



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

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de sécurité industrielle et environnement
MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité industrielle
Spécialité : Sécurité industrielle et environnement

Thème

**La sécurité dans les laboratoires
scientifiques**

Présenté et soutenu publiquement par :

Nom et Prénom :

Masraoui Kamel et Ouyahia Omar

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Benomar Fatima	MAA	SIE	Président
Arbi Maachia	MCB	SIE	Encadreur
Aouimer Yamina	MAA	SIE	Examineur

Année 2022/2023

Remerciement

Nous souhaitons exprimer nos remerciements en premier lieu à Dieu "Allah", le Tout-Puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'Il nous a accordées pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier sincèrement Mme ARBI, notre directrice de mémoire, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils judicieux, qui ont grandement contribué à l'achèvement de ce travail.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers nos deux familles, nos professeurs, nos camarades et toutes les personnes qui nous ont aidés à mener ce mémoire à son terme.

Dédicace

Nous adressons ce mémoire :

À nos parents, dont le soutien constant et l'affection inébranlable ont accompagné chaque étape de notre parcours académique et professionnel. Leur confiance en nos capacités a été une véritable source de motivation pour concrétiser nos objectifs et réussir cette étape essentielle de notre vie.

À Mme ARBI, pour son soutien indéfectible et ses conseils avisés tout au long de l'élaboration de ce travail. Ses encouragements et son expertise ont grandement contribué à l'atteinte de notre objectif.

Et à tous ceux qui valorisent le travail bien fait et font face aux obstacles de la vie sans reculer.

Résumé

Ce mémoire se concentre sur l'étude et l'amélioration de la sécurité dans les laboratoires scientifiques. Les laboratoires scientifiques sont des environnements complexes et dynamiques où des substances potentiellement dangereuses sont manipulées et des expériences innovantes sont menées. La sécurité est d'une importance primordiale pour prévenir les accidents, protéger les travailleurs et assurer l'intégrité des recherches.

Dans ce travail, une analyse approfondie des risques liés à la sécurité dans les laboratoires est réalisée. Les principales menaces identifiées comprennent la manipulation inappropriée de produits chimiques, les risques physiques et les risques liés à la manipulation d'agents biologiques, les dangers électriques, les incendies, les fuites de gaz. Chacune de ces menaces est étudiée en détail, en examinant les facteurs contributifs et les conséquences potentielles.

En se basant sur cette analyse des risques, des recommandations et des mesures d'amélioration sont proposées. Celles-ci incluent l'élaboration de protocoles de sécurité détaillés pour chaque tâche spécifique, la formation régulière des employés sur les pratiques de sécurité, l'utilisation d'équipements de protection individuelle adéquats, les bonnes pratiques dans les laboratoires et l'installation de systèmes d'extinction d'incendie, ainsi que la mise en place de procédures d'urgence claires.

Abstract

This thesis focuses on the study and improvement of safety in scientific laboratories. Scientific laboratories are complex and dynamic environments where potentially hazardous substances are handled, and innovative experiments are conducted. Safety is of paramount importance to prevent accidents, protect workers, and ensure the integrity of research.

In this work, an in-depth analysis of safety risks in laboratories is conducted. The main threats identified include improper handling of chemicals, physical risks, risks related to the handling of biological agents, electrical hazards, fires, and gas leaks. Each of these threats is explored in detail, examining contributing factors and potential consequences.

Based on this risk analysis, recommendations and improvement measures are proposed. These include the development of detailed safety protocols for each specific task, regular employee training on safety practices, the use of appropriate personal protective equipment, good laboratory practices, the installation of fire suppression systems, and the establishment of clear emergency procedures.

الملخص

تركز هذه المذكرة على دراسة وتحسين السلامة في المختبرات العلمية. تعتبر مختبرات العلوم بيئات معقدة وديناميكية حيث يتم التعامل مع المواد التي يحتمل أن تكون خطيرة ويتم إجراء تجارب مبتكرة. تعتبر السلامة ذات أهمية قصوى في هذا العمل، يتم إجراء تحليل متعمق لمخاطر السلامة في. لمنع الحوادث وحماية العمال وضمان نزاهة البحث

المختبرات. تشمل التهديدات الرئيسية التي تم تحديدها المعالجة غير المناسبة للمواد الكيميائية ، والمخاطر المادية والمخاطر المتعلقة بالتعامل مع العوامل البيولوجية ، والمخاطر الكهربائية ، والحرائق ، وتسرب الغاز. يتم استكشاف كل من هذه التهديدات بالتفصيل ، ودراسة العوامل المساهمة والعواقب المحتملة

بناءً على تحليل المخاطر هذا، يتم اقتراح توصيات وتدابير تحسين. وتشمل هذه تطوير بروتوكولات سلامة مفصلة لكل مهمة محددة ، والتدريب المنتظم للموظفين على ممارسات السلامة ، واستخدام معدات الحماية الشخصية المناسبة ، والممارسات الجيدة في المختبرات وتركيب أنظمة إطفاء الحرائق ، وكذلك إنشاء حالة طوارئ واضحة الإجراءات.

Tables des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Tables des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

Tables des matières

Introduction générale.....	1
<i>Chapitre 01 : Consigne générale d'hygiène et les risques dans laboratoire.</i>	3
1. Rappel sur la notion de risque en laboratoire :.....	4
1.1 La sécurité commence par la prévention =Hygiène :.....	4
1.2 Comprendre les notions de base (danger, risque) :	4
2.2 Le rôle de laboratoire scientifique :	6
3. Les types de risques dans les laboratoires :	7
3.1 Les Risques physiques :	7
3.1.3 Cryogénie-Azote liquide :	8
3.1.4 Danger électrique :	8
3.1.5 Rayonnement non ionisant (laser, UV et micro-ondes) :	8
3.1.6.1 Chaleur :	9
3.1.6.2 Froid :	9
3.1.7 Bruit :	9
3.1.8 Pression ou vide :	10
3.2.1 Classification des produits chimiques dangereux :	11
3.2.1.2 Produits chimiques sous pression :	11
3.2.1.5 Produits chimiques dangereux pour la santé :	13
3.3. Les risques biologiques :	13
3.3.1. Les matières infectieuses :	13
3.3.2 Les groupes de risques (GR) et les niveaux de confinement (NC) :.....	14
3.3.3 Risque d'infection :	15
<i>Chapitre 02 : Equipements de protection individuelle</i>	17
1. Les équipements de protection individuelle (EPI)	18
2. Types d'équipements de protection individuelle (EPI)	18

2.1 Protection du visage :	18
2.1.1 Lunettes de protection :	18
2.1.2 Écran de protection.....	19
2.1.4 Masque de soudage :	20
2.2 La protection du corps :	20
2.2.1 Sarrau de laboratoire :	20
2.2.2 Vêtement de travail :	22
2.2.3 Tablier	23
2.2.4 Protection des mains.....	24
2.2.5. Protection des pieds:.....	27
2.2.5.1. Chaussures de sécurité :.....	27
2.2.3. La protection auditive:.....	28
2.3.1 Bouchons d'oreille ou serre-tête antibruit :.....	28
.....	28
2.3.2 Protection respiratoire:	28
2.4 Enceintes de sécurité biologique :	30
2.5 Équipement de sécurité en laboratoire.....	31
2.5.1 Douche oculaire et douche d'urgence :	31
2.5.2 Trousse de premiers soins selon l'Article R4224-14 du code du travail	32
2.5.3 Extincteurs.....	32
3. Equipement de confinement primaire.....	34
3.1 Hotte.....	34
<i>Chapitre 03 : Les bonnes pratiques du laboratoire.</i>	36
1. Les bonnes pratiques de laboratoire	37
4. Les principes des BPL.....	38
5. Les recommandations des BPL	39
6. Consignes de sécurité générales de laboratoires	40
6.1 Information.....	40
6.2 Usage approprié des laboratoires.....	41
6.3 Réalisation d'expériences et exécution du travail.....	41
6.4 Sortie du laboratoire	43
7. Avant d'entreprendre des travaux :	43
8. Contrôles d'ingénierie et équipement de laboratoire	44
8.1 Les hottes	44
8.1.1 Les différents types de filtres d'une hotte de laboratoire :	44
8.1.2 Règles générales concernant les hottes de laboratoire	45
8.2 Boîtes à gants	46
8.3 Boucliers de sécurité	47
8.4 Armoires de rangement ventilées	47

8.5 Armoires à gaz comprimé	48
8.6 Ventilation de laboratoire	48
9. Règlements d'éclairage, de température et de bruit	51
9.1 Éclairage.....	51
9.2 Température	51
9.3 Bruit	51
10. Règles bases de laboratoires	51
<i>Chapitre 04 : Gestion des situations d'urgences accidentelles</i>	53
Introduction.....	54
1. Plan d'urgence.....	55
2. Premières Consignes générales en cas d'urgence selon l'OMS, (2005)	55
3. Procédure à suivre lors l'utilisation des produits dangereux.....	55
3.1 En cas de déversement des produits chimiques	55
4. En cas de projection des produits chimiques:	56
5. En cas de déversement des produits biologiques	57
6. En cas de projection des produits biologiques	58
6.1 En cas de projection de produit biologique dans l'œil.....	58
7. Procédure à suivre lors d'Incendie et Fumée	59
7.1 Laboratoire en feu	59
7.2 Personne en feu	59
8. Procédure à suivre lors d'accident dû à l'électricité.....	60
9. Procédure à suivre lors fuites de gaz et odeurs inconnues	61
9.1 Fuite de gaz naturel	61
9.2 Fuite de gaz comprimé	61
10. Consignes de sécurité en cas de coupure, malaise ou blessure	62
10.1 En cas de coupure.....	62
10.2 En cas d'inconscience, convulsions, évanouissement, difficulté à respirer	62
11. Procédure d'évacuation selon l'OMS,(2005)	63
Conclusion	64
Références bibliographiques	65

Liste des tableaux :

Tableau 1: Produits chimiques inflammables et combustibles	12
Tableau 2: Les principales caractéristiques de chacun des quatre groupes de risques	14
Tableau 3: Protection des yeux et du visage.....	20
Tableau 4: types de gants.	26
Tableau 5: Types des masques	29
Tableau 6: Les différentes classes d'enceintes de sécurité biologique.....	31

Liste des figures :

Figure 1: Schéma du risque	5
Figure 2: Catégorie les protecteurs oculaires.....	19
Figure 3: Masque de soudage	20
Figure 4: Sarrau de laboratoire	21
Figure 5: Vêtement de travail.....	22
Figure 6: Blouse de laboratoire (a) et tablier (b).....	23
Figure 7: Chaussures à embout d'acier et couvre-chaussures	28
Figure 8: Bandeau/casque antibruit et bouchon d'oreille	28
Figure 9: Douche d'urgence et douche oculaire	32
Figure 10: Trousse de premiers soins selon l'Article R4224-14 du code du travail.....	32
Figure 11: Extincteurs à gaz	33
Figure 12: Extincteurs à poudre	33
Figure 13: Extincteurs à eau	34
Figure 14: Modélisation de laboratoire.....	39
Figure 15: Effet du placement du matériau : (de gauche à droite) mauvais placement, bon placement, meilleur placement.	46
Figure 16: Armoires adaptées au stockage de produits chimiques acides- basiques ou solides (à gauche) et armoires adaptées au stockage de produits chimiques combustibles.	48
Figure 17: Armoire à gaz comprimé.....	48
Figure 18: déversement des produits chimiques.	56
Figure 19: Laboratoire en feu	59

Liste d'abréviations :

EPI: Equipements de protection individuelle.

UV: Ultraviolet.

SIMDUT: Système d'identification des matières dangereuses utilisées au travail.

SGH: Système général harmonisé.

FDS: Fiche de données de sécurité.

ADN: Acide désoxyribonucléique.

NC: Niveau de confinement.

GR: Groupes des risques.

HIV: Virus de l'immunodéficience humaine.

CSA: Canadian Standards Association.

ESB: Enceintes de sécurité biologique.

HEPA: High efficiency particulate air.

ULPA: Ultra-low particulate air.

EPA: Efficient particulate air.

AFNOR: Association française de normalisation.

QSE: Qualité, Sécurité et Efficacité.

OCDE: Organisation de coopération et de développement économique.

ISO: Organisation internationale de normalisation.

LIE: limite inférieure d'explosivité.

RCR: réanimation cardio-respiratoire.

Introduction générale

Les laboratoires scientifiques jouent un rôle essentiel dans la recherche et le développement de nouvelles connaissances et technologies. Cependant, ces environnements de travail peuvent comporter des risques significatifs pour la santé et la sécurité des personnes qui y travaillent, ainsi que pour l'environnement. Par conséquent, la sécurité en laboratoire scientifique est d'une importance capitale pour minimiser les accidents, prévenir les incidents et garantir un environnement de travail sûr et productif.

Cette recherche vise à examiner les pratiques actuelles de sécurité en laboratoire scientifique, en mettant l'accent sur la prévention des risques et la promotion d'une culture de sécurité. L'objectif principal de ce mémoire est de proposer des mesures et des recommandations pour améliorer la sécurité dans ces environnements complexes.

La première partie de ce mémoire se concentrera sur l'identification des risques. Cela implique une analyse approfondie des substances chimiques et biologiques utilisées, des équipements de laboratoire, des procédures de manipulation et des installations. En identifiant les dangers potentiels et en évaluant les risques associés, il sera possible de mettre en place des mesures de prévention et de contrôle appropriées.

La deuxième partie abordera l'utilisation adéquate des équipements de protection individuelle (EPI), la gestion des produits chimiques, la manipulation sécuritaire des équipements

La troisième partie mentionne les protocoles de sécurité et les bonnes pratiques de travail en laboratoire. Cela inclura la formation et la sensibilisation des employés aux procédures de sécurité.

La quatrième partie mettra l'accent sur la gestion des situations d'urgence. Des plans d'urgence clairs et des procédures de réponse aux incidents seront développés pour faire face aux accidents, aux fuites chimiques, aux incendies et autres situations potentiellement dangereuses. L'importance de la formation du personnel à la gestion des situations d'urgence sera soulignée.

Enfin, cette recherche abordera la promotion d'une culture de sécurité en laboratoire. Il est essentiel d'encourager une prise de conscience continue des risques, de favoriser une communication ouverte et transparente entre les membres de l'équipe, et de promouvoir des comportements sécuritaires au sein du laboratoire. Des initiatives telles que des

inspections régulières, des audits de sécurité et des programmes de récompenses pour la sécurité pourront être envisagées pour renforcer cette culture de sécurité.

***Chapitre 01 :
Consigne générale
d'hygiène et les
risques dans
laboratoire.***

1. Rappel sur la notion de risque en laboratoire :

1.1 La sécurité commence par la prévention =Hygiène :

Hygiène, c'est l'ensemble des moyens collectifs ou individuels, les principes et les pratiques visant à préserver ou à favoriser la santé. Il en est ainsi des mesures préventives à mettre en œuvre dans le cadre de la lutte contre les maladies contagieuses. Par exemple; on cite, dans un laboratoire:

- Exécution des contrats de nettoyage.
- Interdiction de prendre des repas dans le laboratoire.
- Aération des locaux de travail.

Cependant, faire de la prévention, c'est donc réduire les risques, car en pratique, la suppression totale d'un risque est impossible.

- Toute personne a sa part de responsabilité = Sécurité

La sécurité peut être résumée comme:

- C'est la situation dans laquelle quelqu'un ou quelque chose n'est exposée à aucun danger et à aucun risque d'agression physique ou d'accident.
- C'est l'état de ce qui inspire confiance, l'absence d'accident soude risque inacceptable.
- C'est l'ensemble des mesures de prévention et de secours nécessaires en toutes circonstances à la sauvegarde du personnel de laboratoire.
- La sécurité n'est pas l'affaire d'un spécialiste, mais celle de chacun.
- Chacun est responsable de sa sécurité et celle des personnes qu'ils entourent.
- La sécurité est avant tout une affaire de comportement individuel, à tous les niveaux, en commençant par les responsables de laboratoire.

Ainsi, chacun des membres de la communauté universitaire qui utilise ou a sous sa responsabilité des matières dangereuses doit les entreposer, les transporter, les utiliser et les éliminer dans le respect des lois et règlements en vigueur de façon à assurer sa propre santé, sécurité et intégrité physique, de même que celles de ses collègues, protéger l'environnement et ne pas nuire aux organismes vivants.

1.2 Comprendre les notions de base (danger, risque) :

À l'origine de tout accident, même mineur, il existe un danger, qui, sous certaines

conditions, conduit aux accidents. Dans ce paragraphe, on présente les notions de risque, de danger et de facteurs de risques. On tente, en les présentant parallèlement, de tisser une réflexion sur ce qui les rapproche plus que sur ce qui les oppose.

Dans leur acception courante ou en fonction des domaines d'application, danger, risque et aléa se confondent totalement ou partiellement. L'accident est défini comme un événement imprévu et soudain, ayant entraîné des dégâts corporels et matériels (OMS, 2009). Les dégâts provoqués peuvent être plus ou moins importants, à caractère temporaire ou permanent.

Le **danger** ou phénomène dangereux, est la propriété ou capacité intrinsèque par laquelle une chose (par exemple : matières, matériel, méthodes et pratiques de travail) est susceptible de causer un dommage (une lésion ou une atteinte à la santé). Le danger est donc une « cause capable de provoquer un dommage » (sur une cible ou un enjeu).

Le **risque** est la probabilité que le dommage potentiel se réalise dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition et l'ampleur éventuelle du dommage.

«Le danger est un état, le risque est une mesure»

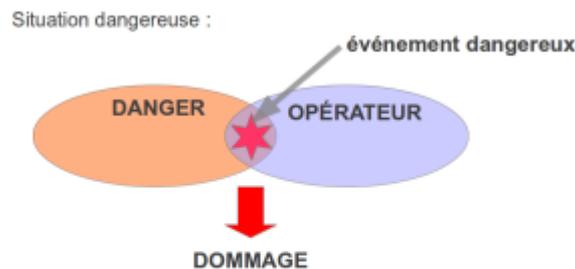


Figure 1: Schéma du risque

Les facteurs de risques sont des éléments qui peuvent augmenter ou diminuer la probabilité de survenance d'un accident ou la gravité d'un événement. Les facteurs de risques complètent l'équation:

$$\text{Risque} = \text{gravité du danger} \times \text{fréquence d'exposition}$$

Dans le présent contexte, quand on parle d'exposition, il s'agit du contact entre le danger et une personne, pouvant dès lors entraîner un dommage. Sans exposition, pas de possibilité

de dommage. Le risque est donc la probabilité que quelqu'un soit atteint par un danger.

2. Laboratoires scientifiques :

Un laboratoire scientifique est une installation qui fournit des conditions contrôlées dans lesquelles des recherches scientifiques ou technologiques, des expériences et des mesures peuvent être effectuées. Les laboratoires se trouvent dans une variété d'environnements tels que : les écoles, les universités, les instituts de recherche privés, les installations de recherche et d'essai d'entreprise comme celles que l'on trouve dans les entreprises pharmaceutiques et pétrochimiques, les centres gouvernementaux d'enquête réglementaire et médico-légale, les cabinets de médecins, les cliniques, les hôpitaux, les centres régionaux et centres nationaux de référence, et même occasionnellement des résidences personnelles.[2]

2.1 Aperçu :

L'organisation et le contenu des laboratoires sont déterminés par les différentes exigences des spécialistes qui y travaillent. Un laboratoire de physique peut contenir un accélérateur de particules ou une chambre à vide, tandis qu'un laboratoire de métallurgie peut avoir des appareils pour couler ou affiner les métaux ou pour tester leur résistance. Un chimiste ou un biologiste peut utiliser un laboratoire humide, tandis que le laboratoire d'un psychologue peut être une pièce avec des miroirs sans tain et des caméras cachées dans lesquelles observer le comportement. Dans certains laboratoires, comme ceux couramment utilisés par les informaticiens, les ordinateurs (parfois des superordinateurs) sont utilisés soit pour des simulations, soit pour l'analyse de données. Les scientifiques d'autres domaines utiliseront encore d'autres types de laboratoires. Les ingénieurs utilisent également des laboratoires pour concevoir, construire et tester des dispositifs technologiques.

Les laboratoires scientifiques peuvent être trouvés comme salles de recherche et espaces d'apprentissage dans les écoles et les universités, l'industrie, le gouvernement ou les installations militaires, et même à bord des navires et des engins spatiaux.[3]

2.2 Le rôle de laboratoire scientifique :

Le laboratoire propre est créé sur proposition de l'établissement conformément aux besoins exprimés dans le projet de l'établissement, il a pour objectif principal d'exécuter des activités de recherche scientifique et de développement technologique inscrites dans le projet

De développement de l'établissement de rattachement. Le laboratoire de recherche a aussi pour rôle de :

- Contribuer à la formation, à l'acquisition, à la maîtrise et au développement de nouvelles connaissances scientifiques et technologiques
- Réaliser des études et des travaux de recherche et d'assurer la promotion et la diffusion des résultats de sa recherche ;
- Répondre à des besoins socio-économiques en relation avec son objet.[4]

3. Les types de risques dans les laboratoires :

À l'origine de tout accident il existe un ou plusieurs dangers et, lorsque les nombreux paramètres sont réunis, le danger donne naissance à un accident. Le caractère imprévu ou fortuit de cet événement soudain s'explique par le nombre et la complexité des paramètres qui déterminent le passage de la situation de danger à l'accident .

3.1 Les Risques physiques :

Ce sont les risques dus aux ambiances de travail (ambiance thermique, ambiance sonore, les vibrations, ambiance lumineuse) et les risques dus aux rayonnements (rayonnements ionisants, rayonnements ultra-violet et infrarouges, ondes électromagnétiques).

Dangers et précautions dans les laboratoires impliquant des travaux de chimie :

Ozoneur : Risques liés à l'utilisation de l'ozone, notamment des risques chimiques et pour la santé en cas d'exposition prolongée ou à des concentrations élevées. Les précautions consistent à ventiler correctement la zone, à utiliser des systèmes de filtration appropriés et à suivre les procédures de sécurité spécifiques à l'ozone.

Dangers et précautions dans les laboratoires impliquant des travaux de nature biologique :

- Verrerie : Les risques chimiques liés à l'utilisation de produits chimiques peuvent également s'appliquer ici, car certains produits chimiques peuvent être utilisés en laboratoire biologique. Les précautions sont les mêmes que celles mentionnées précédemment.
- Malaxeurs, mélangeurs, broyeurs, appareils à ultrasons : Risque de dispersion de substances biologiques potentiellement infectieuses lors du mélange, du broyage ou de l'utilisation d'appareils à ultrasons. Les précautions comprennent l'utilisation de contenants appropriés, le port d'EPI, l'utilisation de hottes de sécurité biologique et le respect des protocoles de manipulation sûre des substances biologiques.
- Centrifugeuses, microtomes, appareil d'électrophorèse : Risques liés à l'utilisation de ces équipements, tels que des blessures causées par des pièces mobiles ou le contact avec des substances biologiques. Les précautions incluent l'entretien régulier des équipements, l'utilisation d'EPI, le respect des protocoles de sécurité et la formation adéquate des utilisateurs.

Dangers et précautions dans les laboratoires/ateliers en général :

- Pièces en mouvement, angles rentrants : Risque de blessures causées par les pièces mobiles des équipements et les angles rentrants des structures. Des protecteurs et des dispositifs de protection doivent être mis en place pour prévenir les accidents. Il est important de maintenir les équipements en bon état, de signaler les problèmes de sécurité et de sensibiliser les travailleurs aux risques potentiels.
- Formes dangereuses (tranchantes, pointues ou rugueuses) : Risque de coupures, de piqûres ou de blessures causées par des objets ou surfaces tranchants, pointus ou rugueux présents dans le laboratoire ou l'atelier. Les précautions consistent à manipuler ces objets avec précaution, à utiliser des outils appropriés

3.1.2 Gaz sous pression :

Il y a un risque d'explosion lorsqu'une bouteille de gaz comprimé est chauffée ou endommagée. Un cylindre de gaz peut devenir un projectile hautement dangereux en cas de rupture accidentelle de la valve. Une libération rapide de gaz peut perforer la peau, créer une embolie, rendre l'atmosphère déficiente en oxygène, intoxiquer et peut nécessiter une mesure d'évacuation.^[5]

3.1.3 Cryogénie-Azote liquide :

L'azote et l'hélium liquide sont des gaz inertes qui, mélangés à l'air d'une pièce, réduisent sa proportion d'oxygène. Contrairement aux idées reçues le risque d'hypoxie et d'asphyxie représente les risques principaux des liquides cryogéniques ! Typiquement, l'évaporation lente de ces liquides dans des milieux clos réduit progressivement le niveau d'oxygène augmentant petit à petit le risque de perdre connaissance. Une fois inconscient à terre et sans secours, le risque de décès par asphyxie est maximum.^[6]

3.1.4 Danger électrique :

La tension de 120 V que l'on retrouve dans tous les laboratoires est suffisante pour créer des blessures allant du simple choc électrique (électrisation) à l'électrocution (mort). L'homme, étant conducteur d'électricité, peut être exposé à ce danger lorsqu'un appareil électrique présente une exposition de ses parties sous tension (perte de son isolation) ou une fuite de courant.^[7]

3.1.5 Rayonnement non ionisant (laser, UV et micro-ondes) :

Le rayonnement est l'émission d'une énergie à partir de sa source. Dans le cas d'un rayonnement non ionisant, l'énergie n'est pas suffisante pour ioniser les atomes ou les molécules.

3.1.5.1 Laser : [8]

Les lasers sont caractérisés par un rayon étroit et ciblé, ce qui permet d'envoyer une grande quantité d'énergie sur une petite surface. Le principal risque associé aux lasers est une blessure oculaire. Il existe sept catégories de lasers: classe1, 1M, 2,2M, 3R, 3B et 4.

3.1.5.2 Ultraviolet(UV) :

Les risques associés à l'utilisation de lampes UV ou toute autre source de rayons UV sont la blessure oculaire et le dommage cutané. À titre comparatif, la lumière du soleil contient environ 5 % de rayons UV.

3.1.5.3 Micro-ondes :

Les micro-ondes servent à chauffer la matière par agitation des molécules d'eau ou toute molécule polaire. Le risque principal est associé à l'exposition à la chaleur. Les réactions chimiques conduites sous conditions micro-ondes doivent être effectuées uniquement dans des réacteurs spécifiques à cette fin.

3.1.6 Températures extrêmes :

3.1.6.1 Chaleur :

Il y a un risque de brûlures lors de la manipulation d'objet chaud ou d'une flamme; portez des gants résistants à la chaleur et tout autre EPI jugé nécessaire. Il y a un risque d'hyperthermie lors de travail en ambiance chaude. Prendre des pauses régulièrement et boire beaucoup d'eau. [9]

3.1.6.2 Froid :

Il y a un risque de brûlure par le froid lors de manipulation d'objet à basse température et de liquide cryogénique ; portez des gants thermaux, tout vêtement et EPI nécessaire. Il y a un risque d'hypothermie lors d'exposition prolongée au froid. [10]

Laboratoires impliquant des travaux de chimie:

- Bain-marie, bain d'huile (une huile surchauffée peut s'enflammer; de l'eau dans un bain d'huile chaude cause des projections violentes)
- Liquide cryogénique et cryostat
- Lyophilisateur
- Four, plaque chauffante (chaleur des objets)
- Chauffage réactionnel, distillation

Laboratoires impliquant des travaux de nature biologique:

- Bain-marie, plaque chauffante, four (chaleur des objets)
- Autoclave (chaleur des objets et vapeur dégagée)
- Liquide cryogénique et cryostat, congélateur
- Lyophilisateur

3.1.7 Bruit : [11]

À 75 dBa .Bien que dans la plupart des laboratoires ce niveau soit inférieur à cette limite, il ne faut pas oublier Un niveau de bruit supérieur à 85 dBa requiert une protection auditive. Dans un tel environnement, on doit crier pour se parler à une distance d'un mètre. La dose de bruit sécuritaire pour 8 heures de travail serait inférieure à qu'un environnement de travail bruyant peut affecter la concentration, la communication et la qualité du milieu de travail. Il ne faut donc pas banaliser l'impact qu'a le bruit sur la santé et la sécurité.

Lorsqu'il en est possible, toujours prendre les mesures nécessaires pour éliminer ou réduire la source de bruit (entretien des équipements, substitution d'équipement, éloigner la source de bruit des aires de travail, etc.).

3.1.8 Pression ou vide :

Toute manipulation impliquant un équipement ou de la verrerie sous pression (ou vide) présente un risque de projection et d'éclaboussure. De plus, les changements brusques de pression peuvent entraîner des variations rapides de température.

Laboratoires impliquant des travaux de chimie et de nature biologique:

- Dessiccateurs sous vide • Pompes à vide • Distillations • Lyophilisateurs

3.2. Les risques chimiques :

C'est l'ensemble des situations dangereuses impliquant des produits chimiques, qu'ils soient d'origine naturelle ou fabriqués, utilisés ou émis sous différentes formes (solide, poudre, liquide, gaz, poussière, fumée, brouillard, particules, fibres...) dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition.

Tous les laboratoires ont été classifiés selon un niveau de risque chimique allant de 1 à 4. Cette classification sert principalement à déterminer la priorité des activités de prévention, mais permet également aux utilisateurs de cibler le ou les risques présents.^[12]

Risque1:Faible

Laboratoires possédant peu de produits chimiques, en faibles volumes.

- Génie industriel • LMEM • Physique • Sciences de l'exercice

Risque2:Moyen

Laboratoires possédant une petite armoire de produit chimique et utilisant des gaz inertes. Aucun gaz inflammable, toxique ou corrosif n'est utilisé.

- Génie mécanique • Biochimie • Écologie • Criminalistique • CEGEP-Innofibre
- CRML • GRBV • Biologie médicale • Anatomie • GRN • Psychologie

Risque3:Élevé

Laboratoires possédant des armoires de sécurité de 205L pour les liquides inflammables ou l'équivalent en volume de produit dangereux divers. Laboratoires possédant des gaz comprimés inflammables, toxiques et corrosifs.

Laboratoires contenant une quantité importante de gaz inerte ou de liquide cryogénique.

- Génie chimique • IRH • Chimie • RIVE • GROEM • Arts plastiques

Risque4:Très élevé

Laboratoires possédant les mêmes caractéristiques du niveau de risque3 et ayant des conditions de travail et d'environnement plus dangereux

3.2.1 Classification des produits chimiques dangereux :

3.2.1.1 Le SIMDUT et le SGH : ^[13]

La formation sur le Système d'Identification des Matières Dangereuses Utilisées au Travail (SIMDUT) est obligatoire pour toute personne qui a à manipuler, même à l'occasion, des matières dangereuses.

Le SIMDUT est un système canadien. Depuis juin 2015, il intègre des éléments du Système Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH). On l'appelle

SIMDUT 2015 par opposition à l'ancien qui est 1988. Cette harmonisation permet aux travailleurs d'avoir des informations uniformisées et normalisées mondialement pour la classification, l'étiquetage et le contenu des fiches de données de sécurité des matières dangereuses. L'objectif est d'éliminer toute ambiguïté qu'entraînent les différents systèmes d'identification internationaux, et ainsi faciliter l'utilisation sécuritaire des produits dangereux.

Le SIMDUT 1988 comprend 6 catégories de dangers. Il s'agit des gaz comprimés (A), des matières inflammables (6 divisions de B1 à B6), des matières comburantes (C), des matières toxiques (3 divisions de D1 à D3), des matières corrosives (E) et des matières dangereusement réactives (F).

Le SIMDUT 2015 catégorise les produits chimiques dangereux selon la nature de leurs effets nocifs, soit les classes de dangers physiques (20 classes de dangers) et les classes de dangers pour la santé (12 classes de dangers). La majorité des classes de danger sont subdivisées en catégories de danger (1,2, etc., ou Type A, B, etc.). Les dangers pour l'environnement (milieu aquatique ou couche d'ozone) n'ont pas été retenus dans notre système de classification, mais ils ont été adoptés par d'autres pays et vous pourrez voir cette identification sur l'étiquette et l'information qui lui est relative dans la FDS.

Les dangers que représentent ces produits dépendent, en autres, de leurs modes d'absorption:

- L'inhalation sous forme de gaz, vapeur ou d'aérosol (incluant poussières et fumées).
- L'absorption cutanée ou oculaire sous forme de liquide, solide, gaz ou vapeur. Plus un produit est liposoluble (ex. solvants organiques), plus facilement il pénètre à l'épiderme.
- L'ingestion sous forme de liquide, solide, aérosol, gaz ou vapeur
- L'injection (accidentelle) provenant de piqûres d'aiguilles ou d'objets tranchants souillés.

3.2.1.2 Produits chimiques sous pression :

Les gaz sous pression incluent toute matière ou substance contenue sous pression, y

compris un gaz comprimé, un gaz dissous ou un gaz liquéfié (aérosol et cryogénique) par compression ou réfrigération.

3.2.1.3. Produits chimiques inflammables et combustibles :

		
<ul style="list-style-type: none"> • Gaz, aérosols, liquides, matières solides inflammables • Matières auto réactives (type C à F) • Liquides, matières solides pyrophoriques • Matières auto chauffantes • Peroxydes organiques (type C à F) Matières et mélange qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables 	<ul style="list-style-type: none"> • Matières auto réactives (type B) • Peroxydes organiques (type B) 	<p>B – Matières inflammables et combustibles (B1 à B6)</p> <p>Inflammables = point éclair < 37.8 °C (100 °F)</p> <p>Combustibles = point éclair ≥ 37.8 °C (100 °F)</p>

Tableau 1: Produits chimiques inflammables et combustibles

Ces produits se retrouvent sous forme de liquide, de solide et d'aérosol. Les liquides inflammables, très présents dans les milieux de travail, émettent des vapeurs dangereuses qui, en présence d'une source de chaleur, d'une étincelle ou d'une flamme nue, peuvent provoquer des incendies ou des explosions. Les liquides inflammables sont souvent volatils et donc facilement inhalés. Il est important de connaître leurs propriétés toxicologiques et de se protéger adéquatement par la manipulation sous ventilation contrôlée. ^[14]

3.2.1.4 Produits chimiques comburants :

	<ul style="list-style-type: none"> • Liquides, matières solides comburants (Excluant les peroxydes organiques) 		<p>C– Matières comburantes (incluant les Peroxydes organiques)</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

Les produits chimiques comburants sont des matières oxydantes qui procurent une source d'oxygène ou un équivalent (ex. : Cl). Lorsqu'ils sont en présence de produits inflammables (ou combustibles) ou une matière organique (ex. papier, textiles, etc.). Ils

peuvent causer un incendie ou une explosion, même en l'absence de chaleur ou de flamme. Ils peuvent également en accélérer la combustion par l'apport d'oxygène. Les produits comburants peuvent aussi réagir avec d'autres produits et en générant des gaz toxiques.

3.2.1.5 Produits chimiques dangereux pour la santé :

La toxicité d'un produit est caractérisée par l'effet néfaste qu'il produit sur l'organisme et la durée de cet effet. Dans le cas, d'une courte durée, on parle d'effet aigu, tandis que dans le cas d'une longue durée, on parle d'un effet chronique. L'impact de la toxicité d'un produit sur l'organisme va dépendre de son exposition, en termes de dose, de temps et de mode de pénétration, mais également de la gravité et de la nature du dommage qu'il cause. Dans certains cas, le dommage peut être de la sensibilisation, de l'irritation, ou des étourdissements, mais dans d'autres cas les effets peuvent être de l'asphyxie, un cancer ou des mutations génétiques. Certains produits toxiques ont également des effets sur la reproduction et le développement pré et postnatal ou des effets sur des organes cibles.^[15]

3.2.1.6 Produits chimiques corrosifs :

Les produits chimiques réactifs présentent des risques d'incendie, d'explosion et d'incompatibilité avec d'autres produits. Il s'agit principalement de produits qui peuvent polymériser, se décomposer ou se condenser de manières violentes; de produits instables aux chocs, à une augmentation de pression ou de température et qui réagissent violemment à l'eau, en libérant des gaz toxiques ou en s'enflammant. Ces substances peuvent être sensibles au vieillissement.^[16]

3.2.1.8 Produits chimiques explosifs :

Partage le même symbole que les matières auto réactives et les peroxydes organiques. Les produits explosifs sont exclus du SIMDUT 2015. Leur utilisation est possible en faisant une demande permis et en répondant à certaines conditions.

3.3. Les risques biologiques :

Les risques biologiques comprennent les expositions potentielles aux allergènes, aux zoonoses infectieuses (maladies animales transmissibles à l'homme) et aux agents expérimentaux tels que les vecteurs viraux.

Matériel biologique pouvant être une source de matière infectieuse: •animaux •plantes •champignons •lignées cellulaires •microorganismes •prions •toxines •ADN recombinant •organismes génétiquement modifiés •vecteurs viraux •ADN.^[17]

3.3.1. Les matières infectieuses :

Les matières infectieuses sont catégorisées selon quatre groupes de risque qui dépendent de leurs propriétés toxicologiques sur l'individu et la communauté, et ce, dans un contexte de manipulation en laboratoire. Par miles facteurs de risque, on retrouve la pathogénicité, la dose infectieuse, le mode de transmission, la gamme d'hôtes, ainsi que la disponibilité de mesures préventives efficaces et de traitements efficaces. Elles peuvent pénétrer l'organisme par quatre voies:

- L'inhalation sous forme d'aérosol (voie d'infection la plus importante)
- L'absorption cutanée ou oculaire
- L'ingestion
- L'injection (accidentelle) provenant de piqûres d'aiguilles ou d'objets tranchants souillés [18]

3.3.2 Les groupes de risques (GR) et les niveaux de confinement (NC) :

L'utilisation de matériel biologique de nature infectieuse est hautement règlementée. Cette utilisation doit être effectuée selon un niveau de confinement (NC) bien déterminé, qui décrit le niveau de sécurité minimal dans lequel les manipulations sont sans danger. Le NC concerne autant le milieu de travail (espace physique) que les méthodes opérationnelles. En général, les laboratoires qui travaillent avec des agents pathogènes de GR 1 nécessitent un NC tandis que les laboratoires qui manipulent des agents pathogènes de GR 2 exigent un NC 2. Toutefois, certaines exceptions existent.

<p><u>GR1</u>:Agents pathogènes ayant un risque faible pour l'individu et la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incapables de causer une maladie chez l'homme ou l'animal, ou peu susceptibles de le faire 	<p><u>N</u> <u>C1</u></p>
<p><u>GR2</u>:Agents pathogènes ayant un risque modéré pour l'individu et faible pour la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peuvent causer des maladies graves chez l'homme et l'animal, mais peu susceptibles de le faire • Il existe des mesures préventives et des traitements efficaces • Faible risque de propagation dans la communauté 	<p><u>N</u> <u>C2</u></p>
<p><u>GR3</u>:Agents pathogènes ayant un risque élevé pour l'individu et faible pour la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peuvent causer des maladies graves chez l'homme et l'animal • Il existe des mesures préventives et des traitements efficaces • Faible risque de propagation dans la communauté 	<p><u>N</u> <u>C3</u></p>
<p><u>GR4</u>:Agents pathogènes ayant un risque élevé pour l'individu et la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peuvent causer des maladies graves et mortelles chez l'homme et l'animal • Il n'existe pas des mesures préventives et des traitements efficaces • Grand risque de propagation dans la communauté 	<p><u>N</u> <u>C4</u></p>

Tableau 2:Les principales caractéristiques de chacun des quatre groupes de risques

-Il concerne les expérimentations en bactériologie et en culture cellulaire.

Avant toute manipulation, chacun doit savoir à quelle classe de pathogénicité pour l'homme appartient le micro-organisme qu'il va cultiver.[19]

3.3.3 Risque d'infection :

C'est un risque lié à l'exposition à des agents biologiques (HIV, hépatite,...). Il peut en résulter des maladies professionnelles. Les agents biologiques sont des organismes ou des substances toxiques produites par des organismes vivants, qui peuvent causer des maladies chez les humains. Les agents biologiques comprennent des bactéries, des virus, des champignons et des parasites. Les dangers biologiques peuvent se transmettre par contact, inhalation ou ingestion.

3.3.3.1 La contamination par voie respiratoire :

Elle résulte de l'inhalation de particules infectieuses véhiculées par des aérosols. Les aérosols sont constitués de gouttelettes de liquide, ou de particules solides, détachées d'un produit sous l'action de forces mécaniques (vibrations, pression,). Les particules, véhiculées sous forme d'aérosol, représentent un risque infectieux réel au laboratoire. Plus une particule est petite, plus le mouvement est accéléré (centrifugation, expulsion sous pression), plus le risque d'aérosolisation est important. Ce phénomène ne pouvant pas être macroscopiquement visualisé au quotidien, sa reconnaissance et son évaluation sont complexes. On estime pourtant qu'il constitue le mode de contamination le plus fréquent en laboratoire.

Les aérosols se forment, en pratique en laboratoire, dans les circonstances suivantes :

- La rupture de films liquides à l'orifice d'un flacon, à l'extrémité d'une pipette, ou au contact d'une anse d'ensemencement, qui sont la première cause d'aérosol;
- Le mélange gaz- liquide occasionné par l'agitation d'une culture, d'une éprouvette, ou celui provoqué par le rejet brusque de liquide hors d'une pipette ou d'une seringue qui contenait aussi quelques bulles d'air ;
- Les forces centrifuges, les phénomènes d'accélération, de freinage ainsi que les mouvements pivotants et les vibrations des centrifugeuses sont une source importante de production d'aérosols.

Le risque d'inhalation infectieuse se situe alors surtout dans l'environnement immédiat de la production d'aérosol. Il peut également s'étendre à distance, par dissémination aéroportée à la faveur de courants d'air, en cas de pollution massive (bris d'un flacon de culture bactérienne, par exemple).

3.3.3.2. La contamination par voie orale :

Elle peut être directe, par ingestion accidentelle à l'occasion d'un pipetage « à la bouche », dont la pratique doit être formellement proscrite tant pour les solutions chimiques que pour les liquides biologiques; beaucoup plus couramment, elle est indirecte par portage à la bouche d'objets souillés (stylo, cigarette,...) de mains souillées (geste réflexe, onychophagie,...) ou par consommation de boissons ou d'aliments contaminés (sur les paillasses, en laverie, en réfrigérateur du laboratoire, ou au contact de mains souillées).

3.3.3.3. La contamination par voie cutané muqueuse :

Elle peut se faire à l'occasion d'une effraction cutanée accidentelle : piqûre ou coupure par aiguille, lame, éclat de verre brisé ; Elle peut survenir par projection ou contact direct cutané sur peau lésée (plaie, excoriations, lésions d'eczéma,...), voire sur peau saine pour certaines bactéries qui peuvent traverser celle-ci (Brucella, Leptospire, Francisella,..) ;

Elle peut être aussi le fait d'une projection sur des muqueuses, en particulier au niveau des conjonctives oculaires très perméables aux transmissions infectieuses du fait de la richesse de leur vascularisation, et dont la désinfection efficace est parallèlement plus difficile. ^[50]

***Chapitre 02 :
Equipements de
protection
individuelle.***

1. Les équipements de protection individuelle (EPI) :

Les équipements de protection individuelle (EPI) sont les vêtements et dispositifs de sécurité portés pour assurer la sécurité face à divers risques professionnels. Elle peut être causée par une exposition à des risques chimiques, mécaniques, radiologiques ou électriques. Le personnel médical les porte pour se protéger de l'exposition aux maladies transmissibles et prévenir les blessures. Les médecins, les infirmières, les techniciens de laboratoire et les autres personnels de santé de première ligne portent des EPI à leur poste de travail. Le type d'EPI peut différer selon la nature du travail et les niveaux de danger. Des exemples d'équipement de protection individuelle dans le laboratoire comprennent des blouses de laboratoire, des lunettes de sécurité ou des lunettes anti-éclaboussures, des gants, etc.

Avant d'utiliser un équipement de protection individuelle, il est nécessaire de bien connaître les protocoles de laboratoire. Le personnel du laboratoire doit éviter les vêtements courts, les vêtements amples, les ornements, les cheveux ouverts et les chaussures à bout ouvert. Le protocole approprié doit être suivi lors de l'enfilage (mise en place) de l'EPI et du retrait de l'EPI.

Les équipements de protection individuelle (EPI) doivent être bien entretenus et inspectés avant chaque utilisation. ^[51]

2. Types d'équipements de protection individuelle (EPI) :

Les équipements de protection individuelle sont de différents types. Cela comprend la protection du corps, du visage, des yeux, de l'ouïe et des voies respiratoires.

2.1 Protection du visage :

2.1.1 Lunettes de protection :

Il est impératif de porter des lunettes de protection dans les situations exposant aux risques d'aérosols, d'éclaboussures de substances dangereuses, de projections de particules ou de poussières. Les lunettes de vue (verres correcteurs) et les lentilles cornéennes ne sont pas considérées comme des équipements de protection individuelle (EPI) car elles n'offrent aucune protection spécifique. Toutefois, il existe sur le marché des lunettes de protection pouvant être portées avec des verres correcteurs ou par-dessus ceux-ci. Il est essentiel que les lunettes de protection répondent aux normes de sécurité établies par CSA pour garantir leur efficacité.

Lentilles : Les protecteurs oculaires et faciaux certifiés CSA doivent respecter les critères en matière de résistance aux chocs tel qu'indiqué dans la norme. Seuls les dispositifs fabriqués à partir de matériaux approuvés sont permis.

Marquages : La marque d'homologation du fabricant ou du fournisseur doit être présente sur tous les éléments des lunettes de sécurité approuvées, les montures (face et branches), les écrans latéraux amovibles et les autres éléments des lunettes, les casques et autres protecteurs oculaires ou faciaux.

Montures : Les montures des lunettes de sécurité sont plus robustes que les montures ordinaires et, dans la plupart des cas, résistent à la chaleur. Elles sont en outre conçues pour éviter que les lentilles ne s'enfoncent ou ne pénètrent dans les yeux.

2.1.1.1 Comment choisir les protecteurs oculaires et faciaux qui conviennent : [20]

Il faut utiliser l'équipement de protection approprié chaque fois que le lieu de travail comporte des risques de blessures aux yeux ou au visage.

Les indications du tableau ci-après permettent de sélectionner les protecteurs oculaires et faciaux appropriés.

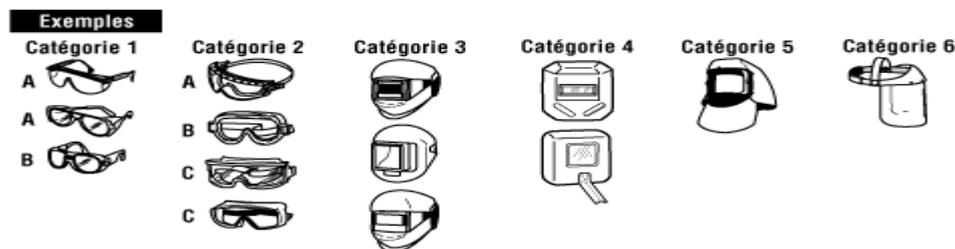


Figure 2: Catégories des protecteurs oculaires

2.1.2 Écran de protection :

L'écran de protection doit être utilisé en cas de risque d'explosion ou lors que des mesures de protection supplémentaires sont requises. L'écran de protection doit être placé entre le montage et l'utilisateur.

2.1.3 Lunettes de protection opaques :

Les lunettes de protection opaques sont obligatoires pour l'utilisation de lasers de classe 3B, 3R et de classe 4. La protection doit être choisie selon la longueur d'onde, la puissance et le type de laser (suivre les indications du fabricant).

- Les lunettes protègent contre les réflexions diffuses d'une longueur d'onde donnée, mais pas contre les réflexions spéculaires (créées par des surfaces réfléchissantes tel un miroir qui contient jusqu'à 95% de l'énergie du laser) ou le rayon direct du laser.
- Inspecter les lunettes avant chaque utilisation pour voir si elles comportent des bris (rayures ou filtre endommagé).
- Ne jamais regarder directement un rayon laser ou sa réflexion spéculaire.
- Dans le cas de laser émettant dans le spectre UV, porter des lunettes de protection avec filtre UV, sarrau en coton et gants jetables. Toute partie du corps

exposée doit être protégée.

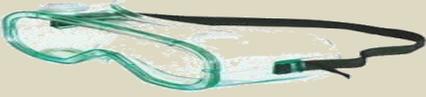
Lunettes anti-éclaboussures	Lunettes laser
<p>Les lunettes anti-éclaboussures fournissent protection oculaire adéquate de nombreux aléas, y compris le potentiel des risques d'éclaboussures chimiques, utilisation de concentré matériau corrosif et transfert chimique en masse.</p> 	<p>Le verre des lunettes est un filtre/absorbeur conçu pour réduire la lumière transmission d'une longueur d'onde spécifique. L'objectif peut filtrer une longueur d'onde spécifique tout en conservant un éclairage suffisant transmission pour d'autres longueurs d'onde.</p> 

Tableau 3: Protection des yeux et du visage

2.1.4 Masque de soudage :

Le masque de soudage doit être porté lors de travaux de soudage à l'arc électrique ou autre; coupage ou grugeage au plasma et coupage à l'arc au carbone avec jet d'air. Des lunettes de protection Standard doivent être portées en dessous du masque de soudage. Les travaux de soudage, coupage ou de brasage peuvent être effectués avec des lunettes de protection munies de lentilles filtrantes moins foncées que le masque de soudage.



Figure 3: Masque de soudage

2.2 La protection du corps :

Les vêtements de ville doivent toujours être remisés séparément des sarraus de laboratoire, des vêtements de travail et du tablier.

2.2.1 Sarrau de laboratoire :

Le sarrau sert de barrière de protection contre les contaminants chimiques et biologiques. À l'inverse, il peut servir à protéger tout matériel d'une contamination par l'utilisateur (ex. matériel biologique). Il peut également s tissu doit être choisi en fonction de la résistance, du risque d'exposition (ex. feu) et de l'imperméabilité recherchée. Le tissu doit être choisi

en fonction de la résistance, du risque d'exposition (ex. feu) et de l'imperméabilité recherchée. Il doit être muni de bouton-pression pour un enlèvement rapide. [21]



Figure 4: Sarrau de laboratoire

Laboratoires impliquant des travaux de chimie :

- Sarrau requis en tout temps pour assurer la protection contre les produits chimiques et les éclaboussures éventuelles.

Laboratoires impliquant des travaux de nature biologique :

- Sarrau requis lors de la manipulation de produits chimiques ou de matières biologiques pour éviter la contamination et protéger le porteur.
- Sarrau requis lors du travail avec des animaux pour prévenir la propagation de contaminants entre les animaux et les humains.

Animalerie :

- Des règles spécifiques s'appliquent. Il est recommandé de consulter la procédure normalisée de fonctionnement 101 (PNF-101) pour les directives détaillées.

Laboratoires impliquant des travaux de nature radioactive :

- Sarrau requis en tout temps pour assurer une protection supplémentaire contre la contamination radioactive.

Laboratoires / ateliers impliquant des travaux d'usinage, de peinture ou de photographie

- Port du sarrau, du vêtement de travail ou du tablier recommandé pour protéger les vêtements des taches, des éclaboussures ou des débris potentiellement dangereux.

Laboratoires / ateliers impliquant des travaux de soudage :

- Port du sarrau en coton ou de tissus ininflammables recommandé, ou port du sarrau en combinaison avec un tablier ignifuge, ou port du vêtement de travail en combinaison avec un tablier ignifuge. Ces mesures visent à protéger contre les étincelles, les projections de métal en fusion et les risques d'incendie liés au soudage.

Remplissage d'azote liquide :

- Tablier thermal recommandé pour protéger contre les températures extrêmement froides de l'azote liquide lors du remplissage [22].

2.2.2 Vêtement de travail :

Le vêtement de travail sert à protéger l'utilisateur contre les projections de particules, poussière, huiles ou peintures. Le tissu doit être choisi en fonction de la résistance et de l'imperméabilité recherchées. Il doit être muni de bouton-pression pour un enlèvement rapide. Pour les travaux de soudage ou impliquant un travail par point chaud, il doit être en coton ou en tissus ininflammable pour être utilisé sans tablier ignifuge. De plus, il ne doit pas comporter de bas de pantalon tourné et les poches de chemise doivent être à rabat.



Figure 5: Vêtement de travail

Cet équipement joue un rôle de premier plan afin de se protéger des dangers et doit toujours être porté, même si certaines contraintes, telles la température ambiante, la morphologie de l'utilisateur ou les activités, semblent le rendre inconfortable.

- Les sarraus contenant des fibres naturelles offrent généralement une meilleure protection contre les flammes que les fibres synthétiques.
- La fermeture du sarrau doit être à boutons pression facilitant ainsi l'enlèvement rapide en cas d'urgence.
- Le nettoyage des sarraus devrait être assuré par un service de buanderie spécialisé.

En plus des sarraus, il existe d'autres types de vêtements protecteurs, tels que des tuniques, des tabliers, des ensembles « blouse et pantalon », des combinaisons, etc. Le choix du vêtement dépend du danger et de la nature des activités.

❖ **Recommandations relatives à l'utilisation du sarrau selon la nature du danger :**

• **produits chimiques :**

- Les sarraus composés entièrement de fibres synthétiques (ex. : polyester) sont proscrits en raison de leur vulnérabilité à la chaleur et au feu.
- Les sarraus blancs sont exigés puisque la contamination et la saleté y sont plus

apparentes.

• **matières à risques biologiques :**

– Dans les laboratoires où le risque biologique est plus élevé, le personnel devrait porter une deuxième couche de vêtement de protection. Par exemple, un habit ou une jaquette ne s'ouvrant pas à l'avant, s'attachant à l'arrière, avec les poignets serrés

De plus, dans ces laboratoires, le vêtement de protection doit être dédié à ceux-ci et il devrait être identifié à cet effet.

• **matières radioactives**

– Il est important de porter un sarrau réservé pour le travail avec les matières radioactives, de l'enlever dès que l'on termine ces activités et de le laisser dans le laboratoire. Il doit être lavé fréquemment et sa contamination doit être vérifiée régulièrement si l'on travaille avec des quantités importantes de radio-isotopes.

• **lasers**

– Un sarrau est exigé pour travailler avec des lasers de classe 4. Le sarrau contenant des fibres naturelles est privilégié sauf en salle blanche, où les conditions de travail imposent le port du sarrau en polyester.^[23]

2.2.3 Tablier :

Le tablier sert de protection uniquement pour le devant du corps. Il sert de barrière de protection contre les contaminants chimiques et biologiques. À l'inverse, il peut servir à protéger tout matériel d'une contamination par l'utilisateur (ex. Matériel biologique). Il peut également servir à protéger l'utilisateur contre les projections de particules, poussière, huiles ou peintures. Le tissu doit être choisi en fonction de la résistance et de l'imperméabilité recherchées. Il doit être ignifuge lorsqu'il est utilisé pour des travaux de soudage ou par point chaud par-dessus un sarrau ou un vêtement de travail non ignifuge.

Le tablier thermal sert à protéger l'utilisateur contre les blessures liées à la manipulation de grande quantité de liquide cryogénique.^[24]



Figure 6: Blouse de laboratoire (a) et tablier (b)

2.2.4 Protection des mains :

La plupart des accidents impliquant les mains et les bras peuvent être classés en quatre grandes catégories de danger :

- Produits chimiques ;
- Abrasions ;
- Coupes ;
- Chaleur/froid.

Il existe plusieurs types de gants qui offrent une protection contre la corruption et la pénétration de produits chimiques et s'y opposent. En fonction du type et de la concentration du produit chimique, des caractéristiques de performance des gants, des conditions et de la durée d'utilisation, des dangers présents et de la durée pendant laquelle un produit chimique a été en contact avec le gant, tous les gants doivent être remplacés périodiquement.

La plupart des accidents impliquant les mains et les bras peuvent être classés en quatre grandes catégories de danger :

- Produits chimiques ;
- Abrasions ;
- Coupes ;
- Chaleur/froid.

Il existe plusieurs types de gants qui offrent une protection contre la corruption et la pénétration de produits chimiques et s'y opposent. En fonction du type et de la concentration du produit chimique, des caractéristiques de performance des gants, des conditions et de la durée d'utilisation, des dangers présents et de la durée pendant laquelle un produit chimique a été en contact avec le gant, tous les gants doivent être remplacés périodiquement.

2.2.4.1. Choisir les bons gants :

Une sélection appropriée du matériau du gant est essentielle à la performance du gant en tant que barrière aux produits chimiques/matériaux biologiques/risques physiques. Plusieurs propriétés du matériau du gant et du matériau chimique/biologique/risque physique avec lequel il doit être utilisé doivent influencer le choix du gant. Certaines de ces propriétés comprennent : la perméabilité du matériau du gant, le temps de pénétration

du produit chimique, la température du produit chimique, le type de danger physique possible, l'épaisseur du matériau du gant et la quantité de produit chimique qui peut être absorbée par le matériau du gant. (Effet de solubilité). Les matériaux des gants varient considérablement en ce qui concerne ces propriétés ; par exemple, le néoprène est bon pour la protection contre la plupart des huiles courantes, les hydrocarbures aliphatiques et certains autres solvants, mais n'est pas satisfaisant pour une utilisation contre les hydrocarbures aromatiques, les hydrocarbures halogénés, les cétones et de nombreux autres solvants.

2.2.4.2 Double gantage :

Le « double gantage » est une pratique courante utilisée avec des gants jetables. Une double couche d'assurance est fournie en portant deux paires de gants l'une sur l'autre. Si le gant extérieur est contaminé, commence à se dégrader ou se déchire, jusqu'à ce qu'il soit retiré et remplacé, le gant intérieur continue d'offrir une protection. La meilleure pratique consiste à vérifier fréquemment les gants extérieurs, en surveillant les signes de dégradation (changement de couleur, changement de texture, déchirures, etc.). Au premier signe de dégradation ou de contamination, retirez et jetez toujours les éléments contaminés immédiatement et doublez les gants avec un nouvel ensemble. Si le gant intérieur semble avoir une contamination ou une dégradation, retirez les deux paires de gants et doublez le gant avec une nouvelle paire.

2.2.4.3 Types de gants :

Gants en latex	Résistant aux cétones, alcools, caustiques et acides organiques.	
Gants en nitrile	Résistant aux alcools, aux caustiques, aux acides organiques et à certaines cétones	
Gants cryogéniques	Les gants cryogéniques sont utilisés pour protéger les mains des températures extrêmement froides .	
Gants PVA	Résistant aux solvants chlorés, aux solvants pétroliers et aux aromatiques	

	.	
Gants anti-coupures	Les gants résistants aux coupures sont des gants conçus pour protéger les mains du porteur contre les coupures lors du travail avec des outils tranchants	
Gants résistants à la chaleur	Travailler avec du métal et du verre et des surfaces chaudes nécessite des gants qui offrent le plus haut niveau de protection contre les multiples dangers d'un lieu de travail à haute température.	

Tableau 4: types de gants.

2.2.4.3.1 Gants en latex :

Latex de caoutchouc naturel - Résistant aux cétones, alcools, caustiques et acides organiques.

En raison du fait que les gants en latex peuvent se dégrader sévèrement en quelques secondes lorsqu'ils sont utilisés avec des produits chimiques courants, leur utilisation n'est pas vraiment encouragée. Le latex contient plusieurs protéines, de sorte que les gants en latex peuvent également entraîner une réaction allergique chez certains utilisateurs. Les symptômes peuvent inclure une irritation du nez, des yeux ou des sinus, de l'urticaire, un essoufflement, une toux, une respiration sifflante ou un choc inexplicable. L'utilisation de gants en latex doit être arrêtée si l'un de ces symptômes devient apparent.

L'utilisation de gants en latex est uniquement appropriée pour :

- La plupart des matériaux biologiques.
- Produits chimiques non dangereux.
- Exigences de salle blanche.
- Applications médicales ou vétérinaires.

Solutions aqueuses très diluées contenant < 1 % de la plupart des produits chimiques dangereux ou < 0,1 % d'un cancérigène humain connu ou suspecté.

2.2.4.3.2 Gants en nitrile :

Nitrile - Résistant aux alcools, aux caustiques, aux acides organiques et à certaines cétones.

2.2.4.3.3 Gants cryogéniques :

Les gants cryogéniques sont utilisés pour protéger les mains des températures extrêmement froides. Ces gants doivent être utilisés lors de la manipulation de neige carbonique et lors de la distribution ou du travail avec de l'azote liquide et d'autres liquides cryogéniques. Pour plus d'informations, veuillez consulter la section Sécurité cryogénique.

2.2.4.3.4 Gants PVA :

Alcool polyvinylique (PVA) - Résistant aux solvants chlorés, aux solvants pétroliers et aux aromatiques.

2.2.4.3.5 Gants anti-coupures :

Les gants résistants aux coupures sont des gants conçus pour protéger les mains du porteur contre les coupures lors du travail avec des outils tranchants.

2.2.4.3.6 Gants résistants à la chaleur :

La sécurité thermique fait également partie des équipements de protection individuelle. Travailler avec du métal et du verre et des surfaces chaudes nécessite des gants qui offrent le plus haut niveau de protection contre les multiples dangers d'un lieu de travail à haute température.

2.2.5. Protection des pieds:

Dans un laboratoire, les chaussures doivent être fermées au talon et aux orteils, avoir des semelles antidérapantes, des talons bas et faites d'un matériau facile à nettoyer et à désinfecter. Ces caractéristiques permettent d'éviter les chutes, les blessures, protègent contre les déversements ou les contaminations.

2.2.5.1. Chaussures de sécurité :

Cela est dû à l'exposition potentielle à des produits chimiques toxiques et au potentiel associé à des risques physiques tels que la chute de pièces d'équipement ou de bris de verre. En général, les chaussures doivent être confortables et les chaussures en cuir sont préférables aux chaussures en tissu en raison de la meilleure résistance chimique du cuir par rapport au tissu. Les chaussures en cuir ont également tendance à absorber moins de produits chimiques que les chaussures en tissu. Cependant, les chaussures en cuir ne sont pas conçues pour une exposition à long terme au contact direct avec des produits chimiques. Dans de tels cas, des bottes en caoutchouc résistantes aux produits chimiques sont nécessaires.

Dans certains cas, l'utilisation de chaussures à embout d'acier peut être appropriée lorsque de l'équipement lourd ou d'autres articles sont impliqués. Des bottes ou des couvre-

chaussures résistants aux produits chimiques peuvent être nécessaires lorsque vous travaillez avec de grandes quantités de produits chimiques et il existe un risque de déversements importants.



Figure 7: Chaussures à embout d'acier et couvre-chaussures

2.2.3. La protection auditive:

2.3.1 Bouchons d'oreille ou serre-tête antibruit :

Lorsque la protection auditive est requise (niveau de bruit supérieur à 85 dBa), le port de bouchon d'oreille ou d'un serre-tête antibruit doit se faire en tout temps. L'ajustement du protecteur auditif influence énormément l'efficacité de la protection auditive obtenue. Le suivi des consignes du fabricant pour l'insertion des bouchons ou la mise en place du serre-tête antibruit est donc très important.^[25]



Figure 8: Bandeau/casque antibruit et bouchon d'oreille

2.3.2 Protection respiratoire:

Un respirateur est un appareil conçu pour protéger le porteur contre l'inhalation de substances nocives. Lorsqu'ils sont choisis correctement et utilisés correctement, les respirateurs peuvent protéger le porteur contre :

- Vapeurs et fumées (fumées de soudage) ;
- Poussières nocives (plomb, silice et autres métaux lourds) ;
- Gaz et vapeurs (expositions chimiques) ;
- Carence en oxygène (oxydation, déplacement et consommation) ;
- Risques biologiques (tuberculose, coqueluche, virus de la grippe).

<p>Masque anti-poussière</p>	<p>L'utilisation du terme masque "poussière" pour le masque en feutre doux non rigide est quelque peu impropre car, sous des formes modifiées, ils peuvent être utilisés pour d'autres applications telles qu'une protection limitée contre les vapeurs de peinture, des niveaux modérés de matières organiques, des vapeurs acides , mercure, etc., bien que leur plus grande utilisation soit contre les poussières nuisibles.</p>	
<p>Demi-visage respiratoire</p>	<p>Le demi-masque respiratoire à cartouche est le type le plus fréquemment utilisé, en particulier dans les atmosphères où il y a peu ou pas de problème d'irritation ou d'absorption de matière à travers la peau.</p>	
<p>Respirateur complet</p>	<p>Les respirateurs purificateurs d'air à masque intégral sont similaires à bien des égards aux respirateurs à demi-masque, à la différence évidente que le masque couvre la partie supérieure du visage, protégeant ainsi les yeux.</p>	

Tableau 5: Types des masques

Dust masque:

L'utilisation du terme masque "poussière" pour le masque en feutre doux non rigide est quelque peu impropre car, sous des formes modifiées, ils peuvent être utilisés pour d'autres applications telles qu'une protection limitée contre les vapeurs de peinture, des niveaux modérés de matières organiques, des vapeurs acides , mercure, etc., bien que leur plus grande utilisation soit contre les poussières nuisibles.

Ces unités sont la forme la plus simple du respirateur purificateur d'air. Ces respirateurs ne doivent normalement pas être utilisés pour les poussières dangereuses, mais sont utiles pour les expositions à des niveaux de poussières inertes ou nuisibles inférieurs à 15 mg/m³.

Demi-masque respiratoire :

Le demi-masque respiratoire à cartouche est le type le plus fréquemment utilisé, en particulier dans les atmosphères où il y a peu ou pas de problème d'irritation ou d'absorption de matière à travers la peau. La pièce faciale de la plupart de ces unités est moulée en plastique souple ou en caoutchouc de silicone, qui assure une étanchéité au visage lorsqu'elle est correctement ajustée. Comme indiqué précédemment, les poils du visage entre le masque et le visage empêcheront l'étanchéité d'être efficace, et il n'est pas permis à une personne avec une barbe ou des favoris étendus dans la zone de l'étanchéité d'être équipée d'un respirateur. L'hébergement pour les personnes qui portent des lunettes ne doit pas non plus briser le sceau au visage. Les pièces faciales de la plupart des marques de ces unités sont fournies avec des réceptacles pour deux ensembles de cartouches et/ou de filtres. Les respirateurs sont certifiés comme des unités complètes, c'est-à-dire la pièce faciale équipée de filtres spécifiques. Les cartouches d'un fournisseur ne peuvent pas être utilisées sur la pièce faciale d'un autre fabricant. Le principal avantage de ce type d'unité est qu'en inter changeant les cartouches et les filtres, ou en utilisant un ou plusieurs filtres et cartouches supplémentaires en série, une seule pièce faciale peut être adaptée pour fournir une protection contre une grande variété de contaminants.

Respirateur complet :

Les respirateurs purificateurs d'air à masque intégral sont similaires à bien des égards aux respirateurs à demi-masque, à la différence évidente que le masque couvre la partie supérieure du visage, protégeant ainsi les yeux. [26]

2.4 Enceintes de sécurité biologique :

L'utilisation d'enceintes de sécurité biologique (ESB) appelée aussi postes de sécurité microbiologique constitue un moyen de confinement primaire efficace lorsqu'elle est combinée à des pratiques de laboratoire sécuritaires. Les ESB fournissent une protection de l'environnement, de l'utilisateur et/ou de l'échantillon. Ainsi, elles servent à la manipulation de matières infectieuses, toxiques ou allergènes. Il est important d'éviter la manipulation de produits chimiques dangereux à l'intérieur des ESB puis que la plupart d'entre elles recyclent l'air à l'intérieur du laboratoire, et certains produits chimiques peuvent endommager le filtre HEPA constituant essentiel pour le bon fonctionnement des ESB. [27]

Equipements	Caractéristiques de sécurité
ESB du type I	<ul style="list-style-type: none"> • Ils assurent simultanément la protection du manipulateur par la création d'un flux d'air entrant dans l'enceinte et de l'atmosphère par l'évacuation du flux d'air hors de l'enceinte à travers un filtre à très haute efficacité. • Ils n'assurent pas la protection du produit car celui-ci est baigné par de l'air en provenance directe du laboratoire.
ESB du type II	<ul style="list-style-type: none"> • Ils assurent la protection du manipulateur par une aspiration créée au bord avant du plan de travail constituant une barrière immatérielle entre le manipulateur et la manipulation. • Ils assurent également la protection de l'atmosphère par l'évacuation du flux d'air hors de l'enceinte à travers un filtre à très haute efficacité.
ESB du type III	<ul style="list-style-type: none"> • Ils assurent la protection du manipulateur par la création d'un volume entièrement fermé et du produit par l'alimentation de l'enceinte en air à travers un filtre à très haute efficacité. • Ils assurent également la protection de l'atmosphère par l'évacuation du flux d'air hors de l'enceinte à travers, en général, deux filtres à très haute efficacité placés en série.

Tableau 6: Les différentes classes d'enceintes de sécurité biologique

2.5 Équipement de sécurité en laboratoire :

2.5.1 Douche oculaire et douche d'urgence :

Si un produit chimique devait entrer en contact avec les yeux, le visage ou toute autre partie du corps, il convient d'utiliser la **douche oculaire** ou la **douche d'urgence** sans tarder pour en amenuiser les effets néfastes. Les parties affectées doivent être rincées pendant au moins 15 minutes. Puisque ces appareils sont utilisés lors de situations d'urgence, impliquant parfois un certain degré de panique, il est essentiel que l'aire entourant les douches oculaires et les douches d'urgence soit maintenue dégagée en tout temps.

N'hésitez pas à demander de l'aide lorsque vous avez besoin de vous servir d'une de ces douches, il peut être difficile de se rincer correctement les yeux seuls. Toute personne travaillant dans le laboratoire doit avoir repéré leur emplacement et savoir opérer la douche d'urgence la douche oculaire.



Figure 9: Douche d'urgence et douche oculaire

2.5.2 Trousse de premiers soins selon l'Article R4224-14 du code du travail :

Une trousse de premiers soins conforme aux règlements en vigueur doit être accessible dans chaque laboratoire. Chaque utilisateur du laboratoire doit connaître l'emplacement de la trousse. Elle est gérée par les personnes responsables du laboratoire, qui doivent en faire l'inventaire régulièrement et voir à ce que son contenu soit renouvelé, selon les besoins.

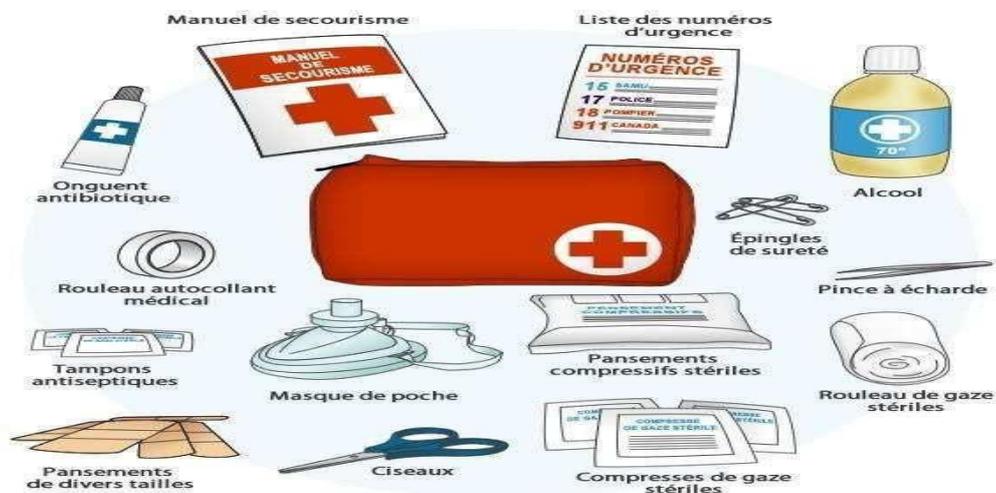


Figure 10: Trousse de premiers soins selon l'Article R4224-14 du code du travail

2.5.3 Extincteurs :

Les extincteurs constituent un équipement qui permet de lutter contre le feu. Pour repérer facilement l'agent contenu dans un Extincteur, la poignée de transport, est coloré en rouge, jaune et bleue. Ainsi, on distingue plusieurs types d'extincteurs:

► **Extincteurs à gaz (CO₂) (en rouge) selon la norme NF EN 3-7 2004 :**

En réduisant le taux d'oxygène dans l'air, le gaz contenu dans l'extincteur (souvent du dioxyde de carbone) étouffe le feu. Stocké sous pression à l'état liquide et à basse température, il agit également par refroidissement. Le dioxyde de carbone est plus léger

que l'air au-dessus de 179°C, ce qui explique la nécessité de couvrir toute la surface occupée par les flammes afin que le gaz puisse agir. Ainsi, l'utilisation d'un extincteur au CO2 est efficace contre les feux de liquides (alcools, solvants organiques, huiles, graisses), ainsi que sur les feux d'équipements électroniques



Figure 11: Extincteurs à gaz

► **Extincteurs à poudre (en jaune) selon la norme NF EN 3-72004 :**

L'extincteur contient un produit chimique qui agit en étouffant les flammes tout en isolant le combustible. Cependant, son utilisation engendre la formation de nuages de poudre qui réduisent la visibilité et sont très irritants

Cependant, ces extincteurs sont les plus rapides pour éteindre les incendies et constituent la solution la plus efficace pour les feux de classe C tels que les incendies impliquant des métaux tels que le sodium, le magnésium, ou des gaz comme le propane ou le gaz de ville.



Figure 12: Extincteurs à poudre

➤ **Extincteurs à eau (en bleue) selon la norme NF EN 3-7 2004 :**

Ils contiennent un additif émulseur qui rend l'eau plus pénétrante et plus mouillante, ce qui se traduit par une meilleure efficacité dans la lutte contre les flammes. Ils doivent être inspectés chaque année et faire l'objet d'un contrôle visuel au moins tous les 6 mois. Ce type d'extincteurs est donc très efficace pour éteindre les feux de classe A, tels que les

incendies impliquant des matériaux solides tels que le bois, les tissus, le carton et le papier.^[28]



**Figure 13: Extincteurs
à eau**

3. Equipement de confinement primaire:^[29]

Le confinement primaire constitue un moyen efficace pour protéger les personnes contre les émanations dangereuses, les projections ou le rayonnement tout en préservant l'environnement de travail. Un confinement primaire doit être utilisé dès que les produits ou les manipulations le nécessitent.

3.1 Hotte :

La hotte chimique est une enceinte ventilée comprenant trois parois latérales fixes, un écran mobile en façade et un système d'évacuation d'air vers l'extérieur. Elle est conçue pour évacuer des émissions diffuses ou non de produits chimiques, peu importe que leur densité soit plus ou moins élevée que celle de l'air, tels que les vapeurs et les gaz. L'acquisition et l'installation d'une hotte doivent être préalablement planifiées en étroite collaboration avec le Service des immeubles. Seuls ce service et les entrepreneurs mandatés par celui-ci sont autorisés à installer, entretenir, modifier et réparer le système d'évacuation des hottes ainsi que tout autre équipement d'évacuation (bras de captation, ventilation d'armoire, cheminées, etc.).

- Vérification :

Chaque utilisateur doit s'assurer du bon fonctionnement d'une hotte avant d'y effectuer des manipulations. En cas de défectuosité, aviser immédiatement le personnel, marquer la hotte comme inutilisable

- Utilisation :

Puisque divers modèles de hottes sont utilisés à l'Université, la consultation du manuel du fabricant et l'avis du responsable du laboratoire sont recommandés. L'utilisation sécuritaire des hottes repose essentiellement sur la production d'un écoulement d'air

suffisamment intense, homogène et constant à travers la façade pour évacuer les contaminants.

- La hotte doit être exempte de tout équipement, matériel et produit non nécessaires aux manipulations en cours et ses orifices de ventilation doivent être dégagés.
- Pour un fonctionnement optimal, les quinze premiers centimètres en façade doivent demeurer libres.
- Lorsque la hotte est utilisée, l'écran mobile doit être abaissé dans la position la plus basse qui permet à la fois un accès suffisant ainsi qu'une protection et une aspiration optimale.
- Les mouvements rapides et brusques ainsi que la circulation devant la hotte sont à proscrire puisqu'ils réduisent son efficacité.
- L'écran mobile doit être fermé lorsque la hotte est inutilisée ou hors service.

***Chapitre 03 : Les bonnes pratiques
du laboratoire.***

1. Les bonnes pratiques de laboratoire :

L'hygiène, la sécurité et la qualité des résultats dans un laboratoire repose sur les bonnes pratiques laboratoires (BPL). Les BPL forment un système de garantie de qualité portant sur le mode d'organisation des études de sécurité non cliniques ayant trait à la santé et à l'environnement et sur les conditions dans lesquelles ces études sont planifiées, réalisées, contrôlées, enregistrées, archivées et diffusées. Les BPL sont l'un des éléments de l'assurance de la qualité garantissant que les produits sont fabriqués et contrôlés de façon uniforme et selon des normes de qualité adaptées à leur utilisation et spécifiées dans l'autorisation de mise sur le marché. Les bonnes pratiques laboratoires (BPL) est l'ensemble des règles à respecter lors des essais (propriétés physico-chimiques, études toxicologiques, éco-toxicologiques ...) et des manipulations d'un produit (biologique, pharmaceutique, pesticide, additifs alimentaires, cosmétique, produits chimiques industriels...).

La qualité au laboratoire peut être définie comme la justesse, la fiabilité et l'à propos des résultats d'analyses. Les résultats de laboratoire doivent être aussi précis que possible, tous les aspects des activités de laboratoire doivent être fiables et le rendu des résultats doit être correct afin d'être utilisé à des fins cliniques ou de santé publique. La qualité est définie par l'AFNOR : « un produit ou service de qualité est un produit dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs ». La qualité est donc une notion relative basée sur le besoin. On doit en général rechercher davantage une qualité optimum, qu'une qualité maximum tout en respectant le QSE (qualité – efficacité – sécurité).

Les bonnes pratiques de laboratoire (BPL) représentent un système d'assurance qualité pour les laboratoires impliqués dans des essais non cliniques. Il s'agit essentiellement de laboratoires réalisant des études sur la sécurité de substances chimiques ou biologiques dans des domaines tels que la santé humaine ou animale, ou l'environnement. Les règles de BPL ont été énoncées par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE). Elles ont fait l'objet d'une directive européenne transposée dans le droit national de chacun des pays membres. Les principes de BPL sont des exigences de qualité souvent très comparables aux exigences de la norme NF EN ISO 15189 pour les laboratoires de biologie médicale avec cependant des différences liées au fait que ces deux systèmes s'adressent à des laboratoires exerçant des activités fondamentalement différentes.^[30]

2. Objectifs des BPL :

Les BPL visent :

- A garantir la conformité des résultats d'une étude et en assurer leur traçabilité
- A promouvoir la reconnaissance sur le plan international des études réalisées dans un pays membre afin d'en éviter la répétition et d'en garantir la crédibilité.

Enjeux Externes :

- Reconnaissance internationale
- Image forte vers l'extérieur
- Satisfaire et fidéliser le client
- Répondre aux besoins émergents

Enjeux Internes :

- Mobiliser le personnel
- Optimiser et rationaliser l'organisation et les ressources
- Gestion quotidienne par les procédures
- Diminuer les non-qualités
- Amélioration du système

3. Les champs d'applications des BPL :^[31]

Les BPL sont appliquées sur :

- Organisation et personnel
- Installations, appareils, fournitures, réactifs
- Animaux, systèmes réactifs
- Produits à étudier et de référence
- Procédures et protocoles.

4. Les principes des BPL :^[32]

Les principes des BPL dans un laboratoire « analyses chimiques » ont été mis en place à travers l'étude d'impact des 5 M (matières, matériel, méthodes, milieu et main d'oeuvre), et qui sont :

1. Organisation et personnel de l'installation d'essai ;
2. Programme d'assurance qualité ;
3. Installations
4. Appareils, matériaux et réactifs ;
5. Systèmes d'essai ;
6. Eléments d'essai et de référence ;
7. Modes opératoires normalisés ;
8. Réalisation de l'étude ;
9. Etablissement du rapport sur les résultats de l'étude ;
10. Stockage et conservation des archives et des matériaux.

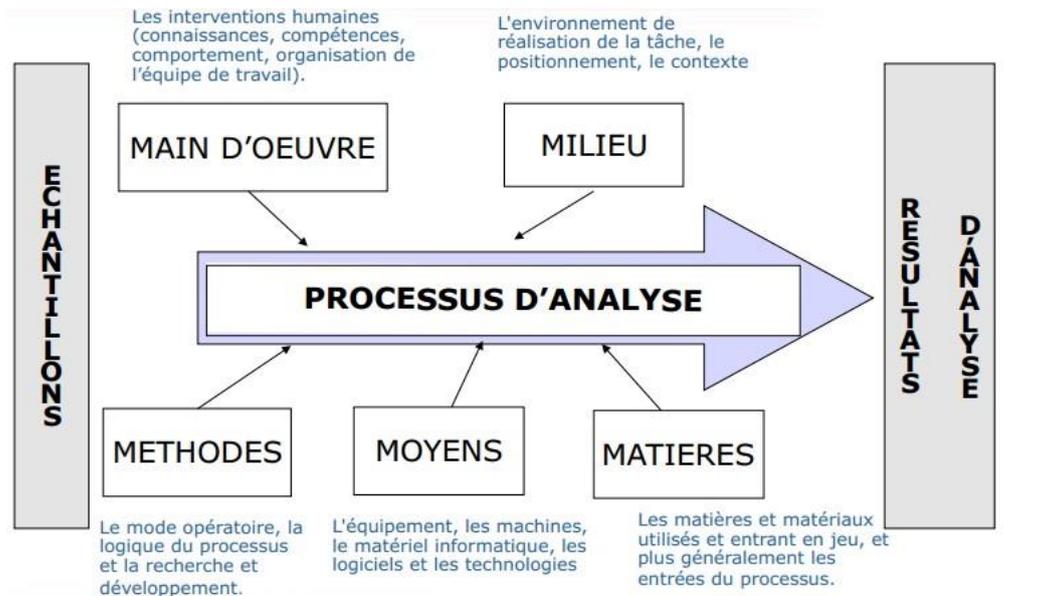


Figure 14: Modélisation de laboratoire

5. Les recommandations des BPL :

- Avoir une bonne connaissance du travail à effectuer;
- Etablir un organigramme du laboratoire;
- Assurer la qualité des mesures ;
- Organisation documentaire et traçabilité;
- S'assurer que les procédures et les modes opératoires sont mis en œuvre par le personnel;
- S'assurer que les réactifs sont disponibles, non périmés et conservés dans les conditions fixées par le fabricant;
- Vérification, nettoyage, entretien et étalonnage périodique avec relevé des opérations
- S'assurer que les installations, équipements et l'instrumentation du laboratoire sont fonctionnels;
- S'assurer que les conditions ambiantes ne sont pas susceptibles d'affecter les résultats et/ou de perturber le fonctionnement des appareils;
- Respecter l'affichage de sécurité;
- Avoir un bon comportement au laboratoire;
- Protéger les autres et soi-même;
- Étiqueter et bien stocker les produits chimiques;
- Éliminer correctement les déchets tout en prenant toutes les précautions.

6. Consignes de sécurité générales de laboratoires : [33]

6.1 Information :

- Soyez bien conscient des procédures d'urgence en vigueur sur le campus et de la manière dont les urgences qui se produisent sur le campus vous seront communiquées.
- Soyez au fait de l'emplacement et du fonctionnement du matériel d'urgence et de sécurité, y compris :
 - Extincteurs ;
 - avertisseurs manuels d'incendie ;
 - armoires d'incendie ;
 - trousse de premiers soins ;
 - trousse de déversement ;
 - installations de lavage d'urgence (douches oculaires, douches, etc.) ;
 - appareils de communication d'urgence, y compris les téléphones, boutons d'alarme (stationnaires et à distance) ;
 - itinéraires vers les sorties d'urgence, tant principales que secondaires.
- Soyez attentif aux conditions de votre milieu de travail, y compris des conditions potentiellement dangereuses qui peuvent se développer.
- Signalez rapidement les conditions dangereuses, les accidents, les incidents, les accidents évités de justesse et les préoccupations à votre superviseur.
- Effectuez la formation obligatoire (y compris la formation propre au poste occupé).
- Assurez-vous que les panneaux (qui indiquent les dangers associés au laboratoire, la personne ou l'équipe responsable, l'équipement de protection individuelle requis, etc.) sont bien visibles sur les portes menant au laboratoire.

6.2 Usage approprié des laboratoires :

- Gardez les espaces de travail propres et libres de tout encombrement (y compris les produits chimiques, les spécimens, etc.).
- Il est interdit de fumer, de manger, de boire et de mâcher de la gomme dans les laboratoires ou les ateliers.
- Il est interdit de courir ou de se bousculer dans les laboratoires, ou encore d'utiliser son équipement de façon inappropriée.
- Gardez les portes des laboratoires et des ateliers fermées pour assurer l'équilibre du débit d'air dans les laboratoires.
- Les sorties, les couloirs et l'équipement d'urgence (douches oculaires et faciales, douches d'urgence, extincteurs, trousse de premiers soins, trousse de déversement et panneaux électriques) doivent demeurer dégagés et accessibles en tout temps.
- Gardez les portes des laboratoires fermées afin d'assurer leur sécurité et de permettre aux mesures d'ingénierie (ventilation, hottes, etc.) de fonctionner adéquatement.

6.3 Réalisation d'expériences et exécution du travail :

- N'effectuez jamais de travaux, de préparations ou d'expériences non autorisés.
- Lorsque vous faites une expérience, effectuez au préalable une évaluation du risque pour un projet. Appliquez des mesures de contrôle raisonnables pour les tâches prévues.
- Mettez à jour les protocoles expérimentaux en fonction des renseignements applicables en matière de santé et de sécurité, par exemple en déterminant les étapes particulièrement dangereuses qui doivent être effectuées conformément à des mesures de contrôle spéciales (sous une hotte, par exemple).
- Assurez vous de lire et de comprendre la fiche de données de sécurité (FDS) avant d'utiliser un produit. N'utilisez que des matières dont vous connaissez les propriétés dangereuses (inflammabilité, réactivité, toxicité, etc.), les directives de stockage et de manipulation, la façon dont elles interagissent avec d'autres substances et les procédures d'urgence connexes.
 - Avant de procéder à une expérience, assurez-vous que l'équipement n'est pas endommagé.
 - Choisissez un lieu approprié pour l'expérience. Les expériences à base de matières dangereuses devraient être effectuées sous une hotte d'aération ou

conformément aux méthodes de confinement qui s'imposent.

- Avisez les utilisateurs avec qui vous partagez l'espace de laboratoire des expériences dangereuses en cours d'exécution.
- Ne laissez pas une expérience sans surveillance. Au besoin, affichez dans le laboratoire un avertissement en indiquant votre nom et le numéro de téléphone pour vous joindre directement.
- Étiquetez les réactifs et échantillons conformément aux mesures législatives du SIMDUT.
- Vérifiez les propriétés à l'expiration (état, date, etc.) des matières dangereuses.
- Gardez l'inventaire des produits chimiques du laboratoire à jour. Ne retirez aucun produit chimique du laboratoire sans en mettre à jour l'inventaire (y compris les matières éliminées comme déchets dangereux).
- Entreposez les matières dangereuses en fonction de leurs compatibilités chimiques.
- Entreposez les matières dangereuses dans des endroits appropriés (armoires d'entreposage des produits inflammables ou corrosifs).
 - Les flacons de réactif, pleins ou vides, ne doivent pas être entreposés sur le plancher ou dans un évier.
 - Transportez les produits chimiques dangereux et les résidus chimiques à l'aide de transporteurs secondaires ou sur des chariots de transport spéciaux.
- Ne pipetez pas avec votre bouche.
- Effectuez le travail dans un endroit conçu pour atténuer les propriétés dangereuses des matières.
- Nettoyez immédiatement les déversements conformément à la procédure d'intervention et de récupération en cas de déversement appropriée pour la matière en question. Assurez vous que du matériel de nettoyage est disponible avant de commencer le travail.
- Portez l'équipement de protection individuelle et utilisez les dispositifs de sécurité de mise.

6.4 Sortie du laboratoire :

- Nettoyez votre espace de travail avant de sortir du laboratoire. Assurez-vous d'avoir rangé
- L'équipement et les matières dans les aires d'entreposage appropriées.
- Assurez-vous que les contacts d'urgence sont à jour.
- Effectuez une vérification de la sécurité à la fin de chaque expérience ou de chaque journée de travail. Assurez vous que le gaz, l'eau, l'électricité, les tubes à vide, la ventilation et les éléments chauffants sont fermés ou sécurisés.
- Abaissez les volets des hottes.
- Retirez votre équipement de protection (y compris les gants et sarraus) dans le laboratoire et laissez-le dans ce dernier.
- Lavez-vous les mains.

7. Avant d'entreprendre des travaux :

Planifier :

Quelle est la portée du projet?

Qui est responsable de quoi?

Quelles sont les exigences légales (s'il y a lieu)?

Quelles seront les méthodes de travail?

Quels sont les dangers associés au projet? Quels sont les risques?

Faire :

Affecter le personnel compétent au projet.

Mettre en œuvre des mesures de maîtrise du risque.

Mener le projet.

Documenter le projet et tenir les registres.

Vérifier :

Est-ce que tout se déroule comme prévu? À quoi le voit-on

Agir :

Des ajustements ou des modifications sont-ils nécessaires? Faut-il mettre en œuvre des mesures correctives?

Les évaluations du risque peuvent être revues par le gestionnaire des risques, de la santé et

de la sécurité ou le Bureau de la gestion du risque. L'objectif de cette révision est d'offrir un avis supplémentaire en matière d'identification des dangers et d'atténuation des risques. Le superviseur et le chercheur principal demeurent responsables de la planification et de l'exécution sécuritaire des travaux.

8. Contrôles d'ingénierie et équipement de laboratoire :

Après l'hygiène, les contrôles techniques sont le deuxième moyen le plus important de contrôler l'exposition aux dangers. Les contrôles techniques sont tout ce qui est construit ou installé pour séparer les personnes des risques chimiques, biologiques ou physiques, et peuvent inclure des hottes, des enceintes de sécurité biologique, des boîtes à gants, une ventilation par aspiration locale, des écrans de sécurité et des installations de stockage appropriées.

8.1 Les hottes : ^[35]

Les hottes à fumée sont utilisées pour empêcher l'exposition aux produits chimiques dangereux et odorants du laboratoire, des utilisateurs du laboratoire et de l'utilisateur.

Dispositif destiné à aspirer les vapeurs, gaz ou aérosols toxiques du poste de travail lorsque les produits manipulés en émettent. On l'appelle, d'ailleurs, hotte aspirante ou hotte d'aspiration. Elle protège la personne contre ces émissions toxiques durant les manipulations. C'est un système ouvert qu'on peut raccorder ou non à l'extérieur.

Une hotte doit être utilisée si une procédure chimique proposée présente l'une des caractéristiques suivantes :

- Les concentrations dans l'air peuvent approcher le niveau d'action (ou la limite d'exposition admissible)
- Les vapeurs inflammables peuvent approcher un dixième de la limite inférieure d'explosivité
- Des matériaux de toxicité inconnue sont utilisés ou générés
- L'odeur produite est gênante pour les occupants du laboratoire ou les unités adjacentes.

Les procédures qui peuvent généralement être effectuées en toute sécurité à l'extérieur de la hotte comprennent celles qui impliquent ce qui suit :

- Solutions à base d'eau de sels, d'acides dilués, de bases ou d'autres réactifs
- Liquides ou solides à très faible volatilité
- Systèmes fermés qui ne permettent pas une fuite importante dans l'environnement du laboratoire
- Quantités extrêmement faibles de produits chimiques autrement problématiques. La procédure elle-même doit être évaluée pour son potentiel d'augmentation de la volatilité ou de production d'aérosols.

8.1.1 Les différents types de filtres d'une hotte de laboratoire :

Il existe plusieurs types de filtres pour une hotte de laboratoire. Celle-ci en a

normalement deux : un pré filtre qui capture les grosses particules telles les poussières, puis un filtre principal avec un grade d'efficacité plus ou moins élevé. Dans tous les cas, ils doivent être conformes avec la norme NF EN 1822 – 1.

Le filtre principal du dispositif peut être un :

- EPA : filtre à air éliminant jusqu'à 95 % des particules au-dessus de 3 µm.
- HEPA : filtre à air haute efficacité éliminant jusqu'à plus de 99,99 % les particules au-dessus de 0,3 µm (classe très connues sous des appellations H13 et H14).
- ULPA : filtre à air à pénétration ultra faible éliminant plus de 99,999 % des particules au-dessus de 0,12 µm
- Filtre au charbon actif éliminant les gaz, vapeurs et odeurs indésirables et les éléments chimiques tels que les acides, bases, solvants, etc.
- Filtre / lampe Ultraviolet détruisant les micro-organismes (bactéries, germes, microbes, moisissures, virus, etc.).

8.1.2 Règles générales concernant les hottes de laboratoire :

8.1.2.1 Pratiques de travail générales :

- Procédez à une vérification de la hotte avant de vous en servir. Si vous observez des anomalies,
- signalez-les immédiatement à votre superviseur, et n'utilisez pas la hotte.

On considère généralement que la vitesse frontale d'une hotte standard doit se situer entre 80 et 100 pi/min (entre 0,4 et 0,5 m/s) pour bien protéger l'utilisateur. Vous pouvez vérifier rapidement la vitesse frontale en regardant le moniteur situé sur le côté de la hotte ou en tenant un essuie-tout ou un mouchoir près de l'ouverture de la hotte. L'essuie-tout ou le mouchoir devrait être légèrement aspiré dans la hotte. Pour en savoir plus sur la vitesse frontale.

- Placez le moins de matériel et de produits possible dans la hotte.
- Abaissez la vitre le plus possible. Gardez la vitre abaissée sous le niveau indiqué.
- Si la hotte est munie d'une vitre horizontale, travaillez avec la vitre fermée entre vous et l'ouverture de la hotte. Gardez la vitre fermée le plus possible.
- Placez l'équipement à au moins 15 ou 20 cm (6 ou 8 po) du bord de la hotte.
- Soulevez les pièces d'équipement volumineuses et encombrantes pour permettre à l'air de circuler en dessous. Assurez-vous que rien ne vient empêcher la circulation de l'air dans la hotte.
- Veillez à ne pas obstruer ni boucher les fentes, les ouvertures ou les déflecteurs de la hotte.
- Quand vous n'utilisez pas la hotte, laissez la vitre baissée (s'il s'agit d'une vitre verticale) ou fermée (s'il s'agit d'une vitre horizontale).
- Évitez les courants transversaux à l'extérieur de la hotte et la création de turbulences dans la hotte.
- L'entretien mécanique et la vérification des hottes sont effectués chaque année par les
- Immeubles. Prenez connaissance de la plus récente date inscrite sur l'autocollant d'inspection.

Si la date est antérieure à l'année civile précédente, informez-en votre superviseur, le directeur du laboratoire ou le gestionnaire des installations.

- N'utilisez pas la hotte jusqu'à ce qu'elle soit vérifiée de nouveau.
- Portez l'équipement de protection individuelle requis pour le travail que vous faites, même lorsque vous travaillez dans une hotte.

8.1.2.2 Règles générales de fonctionnement :

- Travaillez toujours avec le châssis de la hotte aussi bas que possible (pas plus haut que 50 cm). Le travail de l'ouvrant bas de la hotte augmente les performances de la hotte. La position basse du châssis n'est pas seulement une économie d'énergie, mais possède également une propriété de protection de sécurité pendant les expériences.
- Pour des performances optimales de la hotte, il doit y avoir une distance d'au moins 15 cm entre les matériaux et la face des événements ou les ouvertures du déflecteur à l'arrière de la hotte ne doivent en aucun cas être bloquées.
- Tout appareil de laboratoire doit être surélevé d'au moins 2,5 cm au-dessus de la surface de travail de la hotte pour améliorer la circulation de l'air dans la hotte. Des supports d'établi ou des éléments tels que des blocs, des supports de tubes à essai en métal ou d'autres éléments qui ne réagissent pas avec le ou les produits chimiques utilisés doivent être utilisés).
- Les fenêtres et les portes doivent rester fermées dans le laboratoire et minimiser la circulation
- devant la hotte lorsque la hotte est opérationnelle. Les mouvements rapides doivent également être réduits lors du travail dans la hotte, y compris l'ouverture et la fermeture du châssis. Ces étapes mentionnées ci-dessus aideront à prévenir les courants d'air, qui peuvent entraîner des fuites de vapeurs dangereuses de la hotte et dans la zone de travail des utilisateurs du laboratoire.

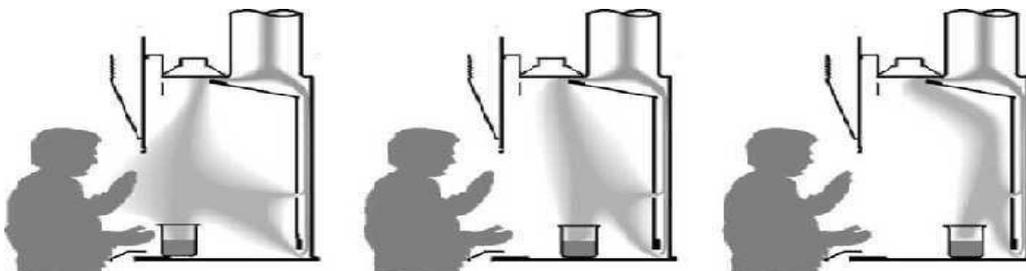


Figure 15: Effet du placement du matériel : (de gauche à droite) mauvais placement, bon placement, meilleur placement.

8.2 Boîtes à gants : ^[36]

Les boîtes à gants de laboratoire prennent la forme d'enceintes hermétiques inox avec une face de travail transparente, des gants de manipulation, des unités de contrôle et de régulation, des systèmes de transfert et de purification sophistiqués. Elles permettent de manipuler des matières et des produits qui ne doivent pas entrer en contact avec l'air ambiant ni se propager dans l'environnement.

L'enceinte d'une boîte à gant de laboratoire étant totalement protectrice et amenée à un niveau de pression inférieur ou supérieur à la pression atmosphérique, les opérateurs peuvent se charger de leurs missions en toute sécurité. Leurs dispositifs de sécurité se déclenchent automatiquement en cas d'anomalies.

On peut, par exemple, utiliser une boîte à gant de laboratoire lorsqu'on a besoin de manipuler des substances volatiles, toxiques ou radioactives, des agents pathogènes, des principes actifs, des matières sensibles à l'air ambiant, etc. Grâce à la transparence des parois et aux gants montants ou manchettes, l'opérateur travaille plus confortablement.

La configuration des boîtes à gants dépend de l'application. Les boîtes à gants peuvent être sous vide ou en surpression. Les boîtes à gants sous vide sont conçues pour protéger l'opérateur et l'environnement ambiant des matériaux ou des processus ; les boîtes à gants sous pression positive sont destinées à fournir une atmosphère inerte aux matériaux ou procédés. L'environnement de la boîte à gants peut être inerte (par exemple azote, argon, hélium), stérile, sec ou autrement contrôlé. Certaines boîtes à gants sont équipées de filtres (par exemple HEPA) tandis que d'autres évacuent vers un conduit de hotte ou un conduit dédié. Divers contrôleurs, capteurs et équipements tels que des manomètres, des capteurs d'oxygène, des contrôleurs de température et des purificateurs pourraient être fixés à la boîte à gants.

Une boîte à gants doit être entretenue et inspectée régulièrement pour maintenir son niveau de protection des deux côtés. Les fabricants et les recommandations réglementaires concernant l'inspection et la maintenance doivent être systématiquement mises en œuvre. Les boîtes à gants dédiées aux produits chimiques ou procédés dangereux sont exemptées de l'inspection de routine.

8.3 Boucliers de sécurité :

Les écrans de sécurité, tels que la ceinture coulissante d'une hotte, sont conçus pour protéger le personnel contre les éclaboussures soudaines ou la libération par explosion d'acides, de bases, d'oxydants ou d'agents réducteurs hautement concentrés : l'exigence de base pour les réactions effectuées sous vide ou à haute pression est les écrans de sécurité. . En plus de cela, la modification de la procédure expérimentale telle que la mise à l'échelle ou la première expérience doit également être effectuée derrière le bouclier de sécurité.

8.4 Armoires de rangement ventilées :

Les armoires de rangement ventilées (Figure 13) sont des équipements de laboratoire dotés d'un système de ventilation forcée. Elles peuvent être utilisées de manière autonome avec leur propre système d'extraction, ou bien être positionnées sous une Sorbonne et reliées à son conduit. Ces armoires ont été spécialement conçues pour assurer le stockage sécurisé de produits chimiques émettant des vapeurs et des odeurs dangereuses. La ventilation forcée aspire efficacement ces fumées afin de maintenir un environnement sain.



Figure 16: Armoires adaptées au stockage de produits chimiques acides- basiques ou solides (à gauche) et armoires adaptées au stockage de produits chimiques combustibles.

8.5 Armoires à gaz comprimé :

Les gaz hautement toxiques ou odorants doivent être utilisés et stockés dans des armoires à gaz (Figure 14). En cas de fuite ou de rupture, une armoire à gaz empêchera le gaz de contaminer le laboratoire.

Les armoires à gaz doivent être connectées à la ventilation d'échappement du laboratoire à l'aide d'un conduit dur, plutôt que d'un tube éléphant, car ce tube est plus susceptible de développer des fuites. Des tubes coaxiaux doivent être utilisés pour acheminer le gaz de la bouteille à l'appareil. Le tube coaxial consiste en un tube interne contenant le gaz toxique, à l'intérieur d'un autre tube. Entre les deux ensembles de tubes se trouve de l'azote, qui est maintenu à une pression supérieure à la pression de refoulement du gaz toxique. Cela garantit qu'en cas de fuite dans le tube intérieur, le gaz ne s'infiltrera pas dans la pièce.



Figure 17: Armoire à gaz comprimé

8.6 Ventilation de laboratoire : [36]

La ventilation de laboratoire est un système essentiel pour assurer la sécurité et le confort des opérations dans un laboratoire. Elle consiste en un ensemble de dispositifs et de mesures visant à maintenir un environnement contrôlé en termes de circulation d'air, de

filtration et d'évacuation des contaminants.

La ventilation de laboratoire peut être réalisée à l'aide de différentes techniques, telles que la ventilation générale diluée, la ventilation par sorbonne, la ventilation localisée ou encore la ventilation de confinement.

La ventilation générale diluée consiste à maintenir un flux d'air constant à travers le laboratoire pour diluer les contaminants et assurer un renouvellement régulier de l'air. Cela se fait généralement à l'aide de systèmes de ventilation mécanique qui expulsent l'air vicié à l'extérieur et apportent de l'air frais.

La ventilation par sorbonne est utilisée lorsque des substances chimiques potentiellement dangereuses sont manipulées. Elle implique l'utilisation d'une hotte aspirante, ou sorbonne, qui aspire les vapeurs, les gaz ou les particules nocives générées lors des expériences ou des manipulations. Ces contaminants sont ensuite évacués vers l'extérieur à travers un conduit de ventilation.

La position de l'écran doit être adaptée à la phase de travail avec pour objectif de réduire au maximum l'ouverture.

On peut distinguer :

- la position de travail, appliquée lors des phases de dégagement des polluants, comprise entre les fermetures partielle et maximale définies ci-dessus ;
- la position de maintenance qui délimite une ouverture plus grande, nécessaire à l'entretien de la sorbonne ou à l'installation de matériel dans le volume de travail ; cette position ne doit pas être utilisée lors de la manipulation de produits dans la sorbonne car le confinement n'est alors pas suffisant et la protection de l'opérateur en cas de projection est plus faible.

L'écran mobile, situé sur la face avant, peut être à mouvement vertical ou horizontal. La manœuvre manuelle de l'écran est facilitée par un dispositif d'équilibrage. Lorsque l'écran est à mouvement horizontal, il comporte plusieurs sections.

Certains écrans à mouvement vertical sont composés de plusieurs sections à coulissement horizontal.

La position de l'écran détermine les dimensions de l'ouverture par laquelle un écoulement d'air caractérisé par sa vitesse – dite vitesse frontale – réalise le confinement des polluants générés dans le volume de travail.

Le plenum d'extraction, au dos de la sorbonne, répartit le débit d'air aspiré entre les fentes d'extraction, dont le nombre, la position et la largeur sont variables selon les constructeurs. Le conduit d'extraction est raccordé à un ventilateur.

Autrefois, dans la très grande majorité des cas, le ventilateur délivrait un débit constant quelle que soit la position de l'écran mobile. Dans le cas d'une telle sorbonne à débit constant, la vitesse frontale de l'air varie en proportion inverse de la surface de l'ouverture. Aujourd'hui, pour des questions d'économies d'énergie, de nombreuses sorbonnes sont installées avec 2 vitesses d'aspiration (Petite vitesse qui passe automatiquement en Grande vitesse à partir de 10-15 cm d'ouverture) ou sont à débit variable

Les types particuliers de sorbonnes décrits ci-après permettent de réaliser des économies d'énergie. Toutefois, il convient dans tous les cas de minimiser le débit d'air en appliquant

des principes de bon sens consistant, par exemple lors de la conception, à éviter des largeurs de sorbonnes excessives ou, en exploitation, à pratiquer l'intermittence de l'extraction.

Sorbonnes à débit variable :

Le principe du débit d'air extrait variable en fonction de la surface de l'ouverture permet de limiter la vitesse frontale lorsque cette ouverture est réduite. Il présente en outre l'intérêt d'ajuster les rejets d'air chauffé au minimum requis par la ventilation efficace de la sorbonne. On notera que la réduction du débit d'extraction permet la réduction concomitante du bruit et des courants d'air produits par les bouches d'insufflation d'air dans les locaux.

La réduction du débit aspiré ne doit cependant pas se traduire, par défaut de dilution dans la

sorbonne, par un accroissement de concentration des produits susceptibles d'être dégagés tel qu'il y ait dépassement des 25 % de la LIE (limite inférieure d'explosivité) à l'intérieur de la sorbonne.

La variation de débit peut être obtenue soit par paliers grâce à un ventilateur à deux ou trois vitesses, soit en continu par l'une des techniques suivantes (par ordre décroissant d'efficacité) : ventilateur à vitesse variable, inclineurs à l'aspiration, registre piloté. Le réglage du débit extrait est commandé par des capteurs de repérage de la position de l'écran ou par un capteur de vitesse d'air placé dans un orifice percé sur une paroi de la sorbonne. Ce dernier mesure la vitesse de l'air passant par l'orifice, qui est assimilée à la vitesse d'air frontale.

Les sorbonnes doivent assurer en permanence la protection des opérateurs. En raison de la complexité technique de ce type de sorbonne, il est impératif de faire appel à des concepteurs et des installateurs ayant une solide expérience des systèmes de régulation des débits extraits et de l'indispensable asservissement de la compensation d'air à l'extraction. Le problème est encore plus délicat en présence de plusieurs ventilateurs et dans le cas de modifications d'installations existantes, avec le risque de déséquilibrer le fonctionnement aéraulique.

Sorbonnes à air auxiliaire :

Le principe de fonctionnement des sorbonnes à air auxiliaire est d'alimenter partiellement la sorbonne avec de l'air pris directement à l'extérieur. Cet air subit donc un traitement climatique moins coûteux que celui pris dans le local. Par rapport au cas précédent, seul se pose le problème de réduction excessive du débit aspiré dans le local de travail, lorsque la ventilation générale du local est uniquement assurée par le fonctionnement des sorbonnes.

Une sorbonne à air auxiliaire externe est une sorbonne à laquelle est ajouté un système composé d'un conduit, d'un ventilateur et d'un caisson placé en partie supérieure de la face avant qui souffle un courant d'air vers le bas dans un plan parallèle à la face externe de l'écran. Certains caissons encadrent en plus les deux côtés de la sorbonne, soufflant l'air auxiliaire externe dans trois directions. Comme il existe un rapport nominal, déterminé par le fabricant, entre le débit de l'air auxiliaire et celui extrait par la sorbonne, il convient que le premier soit asservi au second.

Dans certaines réalisations, l'air auxiliaire est soufflé directement dans la sorbonne, dite

alors à air auxiliaire interne. Cette disposition est critiquable car délicate à maîtriser ; elle risque de perturber l'écoulement interne de la sorbonne sans pour autant permettre de réduire le débit d'air chauffé aspiré par l'ouverture. De plus, le débit de l'air auxiliaire interne doit être adapté aux manipulations réalisées dans la sorbonne.

Les nombreuses réserves formulées ci-dessus se veulent dissuasives. La justification économique des sorbonnes à air auxiliaire doit faire l'objet, au cas par cas, d'une étude de rentabilité complète tenant compte des contraintes supplémentaires en matériel et entretien.

9. Règlements d'éclairage, de température et de bruit :^[38]

9.1 Éclairage :

Avoir une zone de travail bien éclairée est essentiel pour travailler en toute sécurité. Quelques points clés à retenir concernant un bon éclairage :

- L'éclairage doit être suffisant pour éclairer en toute sécurité toutes les zones de travail les ampoules qui sont montées bas et susceptibles d'être en contact doivent être protégées.
- Si le risque d'électrocution existe lors du changement d'ampoules, éteignez la source d'alimentation connectée avant de changer l'ampoule.
- Pour une élimination appropriée des ampoules fluorescentes (déchets universels),
- Par mesure d'économie d'énergie, n'oubliez pas d'éteindre vos lumières lorsque vous quittez votre laboratoire.

9.2 Température :

- Les conditions de température sont établies dans le confort thermique des utilisateurs, conformément à la norme TS EN 27243.

9.3 Bruit :

- L'exposition à un bruit excessif peut endommager votre audition de façon permanente. Le Règlement sur le bruit au travail (norme TS 2607 ISO 1999, Institut turc de normalisation, (2005). TS 2607 (ISO 1999). Acoustique - Détermination de l'exposition professionnelle au bruit et estimation de la déficience auditive induite par le bruit, Turquie.) Les niveaux de bruit doivent être relevés par LSS partout où il y a un environnement bruyant. Dans tous les cas de bruit excessif, des mesures doivent être prises pour le réduire à la source. Si cela n'est pas possible, des protections auditives doivent être mises à la disposition des utilisateurs, qui doivent les porter dans toutes les zones prescrites à haut niveau de bruit.

10. Règles bases de laboratoires :

Toutes les personnes qui ont accès à un laboratoire doivent respecter les règles de base suivantes ainsi que les prescriptions d'affichage et toute autre règle de sécurité qui serait imposée par l'autorité en place.

1. L'accès aux laboratoires, aux salles d'instrumentation et aux zones de soutien (ex. : entreposage, chambre froide) est limité aux personnes autorisées. Ces dernières doivent

- connaître les dangers et les précautions à prendre avant d'y accéder. Pour ce faire, elles doivent avoir lu la documentation pertinente et avoir suivi les formations qui leur sont offertes. De plus, elles doivent s'engager à respecter les règles par une attestation signée;
- 2.** L'autorisation du gestionnaire du laboratoire est obligatoire pour effectuer des manipulations seul dans un laboratoire;
 - 3.** Tous les laboratoires doivent constituer un manuel de procédures documentées spécifiques à leurs activités à risque;
 - 4.** Toute personne entrant dans un laboratoire doit porter des vêtements de protection, tel un sarrau, idéalement à poignets serrés. Celui-ci doit être fermé et attaché correctement. Selon le risque présent, les membres inférieurs devraient aussi être protégés adéquatement;
 - 5.** Les vêtements de protection ne doivent pas être portés à l'extérieur du laboratoire et ne doivent pas être rangés avec les vêtements de ville. Selon les risques présents, des directives différentes peuvent être émises par le gestionnaire. Les vêtements doivent être nettoyés selon les recommandations du gestionnaire;
 - 6.** Le port de chaussures appropriées aux risques présents est obligatoire;
 - 7.** Le port d'une protection oculaire appropriée aux risques présents est obligatoire;
 - 8.** Le port d'une protection respiratoire et auditive appropriée aux risques présents peut être nécessaire;
 - 9.** Le port des gants est obligatoire lorsqu'une procédure entraîne un contact cutané direct avec des matières présentant un risque. Les gants doivent être enlevés avant de quitter le laboratoire;
 - 10.** Le lavage des mains est obligatoire après avoir enlevé les gants, avant de quitter le laboratoire;
 - 11.** Il est interdit de manger, de boire ainsi que d'entreposer dans le laboratoire des aliments, des ustensiles ou des objets personnels;
 - 12.** L'utilisation du téléphone cellulaire et le port d'écouteurs sont interdits;
 - 13.** Le pipetage à la bouche est interdit;
 - 14.** Il est interdit d'appliquer du maquillage, de mettre ou d'enlever des lentilles cornéennes dans le laboratoire;
 - 15.** Les cheveux longs doivent être attachés de façon à éviter tout contact avec les produits ou les équipements utilisés;
 - 16.** Le port de bijoux est déconseillé et il peut être interdit selon le type de manipulations;
 - 17.** Les blessures, les coupures, les égratignures et les écorchures doivent être recouvertes de pansements étanches et rapportées au responsable;
 - 18.** L'utilisation d'appareils de confinement primaire, tels que des hottes chimiques et des enceintes de sécurité biologique, peut être exigée selon les propriétés des matières ou la nature des manipulations.

***Chapitre 04 : Gestion des situations
d'urgences accidentelles.***

Introduction :

Les urgences de laboratoire courantes incluent les déversements de produits chimiques, les incendies ou les explosions, les chocs électriques et les blessures du personnel. La plupart des accidents de laboratoire se produisent en raison d'une mauvaise planification ou d'un manque d'attention. Par conséquent, il est toujours préférable de prévenir les accidents (être proactif) plutôt que de devoir prendre des mesures en cas d'urgence (être réactif). Par exemple, portez toujours le bon équipement de protection individuelle (EPI) en laboratoire. L'entretien régulier des équipements de contrôle et de laboratoire est bénéfique pour prévenir les accidents de laboratoire. Cependant, une fois que la situation d'urgence se produit, il est également essentiel de savoir quoi faire. Assurez votre sécurité personnelle en premier lieu, puis appelez les intervenants d'urgence si nécessaire. L'étendue de votre réponse dépendra de la gravité de l'incident et des protocoles de laboratoire documentés pour traiter de tels incidents. Restez calme et prenez les mesures appropriées en fonction du type et du niveau d'urgence. Et l'objectif principal est de proposer des mesures et des recommandations pour améliorer la sécurité dans les laboratoires de recherche.

1. Plan d'urgence :

Le plan doit prévoir la conduite à tenir dans différentes situations :

1. Mesures de sécurité en cas de catastrophe, naturelle ou autre : incendie, inondation ou explosion par exemple ;
2. Evaluation le risque ;
3. Mesures à prendre d'exposition accidentelle et décontamination ;
4. Evacuation d'urgence du personnel ;
5. Traitement médical d'urgence des personnes exposées et des blessés ;
6. Surveillance médicale des personnes exposées ;
7. Prise en charge clinique des personnes exposées ;
8. Suivi de la situation après l'accident.

- **Lors de l'élaboration de ce plan, il faudra envisager d'inclure les points suivants :**

1. Identification des micro-organismes à haut risque ;
2. Localisation des zones à haut risque telles que laboratoires, aires de stockage ;
3. Identification du personnel et des populations à risque ;
4. Identification des responsables et de leurs responsabilités ;
5. Liste des moyens disponibles pour assurer le traitement et l'isolement des personnes exposées ou contaminées ;
6. Transport des personnes exposées ou contaminées ;
7. Approvisionnement en équipements et matériel de secours, par exemple vêtements.

2. Premières Consignes générales en cas d'urgence selon l'OMS, (2005) :

- ❖ Alertez le secouriste le plus proche ;
- ❖ Alertez les agents de sécurité ;
- ❖ La personne qui appelle doit préciser :
 - Le lieu de l'accident ;
 - Le nombre de victimes ;
 - La nature de l'urgence : malaise, coupure, brûlure ;
 - L'état de(s) la victime(s) donné des précisions sur le ou les produits ayant causés l'accident.
- ❖ Envoyez quelqu'un à l'entrée du bâtiment pour guider les secours ;
- ❖ Arrêtez les expériences en cours si cela entraîne un risque supplémentaire.

3. Procédure à suivre lors l'utilisation des produits dangereux:

3.1 En cas de déversement des produits chimiques:

Il est impératif de procéder rapidement au nettoyage des déversements de produits chimiques conformément aux directives de sécurité en cas de déversement de substances dangereuses. Ces déversements ont le potentiel de causer des dommages significatifs à vous-même ainsi qu'à votre laboratoire.

Pour les acides et bases inorganiques, il est recommandé d'utiliser des kits de neutralisation et d'absorption.

Pour d'autres types de produits chimiques, des kits spécialisés ou des matériaux absorbants tels que la vermiculite ou du sable sec peuvent être utilisés pour absorber la fuite. Une fois que la fuite a été absorbée, les résidus doivent être collectés et placés dans un sac en plastique transparent. Afin de prévenir de nouveaux dangers, il est recommandé de doubler le sac et d'y apposer une étiquette claire indiquant son contenu.

En cas de déversement en laboratoire comprennent :

- Supprimez toute source d'inflammation
- Faites évacuer les locaux adjacents si la pièce est petite ou ne peut être ventilée facilement et limitez l'accès aux personnes habilitées pour l'intervention
- Ouvrez les fenêtres
- Mettez en service les sorbonnes si le renversement a lieu dans un laboratoire
- Retirez-vous de la zone et fermez la porte en sortant
- Interdisez le passage dans la pièce
- Mettez en place un affichage signalant l'interdiction de rentrer dans la pièce concernée
- Alerte le PC sécurité
- Alerte le Service Hygiène et Sécurité

Si le déversement **est important**, les secours externes prennent le nettoyage en charge.

Dans le cas **d'un petit déversement**, pour nettoyer le produit déversé :

- Portez les EPI.
 - Absorbent le produit avec une matière inerte absorbante (vermiculite, sable, papier absorbant spécial).
 - A l'aide d'une pelle, récupérez l'absorbant et placez-le dans un récipient pouvant être fermé hermétiquement, étiquetez ce récipient en vue de l'élimination en tant que déchet chimique.
- Lavez à l'eau la zone contaminée (récupérez dans la mesure du possible les eaux de lavage pour les éliminer.



Figure 18: déversement des produits chimiques.

4. En cas de projection des produits chimiques:

Lorsqu'il y a une projection de produits chimiques au laboratoire, il est essentiel de suivre les consignes de sécurité appropriées pour minimiser les risques pour la santé. Voici quelques directives à suivre :

1. Réagir rapidement : Dès qu'une projection se produit, agissez rapidement pour réduire l'exposition et les dommages potentiels.

2. Se protéger : Assurez-vous de porter les équipements de protection individuelle appropriés, tels que des gants, des lunettes de sécurité et une blouse de laboratoire. Si nécessaire, retirez-vous de la zone dangereuse en cas de projection importante.
3. Rincer immédiatement : En cas de projection sur la peau, rincez abondamment la zone touchée à l'eau pendant au moins 15 minutes. Retirez les vêtements contaminés si nécessaire tout en rinçant.
4. Rincer les yeux : En cas de projection dans les yeux, utilisez immédiatement un rince-œil ou rincez abondamment à l'eau propre pendant au moins 15 minutes, en maintenant l'œil ouvert.
5. Alerte médicale : Si la projection est grave ou si des symptômes persistants apparaissent, demandez immédiatement une assistance médicale et signalez la nature du produit chimique impliqué.
6. Nettoyer et signaler : Après avoir pris les mesures d'urgence nécessaires, signalez l'incident au responsable du laboratoire et procédez au nettoyage approprié de la zone contaminée selon les protocoles établis.
7. Documenter l'incident : Faites un rapport détaillé de l'incident, en enregistrant les produits chimiques impliqués, les actions prises et les personnes concernées. Ceci est important pour l'évaluation des risques et la prévention future.

Il est également crucial de suivre les procédures spécifiques de sécurité du laboratoire et de recevoir une formation adéquate sur la manipulation des produits chimiques avant de commencer tout travail en laboratoire. La prévention, la préparation et une réponse rapide sont essentielles pour minimiser les risques en cas de projection de produits chimiques.

5. En cas de déversement des produits biologiques:

1. Établissez un périmètre de sécurité pour restreindre l'accès à la zone contaminée et éviter toute propagation.
2. Si le déversement est important et fuit, utilisez un boudin absorbant pour créer un périmètre de confinement supplémentaire.
3. Appliquez une solution d'hypochlorite de sodium à 5 % sur la zone affectée pour désinfecter efficacement.
4. Laissez agir la solution pendant au moins 30 minutes pour assurer une désinfection adéquate.
5. Utilisez un absorbant universel pour absorber le déversement et placez-le ensuite dans un sac à déchets biorisques.

6. Éliminez le sac à déchets biorisques dans un bac prévu à cet effet, tel qu'un bac gris à couvercle jaune, conformément aux protocoles d'élimination des déchets biologiques appropriés.
7. Nettoyez la zone contaminée en utilisant des agents de nettoyage spécifiquement recommandés pour les produits biologiques. Suivez les procédures de nettoyage appropriées pour éliminer toute trace résiduelle du déversement.
8. Effectuez une évaluation des risques et surveillez la santé des personnes exposées au déversement, le cas échéant. Consultez un professionnel de la santé ou un spécialiste en sécurité biologique si nécessaire.
9. Documentez l'incident et les actions prises, en incluant les détails sur le produit déversé, les mesures de sécurité prises et les personnes impliquées. Ces informations peuvent être précieuses pour les enquêtes ultérieures ou pour prévenir de futurs déversements.

6. En cas de projection des produits biologiques :

Voici une reformulation des procédures à suivre en cas de projection de produit biologique au laboratoire :

- Informez immédiatement le secouriste le plus proche.
- Retirez les vêtements souillés par le produit.
- Lavez la peau sous une douche de sécurité ou à l'eau courante pendant au moins 15 minutes.
- Consultez le service de médecine de prévention.
- Faites une déclaration d'accident de travail dans les 24 heures suivant l'accident en cas de lésion.
- Signalez l'accident ou l'incident à l'Assistant de prévention pour enregistrer l'événement dans le registre de santé et sécurité au travail.
- Notifiez l'incident ou l'accident au Service Hygiène et Sécurité.

6.1 En cas de projection de produit biologique dans l'œil :

- Alertez immédiatement le secouriste le plus proche.
- Lavez abondamment à l'eau (utilisez une fontaine oculaire ou un lavabo) pendant au moins 10 minutes.
- Consultez un médecin de prévention dans l'heure qui suit pour évaluer le risque infectieux, mettre à jour les vaccinations si nécessaire et éventuellement initier un suivi sérologique.
- Déclarez l'accident du travail dans les 24 heures.
- Signalez l'accident ou l'incident à l'Assistant de prévention pour enregistrer l'événement dans le registre de santé et sécurité au travail.
- Notifiez l'incident ou l'accident au Service Hygiène et Sécurité.

Il est essentiel de suivre ces procédures pour assurer une réponse adéquate en cas de projection de produit biologique et garantir la sécurité et le suivi médical appropriés.

7. Procédure à suivre lors d'Incendie et Fumée:

7.1 Laboratoire en feu:

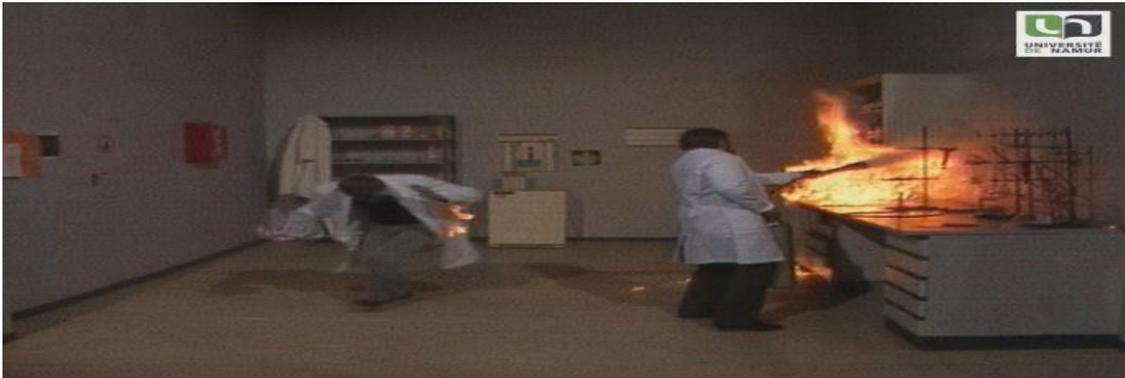


Figure 19: Laboratoire en feu

Les laboratoires, en particulier ceux qui utilisent des solvants en quantités variables, présentent une propension extrêmement élevée à rencontrer des situations dangereuses, notamment des incendies éclair, des explosions potentielles, une propagation rapide du feu et la présence des sous-produits hautement toxiques issus des processus de combustion, alors il est important d'agir rapidement en cas d'incendie et de suivre les étapes suivantes :

• Notifier:

- Les autres occupants de l'espace immédiat (crier).
- Les autres occupants du bâtiment (utiliser l'alarme incendie).
- Les intervenants d'urgence (l'alarme s'en chargera pour vous, mais un appel téléphonique est recommandé).

• Évacuer :

- La zone immédiate où se trouve le problème.
- L'espace où s'est produit le problème.
- Le bâtiment dans lequel se trouve l'espace.

• Isoler :

- Abaisser le capot de la hotte, fermer la porte du laboratoire, fermer les portes du couloir.
- Si c'est sécuritaire, tenter d'éteindre le feu en utilisant un extincteur.

7.2 Personne en feu:

Si quelqu'un prend feu dans le laboratoire, suivez ces étapes générales :

1. Alerte les autres : Criez immédiatement à l'aide pour alerter les personnes à proximité et vous assurer que les autres sont au courant de la situation.

2. Douche de sécurité ou couverture anti-feu : Si disponible, aidez la personne à accéder à la douche de sécurité ou à la couverture anti-feu la plus proche pour éteindre les flammes.

3. Activez les protocoles d'urgence : suivez les protocoles d'urgence du laboratoire, y compris l'activation de l'alarme incendie et la notification au personnel approprié responsable de la gestion des urgences.

4. Éteignez le feu : Si vous pouvez le faire en toute sécurité, utilisez un extincteur approprié pour éteindre les flammes. Visez la base du feu et balayez l'extincteur d'un côté à l'autre.

5. Appeler une assistance médicale : Appelez immédiatement les services d'urgence pour demander une assistance médicale. Indiquez-leur le lieu et la nature de l'incident.

6. Enlevez tout vêtement touché : Si les vêtements de la personne brûlent encore, aidez-la à les retirer aussi rapidement et avec précaution que possible, en évitant de les tirer par-dessus la tête.

7. Sécurité et premiers soins : évaluez l'état de la personne et prodiguez les premiers soins nécessaires, tels que la RCR ou les soins de base, si vous avez été formé à le faire.

8. Suivez les conseils médicaux : Lorsque les professionnels de la santé arrivent, fournissez-leur toutes les informations pertinentes et suivez leurs instructions pour un traitement et des soins ultérieurs.

8. Procédure à suivre lors d'accident dû à l'électricité:

- Il est crucial d'interrompre immédiatement le passage du courant en mettant l'interrupteur sur la position "0", en retirant la fiche de la prise ou en enlevant les fusibles.
- Si vous êtes vous-même victime de l'accident, faites tout votre possible pour vous libérer rapidement du circuit électrique en vous dégageant d'un bond.
- Si vous essayez de porter secours à quelqu'un, assurez-vous d'être à un endroit isolé pour votre propre sécurité, afin de libérer la personne sous tension.
- Appelez immédiatement un médecin pour obtenir une assistance médicale.
- Placez la victime dans la position latérale de sécurité.
- Si la personne accidentée cesse de respirer, commencez immédiatement la respiration artificielle.
- Si elle est inconsciente, pratiquez la respiration artificielle tout en effectuant un massage cardiaque.
- Appliquez immédiatement de l'eau froide sur les brûlures.

9. Procédure à suivre lors fuites de gaz et odeurs inconnues:

9.1 Fuite de gaz naturel :

Les fuites de gaz naturel peuvent provoquer des explosions en raison de la nature explosive. Le gaz naturel contient une substance odorante facilement détectable par l'odorat. Si une faible odeur se fait sentir à l'intérieur d'un bâtiment :

- Vérifier les sorties de gaz du laboratoire pour les vannes ouvertes.
- Pour les odeurs fortes, répandues (dans de nombreuses pièces) et/ou s'aggravant rapidement :
- Tirez l'alarme d'urgence.
- Fermez le robinet de gaz d'urgence de votre étage ou de votre zone s'il y en a un.
- Évacuez le bâtiment immédiatement, en suivant votre plan d'évacuation du bâtiment.
- Si votre zone de rassemblement est sous le vent du bâtiment, déplacez-vous vers la deuxième zone de rassemblement.
- Ne retournez pas dans un bâtiment évacué à moins d'y être invité par l'Autorité sur place (service d'incendie, service de police ou autres utilisateurs).
- Soumettre un rapport d'accident.

9.2 Fuite de gaz comprimé :

Une fuite mineure de gaz comprimé est considérée comme une petite libération lente et contrôlable de gaz qui présente un faible risque de blessure personnelle ou d'exposition. Suivez les étapes suivantes pour les fuites mineures de gaz comprimé :

1. Informer les personnes présentes dans la zone de la fuite détectée.
2. Porter les équipements de protection individuelle appropriés correspondant au risque, tels que des lunettes de sécurité, un écran facial, des gants, des tabliers, etc.
3. Si la fuite se trouve dans le système d'alimentation en gaz, fermer la vanne du cylindre et resserrer les raccords qui fuient.
4. Si la fuite se situe au niveau de la tige de la vanne du cylindre, tenter de resserrer l'écrou d'étanchéité. Faites attention de ne pas trop serrer. Si la fuite ne peut pas être arrêtée, déplacer le cylindre dans une hotte aspirante, sous une hotte d'évacuation locale ou dans une zone isolée bien ventilée pour évacuer le contenu du cylindre.
5. Si la fuite se trouve à d'autres endroits sur le cylindre (par exemple, joint d'étanchéité de la vanne, filetages de la vanne, dispositif de sécurité de pression, etc.), déplacer le cylindre dans une hotte aspirante, sous une hotte d'évacuation locale ou dans une zone isolée bien ventilée pour évacuer le contenu du cylindre.
6. Si nécessaire de déplacer un cylindre qui fuit à travers des zones peuplées du bâtiment, fixer un sac en plastique, un manchon en caoutchouc ou un dispositif similaire sur le dessus du cylindre pour confiner le gaz qui fuit.
7. Garder les gaz inflammables ou oxydants loin des matériaux combustibles.
8. Si possible, diriger les gaz corrosifs et toxiques vers un neutralisant chimique approprié.
9. Evacuer immédiatement la zone et afficher des panneaux d'avertissement pour empêcher l'accès aux autres.
10. Informer le superviseur du laboratoire et le service de santé et sécurité au travail de

l'incident.

11. Rester à l'extérieur de la zone immédiate jusqu'à ce que le contenu du cylindre soit complètement évacué.

12. Renvoyer le cylindre au fournisseur pour les réparations nécessaires.

10. Consignes de sécurité en cas de coupure, malaise ou blessure :

10.1 En cas de coupure :

- Informez le superviseur.
- Rincez la plaie avec de l'eau courante tiède pour éliminer tout contaminant chimique possible. Ne présumez pas que la coupure est propre.
- Pour une coupure sur une main gantée :
 - Si vous ne soupçonnez pas que la coupure a été injectée avec des produits chimiques, ne retirez pas immédiatement le gant. Rincez d'abord le gant pour éviter toute contamination de la coupure par des produits chimiques, puis retirez le gant.
 - Si vous soupçonnez que la coupure a été injectée avec des produits chimiques, retirez immédiatement le gant et rincez la plaie avec de l'eau tiède. Pressez la coupure pour éventuellement éliminer le produit chimique.
- Appliquez un pansement stérile et conseillez à la victime de signaler tout signe d'infection à un médecin. La trousse de premiers soins dans le laboratoire contient une pommade antibiotique triple et des pansements adhésifs.
- Si la plaie présente une possibilité de contamination par du verre brisé ou des produits chimiques, la victime doit consulter immédiatement un médecin.

10.2 En cas d'inconscience, convulsions, évanouissement, difficulté à respirer :

Appelez l'urgence si vous remarquez une personne qui est inconsciente ou qui convulse.

S'il est sécuritaire pour vous d'entrer dans la zone :

- Si la victime est inconsciente : Placez la victime sur le dos et couvrez le torse et les extrémités avec une couverture. N'essayez pas de déplacer la victime de la zone à moins qu'il n'y ait un danger immédiat. Éliminez toute présence de déversement chimique ou de verrerie cassée dans la zone.

Si la victime convulse : Retirez tout ce qui pourrait causer des blessures à la victime. Essayez de protéger la victime des dangers supplémentaires avec le moins d'interférence possible. Éliminez toute présence de déversement chimique ou de verrerie cassée dans la zone.

- Si la victime commence à vomir : tournez sa tête afin d'éviter que le contenu de l'estomac ne soit aspiré dans les poumons.
- Étourdissements : difficultés respiratoires. Si vous remarquez quelqu'un qui semble instable sur ses pieds, qui éprouvent des étourdissements ou un essoufflement, aidez-le à prendre l'air frais. Si son état ne s'améliore pas, appelez la Sécurité publique ou l'urgence.
- Évanouissement : Si un étudiant est inconscient mais respire, placez-le en position de récupération et appelez la Sécurité publique. S'il ne respire pas, appelez immédiatement l'urgence

11. Procédure d'évacuation selon l'OMS,(2005) :

- Sécurisez vos expériences et préparez-vous à sortir à l'extérieur.
- Fermez les fenêtres et la porte du laboratoire puis attendez les consignes du responsable d'évacuation ou le signal d'évacuation.
- Sortez tout de suite du bâtiment dans le calme par la sortie la plus proche et suivez les consignes des responsables d'évacuation.
- Ne prenez pas les ascenseurs.

Conclusion :

Dans ma recherche, j'ai examiné en détail les aspects essentiels de la sécurité des laboratoires scientifiques. Mon mémoire a démontré que la sécurité est une préoccupation majeure dans les laboratoires, car elle englobe la protection des individus, la prévention des accidents, la préservation de l'environnement et la protection des données sensibles.

J'ai souligné l'importance de la sensibilisation et de la formation du personnel de laboratoire en matière de sécurité. Un personnel bien informé et formé est essentiel pour réduire les risques d'accidents et de blessures. De plus, j'ai mis en évidence l'importance des protocoles et des procédures de sécurité clairs, qui doivent être régulièrement révisés et mis à jour pour répondre aux nouvelles menaces et aux dernières découvertes scientifiques.

De plus, j'ai souligné l'importance de la conception et de la mise en œuvre de mesures de sécurité physiques, telles que des équipements de protection individuelle (EPI), des systèmes de ventilation adéquats, des contrôles d'accès et des installations de lutte contre les incendies. Ces mesures contribuent à réduire les risques potentiels liés à la nature même des activités menées dans les laboratoires.

Enfin, j'ai mis en évidence l'évolution rapide des technologies et l'importance de la sécurité des données dans les laboratoires scientifiques. Les mesures de sécurité informatique, y compris la protection des données de recherche sensibles et des informations confidentielles, doivent être mises en place pour prévenir les violations de la sécurité et les atteintes à la confidentialité.

En conclusion, la sécurité des laboratoires scientifiques est un enjeu crucial qui nécessite une attention constante et une gestion proactive. En mettant en place des protocoles et des procédures de sécurité solides, en sensibilisant et en formant le personnel, en gérant correctement les produits chimiques et les déchets, en mettant en œuvre des mesures de sécurité physiques adéquates et en protégeant les données sensibles, nous pouvons créer un environnement de laboratoire plus sûr pour tous les acteurs concernés. La recherche scientifique peut alors être menée de manière plus efficace, efficiente et responsable.

Références bibliographiques :

- [1] : <https://geniecivilpdf.com/cours-hygiene-et-securite-du-travail/>
- [2] : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-7794-6_1
- [3] : L'atour, Bruno (1987). La science en action : comment suivre les scientifiques et les ingénieurs à travers la société. Cambridge : Harvard University Press.
- [4] : Guide de sécurité au laboratoire.PDF
- [5] https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/howto/gas_cylinder.PDF
- [6] <https://www.epfl.ch/campus/security-safety/activites-en-labo/dangers/dangers-cryogeniques/>
- [7] : Sécurité électrique - Le risque électrique dans les laboratoires.PDF
- [8] : <https://www.ssp.ulaval.ca/matieres-dangereuses/lasers-et-sources-optiques-dangereuses/regles-de-securite/>
- [9] : <https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/environmentalhealth/heat.fr.html>
- [10] : <https://www.gist44.fr/travail-au-froid-des-solutions-pour-mieux-protoger-vos-salaries.html>
- [11] : <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/bruit-en-milieu-de-travail>
- [12] : <https://www.inrs.fr/risques/chimiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>
- [13] : <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/simdut-2015/guide-utilisation-fiche-donnees-securite>
- [14] : Guide de Sécurité en Laboratoire.PDF
- [15] : NOTIONS DE TOXICOLOGIE.PDF
- [16] : Guidedesécuritéaulaboratoire.PDF
- [17] : <https://bioperoxil.u-bourgogne.fr/hygiene-et-securite/risque-generaux-dans-un-laboratoire>
- [18] : Le risque biologique dans les laboratoires d'analyses médicales.PDF
- [19] : Guidedesécuritéaulaboratoire.PDF
- [20] : https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC1855/F414925389_Guide_de_securite_en_laboratoire.pdf
- [21] <https://www.cchst.ca/oshanswers/prevention/ppe/glasses.html>
- [22] : <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RmPDFtJSII0J:https://dspace.univ-ouargla.dz/page/37>
- [23] : https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC1855/F414925389_Guide_de_securite_en_laboratoire.pdf
- [23] : https://www.ssp.ulaval.ca/wpcontent/uploads/2015/11/Guide_de_securite_en_laboratoire-version1.0.pdf
- [25] : <https://www.studocu.com/en-ca/document/tyndaleuniversity/lenergieeolienne/guide-de-securite-en-laboratoire/44632560/>
- [26] : <https://www.eloi-medical.com/blog/guide-achat/bien-choisir-son-equipement-de-protection-individuelle-medicale-ou-epi>
- [27] : labsafety_web (1).PDF p 13 14
- [28] : <https://docplayer.fr/4658507-Manuel-de-sante-et-securite-travail-elaboratoire-division-sante-et-securite-en-milieu-de-travail-et-d-etudes-service-des-immeubles.html>

Références

- [29] : https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SznYm43gakoJ:https://www.univusto.dz/images/coursenligne/HSL_AG.pdf&cd=18&hl=fr&ct=clnk&gl=dzpage 15. 16
- [30] : <https://www.uottawa.ca/about-us/sites/g/files/bhrs336/files/2022-11/utilisation-hottes.pdf>
- [31] : [cours-management-de-la-qualite/formation-sur-le-systeme-de-management-de-la-qualite-au-laboratoire.PDF](#)
- [32] : <http://www.u999.universite-paris-saclay.fr/images/stories/PDF/hyg-securite-BPL/BPL-FredTruffault%20.pdf>
- [33] : [manuel sécurité laboratoire.PDF](#) page 14 15 16.
- [34] : [hsl-ag.PDF](#) page 38 39.
- [35] : <https://www.uottawa.ca/about-us/sites/g/files/bhrs336/files/2022-11/utilisation-hottes.pdf>
- [36] : <https://www.jacomex.fr/boite-gants-laboratoire/>
- [37] : <https://irian-technologies.com/guide-pratique-ventilation-sorbonne-laboratoire/>
- [38] : https://fens.sabanciuniv.edu/sites/fens.sabanciuniv.edu/files/2021-08/labsafety_web.pdf
- [39] : [Manuel de sécurité biologique en laboratoire.PDF](#)
- [40] : <https://www.westlab.com/blog/8-steps-to-handling-a-laboratory-chemical-spill>
- [41] : [Manuel de sécurité biologique en laboratoire.PDF](#)
- [42] : <https://www.inrs.fr/risques/chimiques/mesures-urgence.html/>
- [43] : [Université de Sherbrooke Manuel de santé sécurité.PDF](#)
- [44] : <https://www.labmanager.com/laboratory-fire-safety-20260>
- [45] : <https://www.colorado.edu/lab/chemistry-safety/fire-safety>
- [46] : <https://www.epfl.ch/labs/lai/wp-content/uploads/2018/10/TP-Triphase-Dangers-Electricite.pdf>
- [47] : https://www.ehs.washington.edu/system/files/resources/Gas_leaks_and_odors.docx#:~:text=Evacuate%20the%20area%20turning%20off,Activate%20fire%20alarm.
- [48] : <https://www.ehs.iastate.edu/research/laboratory/forms/hazards/compressed-gas/gas-leaks>
- [49] : <https://wp.stolaf.edu/chemical-hygiene/emergencies-injuries-and-spills/>
- [50] : <https://www.slideshare.net/salahabdessemed1/hygine-et-scurit-au-laboratoire>
- [51] : <https://www.osha.gov/personal-protective-equipment>