
n-nonane	
Noir ériochrome T	
Octanol	
Oxalate de sodium	
Persulfate d'ammonium	
Phénol	
Pyridine	
Sulfamate d'ammonium	
Thiocyanate d'ammonium	
Thiosulfate de sodium	
Toluène	
Vanadate d'ammonium	
Acide borique	
n-décane	

Tableau I.2 : Produits chimiques disponibles.

4. Sources de l'information

4.1 Étiquetage :

L'étiquette apposée sur les récipients des produits commercialisés a pour rôle d'informer l'utilisateur sur les propriétés dangereuses, elle doit comporter [6] :

- Le nom du fabricant ou du fournisseur et ses coordonnées ;
- Le nom de la substance (en utilisant la nomenclature internationale reconnue)
- Un, deux ou trois symboles de danger ;
- Une ou plusieurs phrases de risque ;
- Un ou plusieurs conseils de prudence.

L'étiquette d'un produit chimique est une mine d'information pour les opérateurs.

« Savoir lire une étiquette, c'est déjà se protéger »



Figure I.6 : Exemple d'une étiquette réglementaire [7]

4.2. Fiche des données de sécurité :

Elles donnent des informations complémentaires concernant les dangers pour la santé et l'environnement, liés à l'utilisation du produit, et des indications sur les moyens de protection et les mesures à prendre en cas d'urgence. Une fiche de données de sécurité comprend 16 rubriques obligatoires [8] :

1. L'identification du produit chimique et de la personne, physique ou morale, responsable de sa mise sur le marché
2. Les informations sur les composants, notamment leur concentration ou leur gamme de concentration, nécessaire à l'appréciation des risques
3. L'identification des dangers
4. La description des premiers secours à porter en cas d'urgence
5. Les mesures de lutte contre l'incendie
6. La mesure à prendre en cas de dispersion accidentelle
7. Les précautions de stockage, d'emploi et de manipulation
8. Les procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et les caractéristiques des équipements de protection individuelle EPI adéquats
9. Les propriétés physicochimiques
10. La stabilité du produit et sa réactivité
11. Les informations toxicologiques
12. Les informations éco toxicologique
13. Des informations sur la possibilité d'élimination des déchets
14. Les informations relatives au transport
15. Les informations règlementaires relatives en particulier au classement et à l'étiquetage du produit
16. Toutes autres informations disponibles pouvant contribuer à la sécurité ou à la santé des travailleurs.

4.3. Fiches toxicologiques de l'INRS :

Elles concernent les substances pures et fournissent les renseignements sur les points suivants [9] :

1. Propriétés physiques et chimiques ;

2. Risques chimiques et toxicologiques ;

3. Hygiène et sécurité au travail ;

4. Étiquetage ;

5. Protection de la population et de l'environnement ;

6. Transport ;

7. Recommandations pour l'emploi et le stockage.

Chapitre II

Chapitrer II : Les risques inhérents aux produits chimiques disponibles dans le labo

1. Risques chimiques

1.1. Risques spécifiques des produits :

L'examen de l'FDS relative à chaque produit chimique existant au niveau du laboratoire nous permet de les classer selon leurs effets sur la santé humaine en plusieurs catégories :

- **Les produits inflammables :** un seul produit a été recensé.

Nom de produit	Risque
Ethanol	Inflammable

Tableau II.3 : Liste des produits inflammables

- **Les produits comburants :** il existe trois produits.

Nom de produit	Risque
Nitrate de potassium	**Comburant**
Acétate de zinc	Comburant
Nitrate de potassium	Comburant

Tableau II.4 : Liste des produits comburants

- **Les produits corrosifs :** à cet effet correspond huit produits.

Produit	Risque
Acidelorique	Corrosif
Acidenitrique	Corrosif
Acideformique	Corrosif
Acidephosphorique	Corrosif
Acideproprionique	Corrosif
Acidetartrique	Corrosif

Tableau II.5 : Liste des produits corrosifs

- **Les produits toxiques :** les produits toxiques sont en nombre de six

Nom de produit	Risque
Acétyleacétone	Toxique
Carbone tétrachlorure	Toxique
Chlorure de nickel	Toxique
Diphénylamine	Toxique
Méthanol	Toxique
Nitrate de mercure	Toxique

Tableau II.6 : Liste des produits toxiques

- **Les produits nocifs et irritants :** il existe 34 produits nocifs et irritants

Nom de produit	Risque
1,2 dichloromethane	Nocif – irritant
2-méthyle-1-propanol	Nocif – irritant
1-propanol	Nocif – irritant
2-propanol	Nocif – irritant
Acétate ammonium	Nocif – irritant
Acétate de zinc	Nocif – irritant
Acide critique	Nocif – irritant
Acidecitriquemonohydrate	Nocif – irritant
Acideéthylènediaminetétraacétique	Nocif – irritant
Acideoxalique	Nocif – irritant
Acideoxaliquedihydrate	Nocif – irritant
Acidesalicylique	Nocif – irritant
AlcoolIsopropylique	Nocif – irritant
Benzène	Nocif – irritant
Carbonate de sodium	Nocif – irritant
Chlorate de potassium	Nocif – irritant
Chlorure de d'ammonium	Nocif – irritant
Chlorure de magnesium	Nocif – irritant
Diéthyléther	Nocif – irritant
Hydrogènepyroxide	Nocif – irritant
Hypochlorite de sodium	Nocif – irritant
Isopropyl d'éther	Nocif – irritant
Nitrate d'aluminium	Nocif – irritant
n-nonane	Nocif – irritant
Noir ériochrome T	Nocif – irritant
Octanol	Nocif – irritant
Oxalate de sodium	Nocif – irritant
Persulfated'ammonium	Nocif – irritant
Phénol	Nocif – irritant

Pyridine	Nocif – irritant
Sulfamated'ammonium	Nocif – irritant
Thiocyanated'ammonium	Nocif – irritant
Thiosulfate de sodium	Nocif – irritant
Toluène	Nocif – irritant
Vanadate d'ammonium	Nocif – irritant

Tableau II.7 : Liste des produits nocifs et irritants

- **Les produits qui présentent un danger pour la santé** : deux produits seulement figure dans cette catégorie de produits

Nom de produit	Risque
Acideborique	Danger pour la santé
n-décane	Danger pour la santé

Tableau II.8 : Liste des produits présentant un danger pour la santé

- **Les produits à effets inconnu** : à cette catégorie correspond cinq produits

Nom de produit	Risque
Chlorure de potassium	effets inconnu
Chlorure de sodium	effetsinconnu
Sulfate de magnesium	effets inconnu
Sulfite de sodium	effets inconnu
Thiosulfate d'ammonium	effets inconnu

Tableau II.9 : Liste des produits sans effets connus

1.2. Risques liés à la manipulation des produits :

Le tableau de ségrégation chimique ci-dessous exprime clairement le risque de manipulation des produits existants au niveau du laboratoire.

					
	0	–	–	–	0
	–	0	–	–	–
	–	–	+	+	+
	–	–	0	0	0
	–	–	+	0	0

Tableau II.10 : Tableau de ségrégation chimique relatif à la manipulation des produits

+ : Produits peuvent être manipulés sans danger
0 : Produits peuvent être manipulés avec attention
- : Produits incompatibles

1.3. Risques liés au stockage des produits :

Le tableau de ségrégation chimique ci-dessous montre les risques engendrés par la méconnaissance des conditions de stockage.

					
	0	–	–	–	0
	–	0	–	–	–
	–	–	+	+	+
	–	–	0	0	0
	–	–	+	0	0

Tableau II.11 : Tableau de ségrégation chimique relatif au stockage des produits [10]

+ : Produits peuvent être stockés ensembles.

0 : produits ne doivent être stockés ensembles que si certaines dispositions sont appliquées.

- : produits ne peuvent en aucun cas être stockés ensembles.

1.3.1. Les principaux risques engendrés par un stockage non judicieux de produits chimiques de laboratoire

- **Risque d'incendie ou d'explosion :**

  Le non-respect des règles de stockage des produits chimiques peut conduire à l'incendie ou à l'explosion. Dans notre cas nous avons remarqué que les produits étiquetés « comburants » : ne sont pas stockés dans des armoires spécifiques et sont à l'écart des matières combustibles et plus particulièrement des produits étiquetés « inflammable ».

- **Risque de chute ou de renversement d'emballage :**

  Ces incidents peuvent survenir lors d'une intervention humaine ou en son absence. Lors d'une intervention humaine, ils peuvent avoir pour origine un encombrement excessif, un empilage hasardeux, un mauvais rangement des produits ou des défauts de conception du local de stockage (dénivellation, éclairage insuffisant). En absence d'intervention humaine peuvent se produire des ruptures ou chutes de supports (fragilisés par la corrosion par exemple) ainsi que l'effondrement d'empilages mal réalisés. Ces incidents peuvent entraîner des atteintes physiques (contusions, plaies), des brûlures chimiques et des intoxications, principalement par inhalation. L'évaporation d'un produit inflammable répandu hors de son emballage peut également rendre l'atmosphère du local de stockage explosible avec tous les risques que ce genre de situation peut induire.

- **Fragilisation des emballages :**

  Des procédures de stockage non adaptées peuvent entraîner une fragilisation des emballages à l'origine de fuites ou de ruptures accidentelles, de pollution, de réactions dangereuses ou d'accidents. Les matériaux d'emballage ou de flaconnage sont susceptibles de se dégrader :

  - Sous l'effet du froid (perte d'élasticité et moindre résistance mécanique des plastiques, rupture d'un récipient en verre lors du gel d'une solution aqueuse ...)
  - Sous l'effet de la chaleur (fluage des plastiques, sensibilité accrue au pouvoir solvant du produit contenu) ;
  - Sous l'effet de la lumière (UV) (fragilisation des plastiques) ;
  - Sous l'effet de l'atmosphère du local de stockage (corrosion des emballages métalliques, fragilisation par absorption de vapeurs) ;
  - Sous l'effet d'une surpression interne (rupture d'emballage).

2. L'augmentation des dangers présentés par les produits :

Un stockage non adapté aux caractéristiques d'un produit peut induire une modification ou une dégradation qui le rend plus dangereux, que ce soit au stockage ou lors de son utilisation ultérieure. Certains produits craignent :

- l'humidité (produits hygroscopiques : chlorure de sodium, éthanol, méthanol)
- la chaleur (produits sublimables, peroxydables, polymérisables ...) ;
- le froid (produits cristallisables, gélifiables, émulsions ...) ;
- la lumière (UV) (produits peroxydables, polymérisables ...) ;
- le contact avec l'oxygène de l'air (produits oxydables, peroxydables, poudres métalliques...) [11].

2.1. Organisation du stocke :

Le magasin des produits chimiques dans le laboratoire d'analyse est aménagé de telles sortes à stoker à moyen ou à long terme plus de cents produits chimiques à l'état liquide ou solide. Certain de ces produits sont étiquetés, et d'autre ne sont pas identifier. Une description de l'organisation du stocke est présentée dans le tableau et la figure ci-après :

Tableau II.12 : Organisation du stocke

	Produits chimiques à l'état solide	Produits chimiques à l'état liquide
Endroits de stockage	Étagères	Étagères Sol
Matière d'emballages	Plastique verre	Plastique Verre Métal
Forme d'emballage	Boite Bouteille	Bouteille Bidon Fut

3. Dommages sur la santé

Lorsqu'un agent est exposé à un produit chimique dangereux dans le cadre de son activité, un événement imprévu ou une exposition longue ou répétée à ce produit provoque parfois un accident ou une maladie.

L'effet toxique lié à un produit va dépendre des caractéristiques suivantes **[12]** :

- De la composition du produit : acide, base, neutre
- De l'état du produit : gaz, liquide, solide
- De la dose absorbée : quantité absorbée à l'instant T
- Du type d'intoxication : chronique, aiguë, ...
- De la voie de pénétration : digestive, cutanée, respiratoire, ...

- De l'état de santé de l'individu et de ses aptitudes métaboliques : fatigue, stress, maladie, ...

Selon ces différentes caractéristiques, les produits chimiques dangereux altèrent plus ou moins gravement la santé. Certains agissent à l'endroit du contact (irritations, eczémas…), d'autres vont se diffuser dans tout le corps vers un ou plusieurs organes cibles.

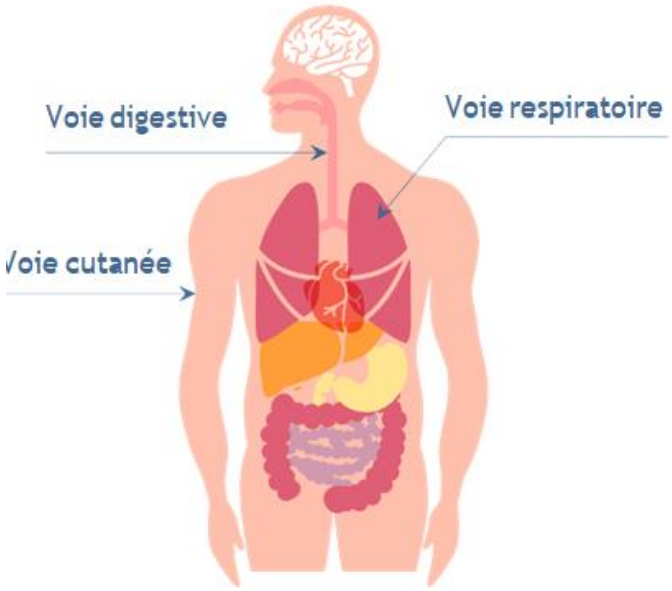


Figure II.1 : voie de pénétration

Certains produits agissent comme des poisons en se diffusant dans tout le corps par le sang. Cet empoisonnement peut être accidentel, à un moment précis : on parle alors d'intoxication aiguë. Exemple : brûlure chimique lors de la manipulation de l'acide chlorhydrique.

Ces intoxications peuvent se traduire par des nausées, vomissements, maux de tête, vertiges, une gêne respiratoire… et dans les cas les plus graves, par des pertes de connaissances ou des arrêts respiratoires pouvant entrainer la mort.

Par ailleurs, dans le cas où l'exposition au produit a lieu pendant des périodes longues ou répétées, l'intoxication est dite chronique. Exemple : cancer du poumon suite à une exposition à l'amiante.

Les dommages de cette intoxication apparaissent généralement de manière différée, c'est-à-dire de quelques jours à plusieurs dizaines d'années après l'exposition à l'agent chimique. Ces dommages peuvent porter atteinte à de nombreux organes vitaux : poumons, cerveau, vessie, foie, nerfs…

Exemples d'agents chimiques dangereux concernés	Dommages/maladies potentielles	Organes ciblés
Solvants, acides et bases, ciment résine, huile, graisses, etc.	Irritations, ulcérations, eczéma	**Peau et muqueuses**
Silice, amiante, poussière de bois, farine, métaux, chrome, etc…	Asthme, pneumoconiose, cancers	**Appareil respiratoire**
Solvants organiques, plomb, mercure, oxyde de carbone, etc.	Tremblements, syndrome parkinsonien, troubles psychiatriques	**Système nerveux**
Hydrogène, plomb, cadmium, chlorure de vinyle, amines, aromatiques, etc.	Insuffisance rénales, hépatites, cancers	**Reins, vessie, foie**
Plomb, benzène, essence auto mobile, etc…	Anémies, leucopénies, leucémies	**Sang**
Dérivés nitrés, phénol, monoxyde de carbone, etc.	**Angine de poitrine, infarctus, Trouble du rythme cardiaque**	**Cœur**

Tableau II.13 : Exemple Des maladies causées par des produits chimiques

4. Les dommages des produits chimiques sur les installations :

Certains produits chimiques peuvent être à l'origine d'incendies et/ou d'explosions (exemples : chlore, acide nitrique, …). Ces produits peuvent s'enflammer :

- Au contact d'une source d'inflammation : flamme, étincelle, électricité statique
- Sous l'effet de la chaleur
- Au contact de l'air, notamment les liquides et solides pyrophoriques (exemples : phosphore blanc, trichlorosilane, …) et les produits auto-chauffants (exemple : magnésium en poudre).

Dans certaines conditions, lorsqu'ils sont sous forme de vapeurs, de poussières, ou de gaz (azote, butane, propane, acétylène, aérosols, …), ces produits provoquent parfois des explosions **[12].**

5. Les appareils disponibles dans le labo et leur manipulation :

Dans cette partie du travail on s'est intéressé à la présentation détaillée des moyens matériels existants actuellement au niveau du laboratoire à savoir :

5.1. Appareillages :

Appareil	Marque
Agitateurmagnétique	IKEDA-RIKA
Balance électronique	SARTORIUS
Bain-marie	THOMAS
Bombe normalisé	TROX
Chromatographe	AGILENT TECHNOLOGIE
Distillateur	BARNSTEAD-MEGA PURE
Étuve	IKEDA – BINDER
Ordinateur	FUJITSU
PH-mètre	HORIBA – ACCUMET
Plaque chauffante	ADVENTEC
Réfractomètre	ATAGO
Réfrigérateur	ENIEM

Tableau II.13 : Liste des appareils utilisés au niveau le laboratoire

- **Agitateur magnétique :**

Instrument quasi-indispensable dans un laboratoire de chimie, comme son nom l'indique permet l'agitation d'une solution en utilisant une force magnétique.



Figure II.2 : Agitateur magnétique

- **Balance électronique de précision :**

Les balances de laboratoire permettent d'effectuer des pesées de masses avec une précision allant jusqu'à 0,001mg



Figure II.3: Balance électronique

- **Bain marie :**

Mode de cuisson ou de chauffage consistant à placer la préparation dans un récipient plongé dans un autre rempli d'eau en ébullition



Figure II.4 : Bain marie

- **Chromatographie :**

L'échantillon à analyser est poussé par un liquide (appelé phase mobile) dans une colonne remplie d'une phase stationnaire (les « grains » sont de très petite taille). Ce débit élevé diminue le temps nécessaire pour séparer les composants le long de la phase stationnaire.



Figure II.5 : Chromatographie

- **Distillateur :**

Appareil servant à produire de l'eau distillée. En effet une résistance électrique chauffe de l'eau, les vapeurs produites sont condensées sur un réfrigérant et l'eau distillée est récupérée



Figure II.6: Distillateur

- **Étuve :**

Appareil où l'on maintient une température plus ou moins élevée, avec ou sans vapeur d'eau pour permettre certaines opérations.



Figure II.7 : Étuve

- **pH-mètre :**

Appareil permettant la mesure électro métrique du pH d'une solution



Figure II.8: pH-mètre

- **Plaque chauffante :**

Un appareil qui sert de source de chaleur pour chauffer divers objets. Elle peut être couplée avec un système d'agitation magnétique afin d'assurer une homogénéisation efficace du contenu d'un récipient.



Figure II.9 : Plaque chauffante

- **Réfractomètre :**

Instrument très simple et rapide destiné à la mesure de l'indice de réfraction d'un milieu.



Figure II.10: Réfractomètre

5.2. Verreries

La verrerie de laboratoire rassemble tous les récipients et ustensiles nécessaires pour les expériences de chimie, biochimie et biologie. La qualité de verre est un élément important dans le choix de matériel de laboratoire, elle doit s'adapter aux exigences des analyses en termes de résistance à la chaleur et aux chocs. Pour un usage intensif, il est conseillé d'opter pour de la verrerie de marque Pyrex® ou Duran® [13].



Figure II.11: Verrerie de laboratoire de chimie

Au niveau du laboratoire analyse physico-chimique, nous avons regroupé la verrerie employée en deux groupes :

5.2.1. La verrerie usuelle :

- **Tube à essai :**

Utilisé pour tester une réaction chimique en y introduisant une faible quantité de réactifs (quelques ml). Le tube à essai peut être introduit sans risque dans la flamme d'un bec bunsen s'il est nécessaire de chauffer le milieu réactionnel.



Figure II.12 : Tube à essai

- **Bécher :**

Sert à stocker un liquide. Lorsque l'on veut prendre un volume précis d'un liquide contenu dans un flacon ou une bouteille, il faut d'abord en verser un peu dans un bécher, puis y prélever le volume désiré à l'aide. Un bécher peut aussi être utilisé pour réaliser une réaction avec une quantité plus importante de réactifs (quelques dizaines de ml). Le bécher peut être chauffé dans le cas où il est fabriqué en Pyrex.



Figure II.13 : Bécher

- **Erlenmeyer :**

Remplit à peu près les mêmes fonctions que le bécher à la différence que sa forme évite les projections. Ainsi il est préféré au bécher lorsqu'il s'agit de réceptionner un liquide qui tombe goutte par goutte (distillation par ex.) ou lorsque la réaction peut se révéler violente ou fortement exothermique. S'il est nécessaire de plonger différents instruments de mesure (thermomètre, sonde pH métrique...) dans le milieu réactionnel, il est préférable d'utiliser un bécher.



Figure II.14 : Erlenmeyer

- **Ballon :**

Utilisé lorsqu'il est nécessaire de chauffer un milieu réactionnel pendant une durée relativement grande (plusieurs dizaines de minutes). Le ballon est alors placé dans un "chauffe ballon" électrique épousant la forme ronde du ballon. Les billes de verres (ou pierres ponces) placées au fond du ballon sont utile pour réguler l'ébullition des réactifs placés dans le ballon.



Figure II.15 : Ballon

- **Verre à pied**

Il n'a pas de fonction bien définie. Il peut être utilisé pour récupérer des liquides de rinçage d'une burette graduée, d'une pipette, d'une sonde d'un pH-mètre ou d'un conductimètre.



Figure II.16 : Verre à pied

- **Entonnoir :**

Permet de verser un liquide dans un flacon à col étroit en évitant les pertes. Il permet également d'introduire une poudre dans une fiole jaugée pour être sûr que toute la poudre est introduite dans la fiole.



Figure II.17 : Entonnoir

- **Fiole à vide**

C’est un erlenmeyer en verre épais disposant d'une ouverture supplémentaire sur le côté. Elle est reliée par un tuyau épais à une trompe à eau chargée d'y créer un vide partiel pour accélérer la filtration.



Figure II.18 : Fiole à vide

5.2.2. Verrerie volumétrique :

1. Éprouvette graduée :

Permet de mesurer le volume d'un liquide avec une bonne précision (en général de l’ordre de 0,5 ml près).



Figure II.19 : Eprouvette graduée

2. Pipette jaugée :

Employé pour prélever un volume très précis. Les pipettes jaugées couramment utilisées sont celles de 5 ml, 10 ml et 20 ml. À l'aide d'une pro-pipette ou d'une poire, on aspire le liquide qui monte dans la pipette. Il faut alors amener la surface du liquide au niveau du trait de jauge de telle façon que le bas du ménisque soit sur le trait de jauge.



Figure II.20: Pipette jaugée

3. Pipette graduée :

Permet de mesurer de petits volumes de liquide avec une précision moyenne. On l'utilise dans la préparation des solutions, avec une pro-pipette (poire aspirante), pour prélever la solution mère, selon un protocole particulier.



Figure II.21 : Pipette graduée

4. Burette graduée

Sert à verser un volume précis de liquide. Elle est principalement utilisée lors des dosages. Après utilisation, la burette doit être rincée puis remplie d'eau distillée. Avant chaque utilisation elle doit être rincée une fois avec la solution que l'on veut y introduire.

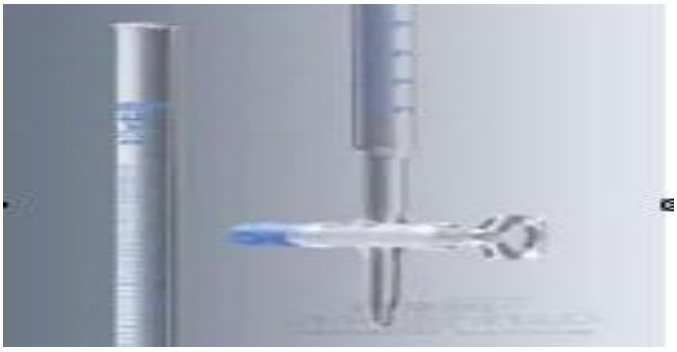


Figure II.21 : Burette graduée

5. Fiole jaugée :

Permet de préparer par dissolution un volume précis d'une solution aqueuse de concentration connue. La fiole jaugée permet aussi de préparer des solutions par dilution : on introduit dans la fiole, à l'aide d'une pipette jaugée, le volume désiré de la solution aqueuse que l'on cherche à diluer. Puis on complète la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Pour finir, on bouche la fiole et on homogénéise le tout.



Figure II.23 : Fiole jaugée

6. Risques liés aux appareils

Le matériel expérimental utilisé dans le laboratoire de MPP 04 présent un risque sur les laborantins en cas de mal utilisation de l'appareil ou en cas d'utilisation des appareils conçus pour un usage domestique

Étuve : si le produit mis à l'étuve dégage des vapeurs : incendie, explosion, intoxication.

Bain-marie : Brulures thermiques, éclatement des récipients en verre ordinaire, dégagement de vapeur.

Plaque chauffante : peut entrainer des brulures par contact direct ou provoquer unϖ incendie si un produit inflammable est à proximité.

Réfrigérateur : le réfrigérateur de type ménager n'est pas adapté au stockage de produits chimiques dégageant des gaz ou des vapeurs inflammables. En cas d'émission des vapeurs, une explosion peut être déclenchée par une étincelle produite par le thermostat ou le dispositif d'éclairage interne. En cas de panne d'alimentation électrique le réchauffement d'un produit peut causer l'éclatement du récipient qui peut être suivi d'une explosion si le produit est inflammable

7. Principales règles générales de sécurité dans un laboratoire de chimie :

La sécurité est l'absence de danger, confiance et tranquillité résultant de cette absence. Le travail en laboratoire requiert parfois le montage d'appareillages complexes ou l'exécution d'opérations délicates ; il entraîne aussi la manipulation de produits qui peuvent être toxiques, inflammables ou explosifs. L'exécution de ces travaux peut donc être à l'origine d'accidents ou d'intoxications graves dont les effets sont immédiats ou insidieux. Tout le personnel de laboratoire, soucieux de développer un esprit de sécurité, devrait donc connaître et appliquer rigoureusement les règlements de sécurité, être au courant des implications et des risques associés à la manipulation en cours et être capable d'intervenir efficacement en cas d'accident ou d'incendie. Toute personne au travail dans un laboratoire, qui ne tient pas compte des règles de sécurité, court un risque élevé dont les conséquences pour elle-même et ses collègues peuvent être catastrophiques. Sa responsabilité est donc très engagée. Dans ce qui suit nous allons développer deux axes de grandes utilités à savoir la prévention et l'intervention au laboratoire. [2]

7.1. Prévention :

La prévention est la première démarche élémentaire de sécurité. Prévenir les accidents, c'est tout à la fois avoir une bonne connaissance du travail à effectuer, respecter l'affichage de sécurité, avoir un bon comportement au laboratoire, exercer une protection personnelle efficace, étiqueter, entreposer et éliminer correctement les produits chimiques.

Connaissance du travail à effectuer :

Il faut rechercher le maximum d'informations sur les produits et les matériels employés, de même que sur les techniques et les réactions chimiques mises en œuvre. En cas de doute sur les risques associés à une manipulation, il faut procéder à une recherche bibliographique et, si possible, solliciter les conseils d'une personne compétente

Affichage de sécurité et matériel de protection général :

Le respect des symboles de dangers est essentiel pour la prévention des accidents ; en entrant dans le laboratoire, il faut donc localiser ces avertissements et s'assurer de bien connaître leur signification. Certains numéros d'appel téléphoniques utiles, tels ceux de l'ambulance et du médecin, devraient être affichés en permanence dans un endroit accessible à tous. Il doit exister une pharmacie dans chaque laboratoire avec les produits de première nécessité, coton, pansements, solutions désinfectantes, pommades pour les brûlures. On doit connaître

l'emplacement et le mode de fonctionnement des extincteurs, de la douche d'urgence, des bains oculaires, de la couverture ignifugée et de la trousse de premiers soins. Enfin, il est essentiel de connaître l'emplacement des sorties d'urgence et des dispositifs d'alarmes.

Comportement au laboratoire :

Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité ; de plus, il faut avoir connaissance du travail réalisé par ses voisins et être conscient des dangers qu'il peut présenter. Les accidents de laboratoire sont fréquemment provoqués par l'exécution trop rapide des opérations. Le chimiste ou technicien doit donc adopter une approche méthodique, prudente et soignée, se concentrer sur ce qu'il est en train de faire, ne pas se laisser distraire.

Sauf en cas d'urgence, on doit donc éviter de courir, de se presser inutilement et de se bousculer. Il faut proscrire la préparation, la consommation et la conservation dans le laboratoire de nourriture et de boissons, afin d'éviter leur contamination accidentelle par des produits toxiques.

Dans un laboratoire, il est strictement interdit de fumer à cause du voisinage fréquent de substances inflammables.

Le laboratoire doit être équipé d'un système de ventilation efficace.

Pour éviter les chutes ou les glissades accidentelles, il fait fermer les tiroirs et les portes d'armoires, garder les allées libres en ne laissant pas traîner par terre de petits objets comme des morceaux de verre, de la glace ou des bouchons et assécher immédiatement les endroits mouillés.

7.2. Protection personnelle

- **Protection oculaire :**

Au laboratoire, le personnel doit toujours porter des lunettes de sécurité dont le modèle dépend de la manipulation à effectuer. Des lunettes munies de côtés transparents suffisent pour la majorité des travaux. S'il y a danger de projection ou si une réaction se produit à haute température, le port de lunettes à coque étanche ou d'une visière protectrice est recommandé. Les verres de contact ne devraient pas être portés dans le laboratoire : des vapeurs organiques ou corrosives peuvent les endommager de façon irréversible ou s'infiltrer sous la lentille.

- **Blouses et chaussures :**

Les blouses doivent être en tissu de coton résistant et équipés de boutons pression, ce qui permet de les enlever rapidement si nécessaire ; ils doivent être assez longs pour protéger les jambes. Il faut toujours porter des chaussures qui recouvrent entièrement le pied.

- **Gants :**

Le port de gants peut être recommandé ou indispensable pour certaines manipulations, telles celles de :

- ✓ Produits corrosifs : bases et acides forts, oxydants puissants …etc.,
- ✓ Produits très toxiques par voie cutanée : dérivés nitrés, amines aromatiques ...etc.,
- ✓ Récipients très chauds ou très froids. Il en existe différents types fabriqués avec des matériaux naturels ou synthétiques (caoutchouc, polyéthylène, vinyle, Néoprène, amiante).

Critères à considérer pour choisir des gants de protection contre les risques chimiques

- Nature et caractéristiques des produits manipulés
- Type de contact avec les produits chimiques (immersion, risque de projection)
- Durée du port des gants
- Dextérité requise
- Facteurs susceptibles de dégrader les gants (risque mécanique, électrique, thermique…)
- État de surface des objets à manipuler (objets glissants, coupants…)
- Caractéristiques individuelles de l'opérateur (taille de la main, éventuelle allergie au latex ou à d'autres composants des gants…)

- Masque :

Un masque à poussière doit être utilisé pour manipuler certains produits signalés dangereux. En effet l''inhalation des particules solides tel que le dichromate de Potassium peut conduire facilement à un cancer pulmonaire.

- Pipetage :

L'aspiration avec la bouche doit faire l'objet d'une interdiction stricte. Cette opération peut être facilement réalisée avec du matériel peu onéreux : pro-pipettes, poires aspirantes.

7.3. Entreposage, étiquetage et élimination de produits chimiques :

Il ne faut pas laisser les produits chimiques s'accumuler sur les paillasses ni sous les hottes plus de deux jours dans les salles de préparation.

Si on garde des produits susceptibles de réagir entre eux, il faut les entreposer de telle sorte qu'ils soient le plus éloignés possible les uns des autres dans des armoires métalliques, ventilées et fermées à clé.

Pour assurer une sécurité maximum, le local d'entreposage doit être bien ventilé et se trouver à l'extérieur des salles de préparation et, si possible, à température contrôlée.

Tous les flacons de réactifs doivent toujours porter une étiquette qui les identifie clairement, même ceux qui ont été préparés au laboratoire. L'étiquette a pour rôle d'informer l'utilisateur sur les propriétés dangereuses des substances pures. Elle doit comporter le nom du fabricant, ses coordonnées, le nom de la substance et le pictogramme ou sigle correspondant aux risques encourus.

Dans le cas de produits préparés au laboratoire, la date de fabrication doit être indiquée. Pour les produits provenant d'un fabricant extérieur, il est recommandé de marquer la date de leur arrivée.

Un inventaire précis des produits chimiques doit être fait et remis au Proviseur ou Principal de l'Établissement. Il doit être remis à jour régulièrement.

Les produits chimiques ne doivent pas être stockés de manière prolongée, ils peuvent se dégrader (polymérisation, attaque du récipient…) et devenir très dangereux (production de gaz, éclatement, explosion…). Il faut renouveler le stock régulièrement.

L'élimination des produits chimiques doit être soigneusement planifiée. En général, de petites quantités de substances solubles dans l'eau et peu toxiques peuvent être éliminées par l'égout de l'évier, en faisant circuler de l'eau. Il est souvent possible de rendre inoffensif un produit chimique toxique par un traitement approprié et de pouvoir ainsi l'éliminer par l'égout de l'évier. Notons que pour recueillir les autres types de déchets chimiques, il est impératif de disposer de récipients résistants, en plastique pour les entreposer avant de les éliminer.

7.4. Intervention :

Malgré le respect des mesures préventives, il peut arriver que des produits soient renversés sur le sol ou projetés sur des personnes. Les risques de feu, d'explosion ou d'intoxication peuvent alors augmenter, selon la nature de ces produits.

Renversement sur le sol :

Lorsque le sol ou la paillasse sont contaminés par un produit peu toxique ou peu volatil, procéder au nettoyage immédiat en employant du papier absorbant ; pour les acides, neutraliser préalablement avec du phosphate de sodium ou avec une solution d'hydrogénocarbonate de sodium. Il faut porter des gants de protection pendant le nettoyage ; l'espace affecté doit être rincé à l'eau, puis asséché.

Lorsque la substance répandue est volatile, inflammable ou toxique et que la quantité renversée est importante, il faut éteindre toutes les sources de chaleurs, couper le courant des appareils électriques et quitter le laboratoire.

Les substances suivantes sont particulièrement dangereuses : les amines aromatiques, les dérivés nitrés, le brome, le disulfure de carbone, les hydrazines, les nitriles, les éthers et les halogénures d'alkyle. Dans ce cas, la décontamination et le nettoyage doivent être effectués par une personne compétente.

Projection sur une personne :

Si des projections d'une substance atteignent une personne et que des éclaboussures s'étendent sur une grande partie du corps, il faut utiliser immédiatement la douche de sécurité et retirer aussitôt que possible les vêtements contaminés ; chaque seconde compte et toute perte de temps doit être évitée. En retirant les vêtements, il faut s'assurer de ne pas contaminer d'autres parties du corps, spécialement le visage et les yeux. La région affectée doit être arrosée avec de l'eau froide durant environ quinze minutes ; il ne faut jamais se servir de neutralisants chimiques, d'onguents, de crèmes ou de lotions. Aussitôt que possible, consulter un médecin.

Si les éclaboussures n'affectent qu'une petite surface de la peau, rincée abondamment à l'eau froide, puis à l'eau savonneuse ; retirer les bijoux qui nuisent à l'élimination des produits chimiques pendant le nettoyage. Si par la suite, une réaction cutanée est observée, consulter un médecin.

Dans le cas de projections dans les yeux, laver immédiatement l'œil avec de l'eau pendant au moins quinze minutes à l'aide du bain oculaire ou d'un autre appareil conçu pour cet usage. Pour le lavage, tenir l'œil ouvert, le faire rouler constamment en rinçant abondamment la muqueuse des paupières ; il est souvent plus facile de se faire aider par une autre personne. Il est recommandé, le plut tôt possible, d'appeler le médecin ou de conduire le blessé à l'hôpital.

Marche à suivre en cas d'accident :

La première action à faire en cas d'accident grave est de protéger la victime et, s'il persiste un risque (électrocution, incendie, asphyxie), tenter d'éliminer le danger (interruption du courant électrique, utilisation de l'extincteur). Il faut ensuite appeler de l'aide. Si la personne blessée est inanimée, la soustraire au danger, l'examiner et lui prodiguer les soins élémentaires le temps d'arrivé de personnel compétent qui prendra la personne blessée en charge.

Chapitre III

Chapitre III :Réactions chimiques dangereuses

III.1.Réactions chimiques dangereuses :

III.1.Définition :

Certaines réactions chimiques sont appelées dangereuses, car elles présentent des risques d'accidents très graves, voire majeurs : incendies et/ou explosions, intoxications, brulures chimiques, pollutions…etc. Ces risques sont encore trop souvent négligés. Il est donc nécessaire de bien connaitre ces réactions, pour éviter qu'elles ne se produisent de façon incontrôlée et dramatique.

Ces réactions sont souvent produites lors de la rencontre et la combinaison incontrôlée des produits dits incompatible. Ces substances sont susceptibles de réagir brutalement lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres, en dégageant de la chaleur et/ou des vapeurs dangereuses (toxiques, corrosives…). [13]

III.1.2.Catégories de réactions :

Le nombre de réactions dangereuses possibles est énorme. On en distingue cependant trois grandes catégories :

1. Réactions avec dégagements considérables de chaleur (réactions exothermiques) ;

2. Réactions avec dégagements de substances toxiques, nocives, corrosives, irritantes… ;

3. Réactions avec dégagements simultanés de chaleur et de produits toxiques.

Chapitre III :Réactions chimiques dangereuses

Type de réaction	Conséquences	Exemples
Réactions exothermiques	− Important dégagement de chaleur. − Accélération de la réaction (emballement). −Vaporisation Inflammation de vapeurs et de gaz combustibles. − Explosion(s).	Acides forts + bases fortes en milieu concentré Acides forts concentrés + eau Réactions de combustion et d'oxydation Réactions de polymérisation et polycondensation Synthèses organiques par les organomagnésiens Déflagration des explosifs
Réactions avec dégagement de substances dangereuses : toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, inflammables, explosibles…	− Décomposition de certains produits à la chaleur forte (chalumeau, soudure…). − Formation et dégagement de substances dangereuses.	− Combustion du soufre (formation de SO2 gazeux). − Réaction d'un hypochlorite (eau de Javel, NaClO, hypochlorite de calcium) avec un acide, même dilué, (HCl, HNO3, H2SO4, acide acétique…) →dégagement de chlore gazeux, Cl2. − Réaction des vapeurs d'ammoniac NH3 avec les vapeurs d'un acide concentré (HCl) →formation d'abondantes fumées d'un sel d'ammonium (NH4Cl, par ex.). − Réaction des sulfures minéraux ou de dérivés soufrés organiques avec les acides forts, même dilués, →dégagement de sulfure d'hydrogène gazeux, H2S.

Réactions avec dégagement simultané de chaleur et de substances dangereuses	− Dégagement de chaleur − Formation de substances dangereuses − Explosion.	− Action de l'acide nitrique HNO3 sur certains métaux (le cuivre, notamment) → dégagement d'oxydes d'azote gazeux, NOx. − Action de l'acide sulfurique H2SO4 sur certains métaux (fer, zinc, magnésium) →dégagement d'hydrogène H2 et, lorsque l'acide est concentré et chaud, de dioxyde de soufre gazeux, SO2. − Action d'un acide fort sur le dichloroisocyanurate de sodium déshydraté (pastilles chlorées pour piscine) →dégagement de chlore gazeux. Sous l'action d'une base forte ou de l'ammoniaque, il y risque de formation de trichlorure d'azote NCl3 (risque d'explosion). − Réaction conduisant à la formation d'un isocyanate (R–N=C=O), notamment lors de la synthèse de polyuréthanes (la tragédie de Bhopal eu pour origine la libération accidentelle dans l'atmosphère ambiante d'isocyanate de méthyle).

Tableau N°13 : Réactions chimiques dangereuses [14]

III.1.3 .Risques engendrés par les réactions chimiques dangereuses :

- **Incendie** : tout produit pouvant brulé (combustible ou réducteur) peut, par réaction avec l'oxygène (oxydant ou comburant), en présence d'une source d'énergie suffisante, conduire à un incendie et/ou une explosion.
- **Explosion :** si la vitesse de combustion et très élevée, la réaction est (quasi) instantanée. Les quantités de chaleur et de vapeurs émises et la température atteinte sont alors telles que les gaz formés se dilatent fortement. La pression dans le récipient ou le réacteur devient énorme. Elle se traduit par une explosion, d'autre plus violente que les gaz sont combustibles.
- **Intoxication et brulure chimique :** la composition chimique des réactifs des sous-produits est essentielle, tout comme leur état de division et leur conditions de mise en œuvre et d'émission. Certains produits contiennent des groupes très réactifs, à certaines doses, ces derniers peuvent causer des lésions respiratoires graves, des brulures, des œdèmes pulmonaires et finalement la mort.
- **Pollution :** les sous-produits des réactions dangereuses non ou mal contrôlées peuvent également être écotoxiques et pollue gravement un (ou plusieurs) compartiment(s) de l'environnement : eau, air, et sol.

III.**2.Généralité sur les méthodes d'analyse des risques :**

III.2.1.Analyse du risque :

Selon la norme ISO, L'analyse du risque est définie comme l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque.

L'analyse des risques consiste à les identifier et à comprendre les mécanismes conduisant à leur concrétisation dans le but de réduire leur probabilité d'occurrence et / ou leur gravité.

III.2.1.1.Analyse qualitative des risques :

C'est la recherche qui produit et analyse des données descriptives, telles que les paroles écrites ou dites et le comportement observatoire des personnes. Elle renvoie à une méthode de recherche intéressée par le sens et Elle en général traite des données difficilement quantifiables.

III.2.1.2.Analyse quantitative :

L'évaluation quantitative est basée sur le calcul de la probabilité et l'impact du risque d'une manière objective. Ce mode de calcul est utilisé quand l'information est suffisamment disponible pour pouvoir calculer, numériquement, la valeur de la probabilité et la gravité du risque.

Méthodes d'analyse qualitative :

- Analyse préliminaire de risque (APR).
- Analyse par liste de contrôle.
- Analyse de risque sur schéma type « WHAT-IF ? ».
- Hazard and Operability Study (HAZOP).
- Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques (MOSAR).

III.3. Historique et domaine d'application de la méthode APR :

L'analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Utilisée depuis dans de nombreuses autres industries. L'analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée. En ce sens, elle est particulièrement utile dans les situations suivantes :

• Au stade de la conception d'une installation, lorsque la définition précise du procédé n'a pas encore été effectuée. Elle fournit une première analyse de sécurité se traduisant par des éléments constituant une ébauche des futures consignes d'exploitation et de sécurité. Elle permet également de choisir les équipements les mieux adaptés.

• Dans le cas d'une installation complexe existante, au niveau d'une démarche d'analyse des risques. Comme l'indique son nom, l'APR constitue une étape préliminaire, permettant de mettre en lumière des éléments ou des situations nécessitant une attention plus particulière et en conséquence l'emploi de méthodes d'analyses de risques plus détaillées. Elle peut ainsi être complétée par une méthode de type AMDEC ou arbre des défaillances par exemple.

Dans le cas d'une installation dont le niveau de complexité ne nécessite pas d'analyses plus poussées au regard des objectifs fixés au départ de l'analyse des risques.

III.3.1.Principe :

L'analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent : • Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis, d'utilités...,

• Des équipements dangereux comme par exemple des stockages, zones de réception expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (four ...),

• Des opérations dangereuses associées au procédé.

III.3.2.Déroulement :

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse.

Pour chaque fonction identifiée dans la phase de description des installations, les produits ou équipements sont passés en revue, en examinant les situations de dangers potentielles de manière systématique. Pour cela, il est fait appel à l'expérience et à l'imagination de chacun. L'analyse d'accidents constitue de plus une source d'information à privilégier. Le groupe de travail peut alors adopter une démarche systématique sous la forme suivante :

1. Sélectionner le système ou la fonction à étudier sur la base de la description fonctionnelle réalisée

2. Choisir un équipement ou produit pour ce système ou cette fonction (colonne 2)

3. Pour cet équipement, considérer une première situation de dangers (colonne 3)

4. Pour cette situation de dangers, envisager toutes les causes et les conséquences possibles (colonnes 4 et 5).

5. Pour un enchaînement cause-situation de danger-conséquences donné, identifier alors les barrières de sécurité existantes sur l'installation (colonne 6)

6. Si le risque ainsi estimé est jugé inacceptable colonne 7, formuler des propositions d'améliorations en colonne 8. La dernière colonne (colonne 9) est réservée à d'éventuels commentaires. Elle est particulièrement importante pour faire apparaître les hypothèses effectuées durant l'analyse ou les nomes de personnes devant engager des actions complémentaires

7. Envisager alors un nouvel enchaînement cause-situation de danger-conséquences pour la même situation de danger et retourner au point 5.

8. Si tous les enchaînements ont été étudiés, envisager une nouvelle situation de danger pour le même équipement et retourner au point 4.

9. Lorsque toutes les situations de dangers ont été passées en revue pour l'équipement considéré, retenir un nouvel équipement et retourner au point 3 précédent.

10. Le cas échéant, lorsque tous les équipements ont été examinés, retenir un nouveau système ou fonction et retourner au point 2.

Chapitre VI

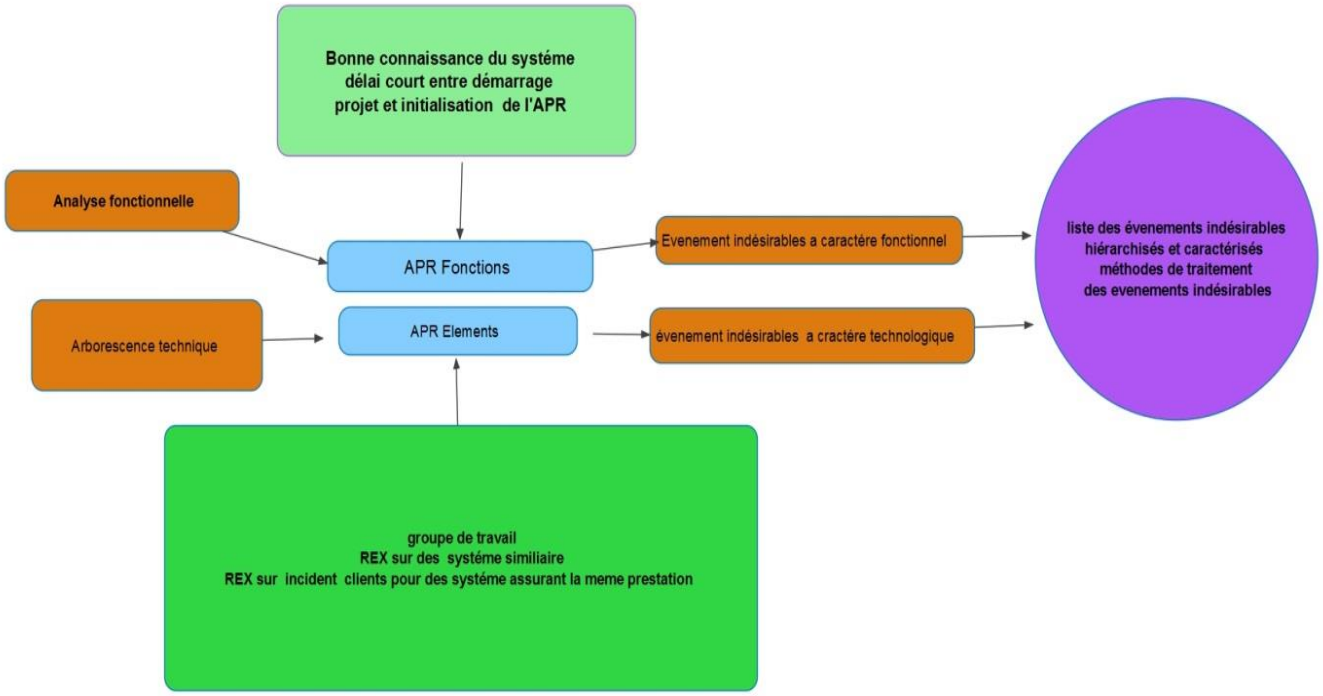


IV.1.L'application de la méthode APR :

Dans le processus d'analyse de risque, l'Analyse Préliminaire de Risques (APR) est souvent la première étape qui permet de mettre en évidence les risques principaux. Elle constitue souvent une première sélection des risques à analyser plus en détail. Cette analyse se fait fréquemment sous forme de tableau où sont identifiées les causes et les conséquences des situations dangereuses, potentiellement accidentelles.

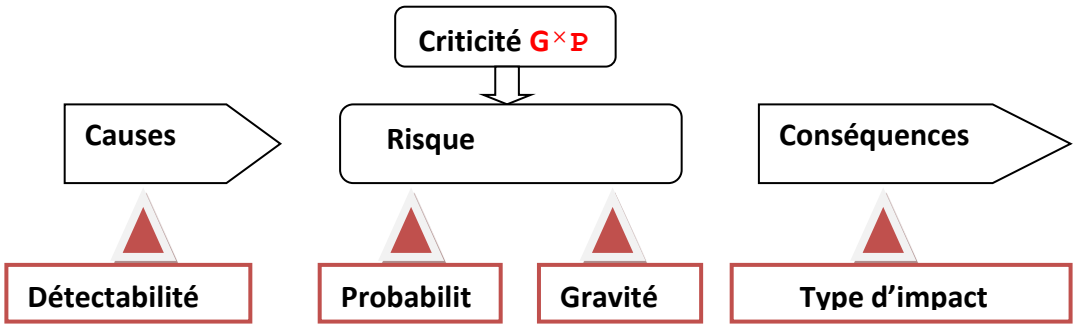
On peut assimiler l'APR à un « centre de tri » qui va permettre de déterminer quels seront les points sur lesquels il faudra mener une analyse plus détaillée. Il est donc rare que cette analyse ne soit pas suivie par une autre analyse de risques, avec une méthodologie plus complexe.

VI.1.1.Démarche générale de la méthode APR :



VI.1.2.Caractérisation des risques :

Afin de pouvoir être hiérarchisés, les risques doivent être caractérisés selon des critères qui permettront de les comparer.



Caractéristiques d'un risque

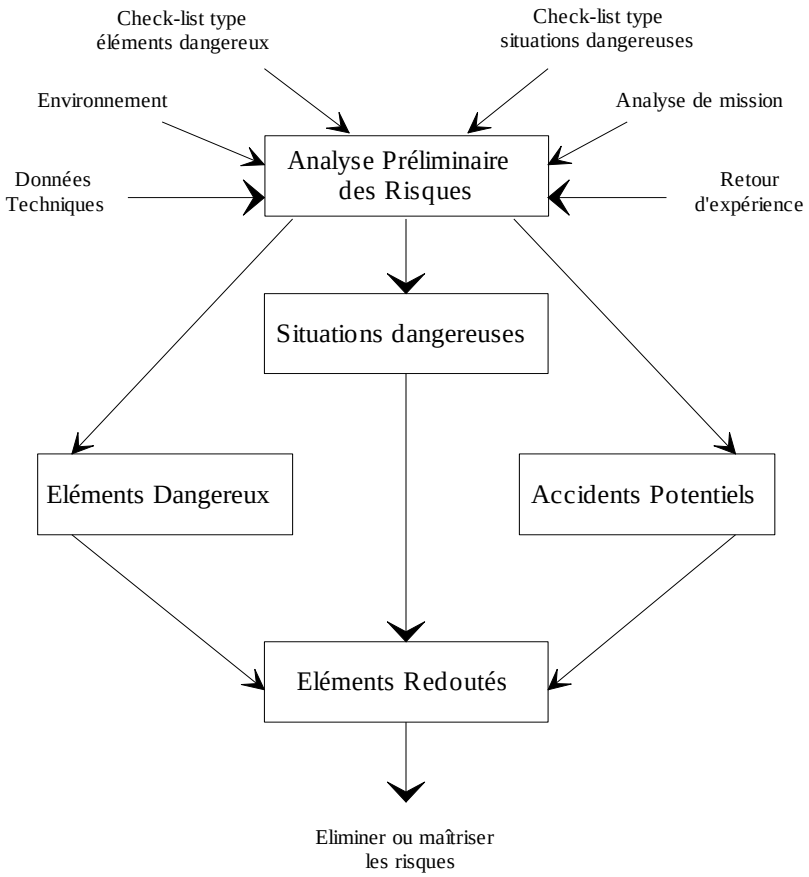
L'échelle de probabilité :	L'échelle de gravité :
1. Improbable : probabilité si faible qu'on peut considérer que le risque ne se produira pas. 2. Rare : peu probable mais pourrait se produire une fois au cours du projet. 3. Occasionnel : peut se produire une fois au cours du projet. 4. Probable : peut se produire plusieurs fois ponctuellement au cours du l'année. 5. Fréquent : peut se produire régulièrement, continuellement au cours du l'année.	1- gravité négligeable 2- gravité faible 3- gravité forte 4- gravité catastrophique

Tableau 14. L'échelle de probabilité et de gravité

		GRAVITE			
		Négligeable -1-	**Faible -2-**	**Critique -3-**	**Catastrophique -4-**
PROBABILITE	**Fréquent -5-**	Incceptable	Incceptable	Incceptable	Incceptable
	Probable -4-	Toérable avec atténuation	Toérable avec atténuation	Incceptable	Incceptable
	Occasionnel -3-	Tolérable	Toérable avec atténuation	Toérable avec atténuation	Incceptable
	Rare -2-	Tolérable	Toérable avec atténuation	Toérable avec atténuation	Toérable avec atténuation
	Improbable -1-	Tolérable	Toérable avec atténuation	Toérable avec atténuation	Toérable avec atténuation

Tableau 15. La matrice de la Grille de criticité

1.3. Processus d'identification des risques :



Analyse Préliminaire des Risques : (Réactions chimiques dangereuses)

Labo d'analyse physico-chimique						DATE : 20/05/2023					
N°	PRODUIT / EQUIPEMENT	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	EVENEMENTS INITIATEURS	PHENOMENE DANGEREUX	INTENSITE -CIBLE POTENTIELLE	P	G	C	BARRIERES DE SECURITE INDEPENDANTES		OBSERVATIONS
01	**Acides forts + bases fortes en milieu concentré**	Réactions exothermiques	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur humaine	− Important dégagement de chaleur. − Accélération de la réaction (emballement). −Vaporisation Inflammation de vapeurs et de gaz combustibles. − Explosion(s).	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	PREVENTION : -Formation du personnel ⌋Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité -hotte	PROTECTION - Gants -barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.
02	**Acides forts concentrés + eau**	Réactions exothermiques	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur	− Important dégagement de chaleur. − Accélération de la réaction (emballement).	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	-Formation du personnel ⌋Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.

			humaine	−Vaporisation Inflammation de vapeurs et de gaz combustibles. – Explosion(s).					irréfléchi ou précipita - hotte		
03	**Réactions de combustion et d'oxydation**	Réactions exothermiques	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur humaine	− Important dégagement de chaleur. − Accélération de la réaction (emballement). −Vaporisation Inflammation de vapeurs et de gaz combustibles. – Explosion(s).	Sur site : Personnel, installations	2	3	6	-Formation du personnel ⌋ Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité -hotte	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.
04	**Réactions de polymérisation et polycondensation**	Réactions exothermiques	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur	− Important dégagement de chaleur. − Accélération de la réaction (emballement).	Sur site : Personnel, installations	2	3	6	-Formation du personnel ⌋ Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.

			humaine	−Vaporisation Inflammation de vapeurs et de gaz combustibles. − Explosion(s).					irréfléchi ou précipité -hotte		
05	**Combustion du soufre (formation de SO2 gazeux).**	Réactions avec dégagement de substances dangereuses : toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, inflammables, explosibles, …	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur humaine	−Décomposition de certains produits à la chaleur forte (chalumeau, soudure,…). − Formation et dégagement de substances dangereuses	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	-Formation du personnel ⌋Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité - hotte	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.
06	**Réaction d'un hypochlorite (eau de Javel, NaClO, hypochlorite de calcium) avec un**	Réactions avec dégagement de substances dangereuses : toxiques, nocives,	-non-respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur	−Décomposition de certains produits à la chaleur forte (chalumeau, soudure,…). − Formation et	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	-Formation du personnel ⌋Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement	- Gants - Masque - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.

	acide, même dilué, (HCl, HNO3, H2SO4, acide acétique…) →dégagement de chlore gazeux, Cl2	corrosives, irritantes, sensibilisantes, inflammables, explosibles, …	humaine	dégagement de substances dangereuses					irréfléchi ou précipité - hotte		
07	**Réaction des vapeurs d'ammoniac NH3 avec les vapeurs d'un acide concentré (HCl) →formation d'abondantes fumées d'un sel d'ammonium (NH4Cl, par ex.).**	Réactions avec dégagement de substances dangereuses : toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, inflammables, explosibles, …	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur humaine	−Décomposition de certains produits à la chaleur forte (chalumeau, soudure,…). − Formation et dégagement de substances dangereuses	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	-Formation du personnel ⌋Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité - hotte	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire -Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.
08	**Action de l'acide nitrique HNO3 sur certains métaux (le cuivre, notamment)**	Réactions avec dégagement simultané de chaleur et de substances dangereuses	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur	− Dégagement de chaleur − Formation de substances dangereuses − Explosion.	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	-Formation du personnel ⌋Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement	PROTECTION - Gants -barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.

	→ dégagement d'oxydes d'azote gazeux, NOx.		humaine						irréfléchi ou précipité - hotte	adaptés	
09	**Action de l'acide sulfurique H2SO4 sur certains métaux (fer, zinc, magnésium) →dégagement d'hydrogène H2 et, lorsque l'acide est concentré et chaud, de dioxyde de soufre gazeux, SO2.**	Réactions avec dégagement simultané de chaleur et de substances dangereuses	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur humaine	− Dégagement de chaleur − Formation de substances dangereuses − Explosion.	Sur site : Personnel, installations	4	3	12	-Formation du personnel ⌋ Permis de feu - Plan de Prévention - Au laboratoire, il faut être attentif et éviter tout comportement irréfléchi ou précipité - hotte	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés.	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.

Analyse Préliminaire des Risques :(les apparais appareils)

Labo d'analyse physico-chimique								DATE : 20/05/2023		
N°	PRODUIT / EQUIPEMENT	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	EVENEMENTS INITIATEURS	PHENOMENE DANGEREUX	P	G	C	INTENSITE - CIBLE POTENTIELLE	BARRIERES DE SECURITE INDEPENDANTES		OBSERVATIONS
01	**Étuve**	-Incendie -Explosion -intoxication	-non respect de précaution de la mesure de sécurité -Erreur organisationnelle -Erreur humaine	-si le produit mis à l'étuve dégage des vapeurs : incendie, explosion, intoxication	2	3	6	Sur site : Personnel, installations	PREVENTION: - Formation de la personne ; - Conformité du matériel ; - Plan de Prévention ; - Les installations sont conformes aux normes CE.	PROTECTION: - Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.
02	**Plaque chauffante**	- Danger surface chaud	-non respect de précaution de la mesure de sécurité ; -Erreur organisationnelle ; -Erreur humaine.	- peut entrainer des brulures par contact direct ou provoquer un incendie si un produit inflammable est à proximité	3	1	5	Sur site : Personnel, installations	- Formation de la personne ; - Conformité du matériel ; - Plan de Prévention ; - Les installations sont conformes aux normes CE.	- Gants - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.
03	**Réfrigérateur**	inflammable	-non respect de précaution de la mesure de sécurité ; -Erreur	-En cas d'émission des vapeurs, une explosion peut être déclenchée par une étincelle produite	2	3	6	Sur site : Personnel, installations	- Formation de la personne ; - Conformité du matériel ; - Plan de	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie

			Organisationnelle ; -Erreur humaine.	par le thermostat ou le dispositif d'éclairage interne -En cas de panne d'alimentation électrique le réchauffement d'un produit peut causer l'éclatement du récipient qui peut être suivi d'une explosion si le produit est inflammable					Prévention ; - Les installations sont conformes aux normes CE.	- Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	susceptible de se propager hors site est écarté.
05	**Bain-marie**	explosion	-non respect de précaution de la mesure de sécurité ; -Erreur organisationnelle ; -Erreur humaine.	-Brulures thermiques, -éclatement des récipients en verre ordinaire, -dégagement de vapeur.	2	3	6	Sur site : Personnel, installations	- Formation de la personne ; - Conformité du matériel ; - Plan de Prévention ; - Les installations sont conformes aux normes CE.	- Gants - barrière des masques FFP - Protection oculaire - Blouses -Déballer en sécurité avec les outils adaptés	Au regard des mesures de protection en place, le risque d'un incendie susceptible de se propager hors site est écarté.

Analyse Préliminaire des Risques :(les produits)

Labo d'analyse physico-chimique					DATE : 20/05/2023						
	PRODUIT / EQUIPEMENT	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	EVENEMENTS INITIATEURS	PHENOMENE DANGEREUX	INTENSITE -CIBLE POTENTIELLE	P	G	C	BARRIERES DE SECURITE INDEPENDANTES		OBSERVATIONS
	Ethanol	Inflammable	- source d'inflammation - Sous l'effet de la chaleur - Il peut réagir vivement avec les oxydants puissants : acide nitrique, acide perchlorique, perchlorates, peroxydes, permanganates, trioxyde de chrome...	-Douleur oculaire, risque neuropsychique, trouble de la mémoire, œdème cutané, risque cancérogène, risque pour la reproduction incendie -	Sur site : Personnel, installations	3	3	9	PREVENTION: -Prendre connaissance de l'étiquetage et de la fiche de données de sécurité du produit (notamment sur les précautions d'emploi et de stockage). -Manipuler en vase clos et à défaut sous hotte aspirante pour éviter l'inhalation de vapeurs. -Se munir systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections,	PROTECTION: Se munir systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections, lunettes de sécurité, gants en caoutchouc butyle ou en néoprène (les gants en caoutchouc naturel, polychlorure de vinyle et polyalcool vinylique sont déconseillés).	En cas d'incendie impliquant l'éthanol, les agents d'extinction préconisés sont les poudres chimiques ou l'eau avec additif ou sous forme de mousse (adjonction d'un émulseur spécial compatible avec les produits polaires) voire le dioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de

									lunettes de sécurité, gants en caoutchouc butyle ou en néoprène (les gants en caoutchouc naturel, polychlorure de vinyle et polyalcool vinylique sont déconseillés)		l'incendie. On pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu peu important ou pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.
02	Acide nitrique	-incendie ; -comburant	-non respect de précaution de la mesure de sécurité ; -Erreur organisationnelle ; -Erreur humaine ; -C'est un acide fort, un oxydant et un comburant ainsi qu'un agent de nitration capable de donner lieu à des réactions violentes.	-Les vapeurs et les aérosols d'acide nitrique sont caustique et peuvent provoque, encas d'exposition à une concentration Suffisant des brulures -L'acide nitrique, les vapeurs et les aérosols d'acide nitrique sont caustiques et peuvent provoquer, en cas d'exposition à une concentration suffisante, des brûlures chimiques de la	Sur site : Personnel, installations	3	3	9	- Aération et assainissement des locaux - Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux) - Prévention des incendies et des explosions	- Se munir systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections, lunettes de sécurité, gants en caoutchouc butyle ou en néoprène (les gants en caoutchouc naturel, polychlorure de vinyle et polyalcool	En cas d'incendie, choisir l'agent d'extinction en fonction des autres produits/matériaux impliqués mais ne pas employer de poudres ou de mousses pouvant réagir avec les acides. Si possible, déplacer les récipients exposés au feu. Refroidir les récipients

				peau, des yeux et des muqueuses respiratoire et digestive						vinylique sont déconseillés). -	exposés ou ayant été exposés au feu à l'aide d'eau pulvérisée.
03	Méthanol	-inflammables -Toxique	-Le méthanol est un liquide facilement inflammable ; -dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air ; - Erreur humaine.	Le méthanol provoque à fortes doses des troubles neurologiques (exc itation, convulsion, paralysie…). Il est légèrement irritant pour les muqueuses oculaires et respiratoires. Le singe est l'animal le plus sensible et peut présenter une cécité en cas d'intoxication aiguë.	Sur site : Personnel, installations	3	3	9	- Aération et assainissement des locaux - Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux) -Formation de la personne	- Se munir systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections, lunettes de sécurité, gants en caoutchouc butyle ou en néoprène (les gants en caoutchouc naturel, polychlorure de vinyle et polyalcool vinylique sont déconseillés).	Les agents d'extinction préconisés sont les mousses spéciales pour liquides polaires, les poudres, le dioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de l'incendie. On pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu peu important ou pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.
04	Chlore	-incendie	- Erreur humaine.	Risques liés	Sur site :	3	2	6	- Formation de la	-- Se munir	En cas

		-comburant -Toxique par inhalation	-Le chlore est faiblement soluble dans l'eau -Le chlore, bien qu'incombustible, va favoriser l'inflammation des matières combustibles environnantes (graisses notamment) en raison de ses propriétés comburantes. -Instable et possédant un fort pouvoir oxydant.	au chlore Le chlore est très réactif: il est oxydant et corrosif. L'inhalation de vapeurs de chlore altère les muqueuses respiratoires. Cela peut entraîner des bronchospasmes et de l'inflammation bronchique évoluant parfois vers la broncho constriction.	Personnel, installations				personne -- Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux) - hotte	systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections, lunettes de sécurité, gants en caoutchouc butyle ou en néoprène (les gants en caoutchouc naturel, polychlorure de vinyle et polyalcool vinylique sont déconseillés).	d'incendie, choisir l'agent d'extinction en fonction des autres produits/matériaux impliqués. Si possible, déplacer les bouteilles de chlore exposées au feu. Sinon, refroidir les récipients exposés ou ayant été exposés au feu à l'aide d'eau pulvérisée depuis une zone protégée. Prévenir les secours extérieurs de la présence de ces contenants sous pression.

Conclusion générale :

L’objectif initial de notre travail vise à améliorer la complétude de L’APR, en utilisant le retour d’expérience à travers les ingénieurs de laboratoire et l’étiquetage des produits chimique disponible.

Cette méthode doit être utilisée à chaque fois qu'une modification majeure intervient dans le laboratoire afin d'identifier en amont les risques potentiellement générés ou aggravés et mettre en œuvre les actions de prévention qui en entraîneront.

APR permettant d’aider et d’assister les ingénieurs de laboratoire du domaine et en particulier les étudiants dans leur tâche cruciale ; d’analyse et d’évaluation de la complétude et de la cohérence des analyses des risques lors de travail.

Notre laboratoire reste loin des normes nationale de prévention et de sécurité, on a constaté plusieurs lacunes comme :

- Manque Douchette combinée corporelle et oculaire.
- La porte doit être de type issu de secours avec une poignée d'anti panique.
- Les fenêtres doit être avec ouverture Complete.
- L’aération en bas et en haute de la porte d’entrée de laboratoire.
- La haute doit avoir une aération libre avec l’extérieur.
- La dotation des ingénieurs et les étudiants doit être de qualité et normalisé.

Bibliographie

Bibliographie:

[01] : SUPS'AGRO : La sécurité au laboratoire cours théorique, p10, 2010.

[02] : Isabelle PERNIN-WETZEL : La sécurité en travaux pratiques, pp 02-06,

[03] : INRS : Manipulation dans les laboratoires de chimie risque et prévention, p 04, 2e édition, 2005

[04] : Marison LE COZ & Simon MERLAND & Benoit MINARY : Stockage – chargement / déchargement de matière dangereuse, pp 11-12, 2005

[05] : Anonyme : Santé sécurité pays de la Loire, guide pratique d'évaluation et de prévention de risque chimique en entreprise, pp15-16, 2013.

[06] : INRS : Manipulation dans les laboratoires de chimie risque et prévention, p 06, 2e édition, 2006

[07] : INRS : Étiquettes des produits chimiques, p 04, 1e édition, 2008.

[08] : VASSIAUX F : La chimie en TUT et BTS, p 209, 2008.

[09] : INRS, Stockage et transport des produits chimiques dangereux, 11-12, 3e édition, 2009.

[10] : Centre de Gestion FPT de Belfort – Service Prévention, Le stockage des produits, P 03, 2012.

[11] : IDDER Mohammed Abdalhak, Manuel pratique des manipulations chimiques au laboratoire : illustrations et modes opératoires pédologiques, P 33-35, 2015.

[12] :guide-produits-dangereux (2).PDF .

[13]: MargossianNichan:Aide-Mémoirerisquechimique,p131,2007.

[14]:https://www.prevent.be/fr/banque_de_connaissance/r%C3%A9actions-chimiques-dangereuses, 10 avril2017.

Annexe 01

Arrêté du 2 Safar 1437 correspondant au 14 novembre 2015 modifiant l'arrêté du 25 Joumada El Oula 1434 correspondant au 7 avril 2013 portant nomination des membres du conseil d'administration de la pépinière d'entreprises dénommée « Incubateur de Sidi Bel Abbès ».

———

Par arrêté du 2 Safar 1437 correspondant au 14 novembre 2015, la liste des membres du conseil d'administration de la pépinière d'entreprises dénommée « Incubateur de Sidi Bel Abbès » fixée par arrêté du 25 Joumada El Oula 1434 correspondant au 7 avril 2013 portant nomination des membres du conseil d'administration de la pépinière d'entreprises dénommée « Incubateur de Sidi Bel Abbès » est modifiée comme suit :

« — Mebarki Abdelkader, représentant du ministre de l'industrie et des mines, président.

..... (Le reste sans changement)..... ».

———★———

Arrêté du 2 Safar 1437 correspondant au 14 novembre 2015 modifiant l'arrêté du 25 Joumada El Oula 1434 correspondant au 7 avril 2013 portant nomination des membres du conseil d'administration de la pépinière d'entreprises dénommée « Incubateur de Mila ».

———

Par arrêté du 2 Safar 1437 correspondant au 14 novembre 2015, la liste des membres du conseil d'administration de la pépinière d'entreprises dénommée « Incubateur de Mila » fixée par arrêté du 25 Joumada El Oula 1434 correspondant au 7 avril 2013 portant nomination des membres du conseil d'administration de la pépinière d'entreprises dénommée « Incubateur de Mila » est modifiée comme suit :

« — Beltoum Boualem, représentant du ministre de l'industrie et des mines, président.

..... (Le reste sans changement)..... ».

MINISTERE DE L'ENERGIE

Arrêté interministériel du 13 Safar 1437 correspondant au 25 novembre 2015 fixant la liste et la classification des matières et produits chimiques dangereux.

———

Le ministre de l'énergie,

Le ministre de l'industrie et des mines,

Vu le décret présidentiel n° 15-125 du 25 Rajab 1436 correspondant au 14 mai 2015, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 03-451 du 7 Chaoual 1424 correspondant au 1er décembre 2003, modifié et complété, définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression, notamment son article 2 ;

Vu le décret exécutif n° 07-266 du 27 Chaâbane 1428 correspondant au 9 septembre 2007 fixant les attributions du ministre de l'énergie et des mines ;

Vu le décret exécutif n° 14-241 du Aouel Dhou El Kaâda 1435 correspondant au 27 août 2014 fixant les attributions du ministre de l'industrie et des mines ;

Arrêtent :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 2 du décret exécutif n° 03-451 du 7 Chaoual 1424 correspondant au 1er décembre 2003, modifié et complété, susvisé et sur proposition du comité technique des matières et produits chimiques dangereux, le présent arrêté a pour objet de fixer la liste et la classification des matières et produits chimiques dangereux.

Art. 2. — La liste citée à l'article 1er ci-dessus, est annexée à l'original du présent arrêté, elle indique pour chaque matière ou produit chimique dangereux son numéro d'identification selon la classification de l'Organisation des Nations-Unies et sa classe de risque principal telle que définie à l'article 3 ci-dessous.

Art. 3. — Les classes de risque des produits sont classées comme suit :

Classe I

Matières explosives

Risque principal : Explosion d'une matière qui n'est pas elle-même explosible mais qui peut former un mélange explosible de gaz, vapeurs ou poussières et n'est pas incluse dans la classe I.

Classe II

Gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression

Risque principal : Gaz normalement sous pression ou liquéfié à la température ambiante ou par réfrigération à très basse température. Ces gaz généralement confinés dans des enceintes à parois plus ou moins épaisses et sous pression peuvent, exploser en cas d'échauffement anormal (incendie), même s'ils ne sont pas de nature inflammable ; par ailleurs, toute matière vivante entrant en contact avec un gaz liquéfié est instantanément gelée (solidifiée). Les classes sont subdivisées en trois sous-classes.

Sous-classe II.1 : Gaz inflammables (pouvant être toxiques ou non toxiques).

Sous-classe II.2 : Gaz non inflammables et toxiques.

Sous-classe II 3 : Gaz toxiques (pouvant être inflammables et non inflammables).

Classe III

Matières liquides inflammables

Risque principal : Inflammabilité. Cette classe comprend des liquides, des mélanges de liquides ou des liquides contenant des matières solides en suspension