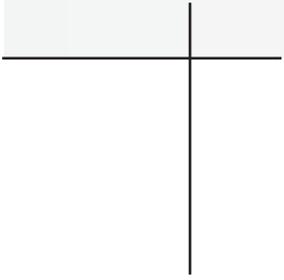


GUIDE NATIONAL DE
BIOSECURITE
ET DE
BIOSURETE
EN LABORATOIRES au Cameroun





PREFACE

Le Guide National de Biosécurité et de Biosûreté en Laboratoires au Cameroun va servir de boussole aux praticiens de Laboratoire sur les précautions à prendre lors de la manipulation, l'acheminement ou l'entreposage des agents pathogènes touchant les humains les animaux terrestres, des toxines voir des agents radioactifs au Cameroun. Il permet aux laboratoires existant ou en cours de création de se conformer aux normes prescrivant les exigences physiques en matière de confinement, opérationnelles et relatives aux essais de vérification et de performance nécessaires.

Force est de reconnaître qu'il s'agit ici, du premier document que le Cameroun se dote pour réglementer les activités qui comportent la manipulation d'agents pathogènes, de toxines et d'agents radioactifs.

Ce document met à la disposition de tous les acteurs impliqués et des chercheurs, des renseignements dont ils ont certainement besoin pour assurer la biosûreté et le biosécurité au sein de leurs laboratoires et dans leur environnement immédiat et lointain.

Sous la coordination du Professeur François-Xavier MBOPI KEOU, ce guide est le fruit d'une étroite collaboration technique multisectorielle impliquant, les experts nationaux et les partenaires au développement, notamment METABIOTA-JOHNS HOPKINS Cameroon avec un appui financier du programme Global Health Security Agenda. Aussi, au nom du Gouvernement, nous leur adressons nos sincères félicitations pour la détermination, et le dévouement qui leur ont permis de produire un travail de qualité. Il est indéniable que ce guide constitue désormais pour tous les acteurs nationaux ou extérieurs, le référentiel unique de toutes les interventions en matière de biosécurité et de biosûreté en laboratoires au Cameroun.

LE MINISTRE DE LA SANTE PUBLIQUE



Dr MALAGHIE MANAOUA

SOMMAIRE

PREFACE	iii
ACRONYMES ET ABBREVIATIONS	v
1. INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
2. DEFINITION DES TERMES TECHNIQUES	3
3. BIOSECURITE ET BIOSURETE ENLABORATOIRES	5
3.1. EVALUATION DES RISQUES	5
3.1.1. CLASSIFICATION DES MICROORGANISMES PAR GROUPE DE RISQUE.....	5
3.1.2. PROCESSUS D’EVALUATION DU RISQUE.....	6
3.2. CLASSIFICATION DES LABORATOIRES	8
3.3. MESURES DE BIOSECURITE ET BIOSURETE	9
3.3.1. CONCEPTION DES INSTALLATIONS	9
3.3.2. MESURES DE SECURITE AU LABORATOIRE	10
3.4. LABORATOIRE DE BASE (niveaux de sécurité 1 et 2)	10
3.4.1. ACCES.....	10
3.4.2. PROTECTION INDIVIDUELLE	11
3.4.3. MODES OPERATOIRES	11
3.4.4. ZONES DE TRAVAIL DU LABORATOIRE	12
3.4.5. GESTION DE LA BIOSECURITE	12
3.4.6. CONCEPTION ET AMENAGEMENT DU LABORATOIRE	12
3.4.7. APPAREILS ET EQUIPEMENTS DE LABORATOIRE	14
3.4.8. APPAREILS ET INSTRUMENTS ESSENTIELS DE SECURITE BIOLOGIQUE	15
3.4.9. SURVEILLANCE MEDICO-SANITAIRE DANS DES LABORATOIRES DE NIVEAUX DE SECURITE BIOLOGIQUE 1 et 2	15
3.5. LABORATOIRE DE CONFINEMENT (niveau de sécurité biologique 3)	16
3.5.1. CONCEPTION ET AMENAGEMENT DU LABORATOIRE.....	17
3.5.2. APPAREILS ET EQUIPEMENTS DE LABORATOIRE.....	18
3.5.3. SURVEILLANCE MEDICO-SANITAIRE DANS DES LABORATOIRES DE NIVEAUX DE SECURITE BIOLOGIQUE 3.....	19
3.6. LABORATOIRE DE CONFINEMENT A HAUTE SECURITE (niveau de sécurité biologique 4)	21
3.6.1. CODE DE BONNES PRATIQUES.....	21

3.7. REGLES DE SECURITE DES ANIMALERIES.....	22
3.7.1. REGLES DE SECURITE.....	22
3.7.1.1. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 1.....	23
3.7.1.2. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 2.....	23
3.7.1.3. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 3.....	23
3.7.1.4. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 4.....	25
3.8. REGLES DE SECURITE APPLICABLES AUX INVERTEBRES.....	26
3.9. RESSOURCES HUMAINES.....	27
3.10. LES INFRASTRUCTURES.....	27
3.11. EQUIPEMENT ET MATERIEL DE BIOSECURITE ET BIOSURETE.....	27
3.12. ENCEINTES DE SECURITE BIOLOGIQUE.....	28
4. LES BONNES PRATIQUES EN LABORATOIRE.....	31
5. PLANS D’URGENCE ET CONDUITE A TENIR EN CAS D’URGENCE.....	32
6. DESINFECTION ET STERILISATION.....	33
7. GESTION DES DÉCHETS ET CARCASSES D’ANIMAUX.....	33
8. GESTION DES ECHANTILLONS.....	34
9. SANTE AU TRAVAIL.....	35
10. SECURITE DES DONNEES.....	35
11. GESTION DES INCIDENTS ET ACCIDENTS.....	36
12. SECURITE CHIMIQUE.....	36
13. SECURITE ET TECHNOLOGIES DE RECOMBINAISON D’ADN.....	37
14. AUTRES RISQUES.....	39
15. BIOSECURITE, BIOETHIQUE ET RECHERCHE.....	43
16. MANAGEMENT ET RESPONSABILITE.....	44
17. SUIVI-EVALUATION DE LA BIOSECURITE ET BIOSURETE EN LABORATOIRE.....	46
18. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	47
19. ANNEXE: EQUIPE DE REDACTION ET LISTE DES CONTRIBUTEURS.....	48

ACRONYMES ET ABBREVIATIONS

AIEA :	Agence Internationale de l'Énergie Atomique	LANAVET :	Laboratoire National Vétérinaire
ADN :	Acide Désoxyribose Nucléique	LNSP :	Laboratoire National de Santé Publique
ANRP :	Agence Nationale de Radio Protection	MINADER :	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
CPC :	Centre Pasteur du Cameroun	MINDEF :	Ministère de la Défense
CDC :	Centers for Disease Control and Prevention	MINEPDED :	Ministère de l'Environnement, Protection de la nature et du Développement Durable
CRESAR :	Centre pour la Recherche en Santé des Armées	MINSANTE :	Ministère de la Santé Publique
E. coli :	<i>Escherichia coli</i>	OIE :	Organisation Mondiale de la Santé Animale (Office International des Epizooties)
EGPAF :	Elizabeth Glaser Pediatric AIDS Foundation	OGM :	Organisme Génétiquement Modifié
EPI :	Équipement de Protection Individuelle	OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
ESB :	Enceinte de Sécurité Biologique	ORSEC :	Organisation des Secours
GHSA :	Global Health Security Agenda	PPE :	Prophylaxie Post Exposition
GR :	Groupe de Risque	PSM :	Poste de Sécurité Microbiologique
HEPA :	High Efficiency Particulate Air	RSI :	Règlement Sanitaire International
HGD :	Hôpital Général de Douala	SLMTA :	Strengthening Laboratory Management Towards Accreditation
HGOPED :	Hôpital Gynécologique, Obstétrique et Pédiatrique de Douala	SRAS :	Syndrome Respiratoire Aigüe Sévère
IATA :	International Air Transport Association	The-IDA :	The Institute for the Development of Africa
INRS :	Institut National de Recherche et de Sécurité	VIH :	Virus de l'Immuno Déficience Humaine
ISO :	International Organisation for Standardisation		
NSB :	Niveau de Sécurité Biologique		

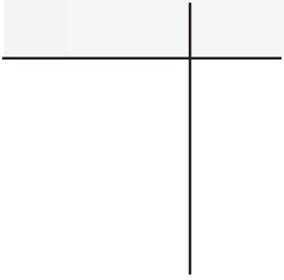
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Pictogramme international de danger biologique	10
Figure 2. Laboratoire classique de niveau de sécurité 1	13
Figure 3. Laboratoire classique de niveau de sécurité 2	13
Figure 4. Laboratoire classique au niveau 3 de sécurité biologique	19
Figure 5. Modèle de carte médical employée pour la surveillance médico-sanitaire du personnel	20
Figure 6. Symbole international de risque d'irradiation	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Classification des microorganismes par groupe de risque.	6
Tableau 2. Aspects à prendre en compte au cours de l'évaluation du risque dans un laboratoire	6
Tableau 3. Classification des laboratoires	9
Table 4. Niveaux de confinement des animaleries: pratiques et équipements de sécurité	23
Table 5. Équipements et instruments de sécurité biologique	28
Table 6. Les équipements de protection individuelle	30
Table 7. Choix d'une enceinte biologique de sécurité (ESB) en fonction du type de protection recherchée	30
Table 8. Règles générales d'incompatibilité chimique	36





1. INTRODUCTION GENERALE

Le laboratoire est un environnement sensible et complexe dont les services sont essentiels pour l'identification, la confirmation des causes des maladies courantes et en cas d'épidémie [1]. En effet, il est un maillon important dans la recherche. Il peut être le point de départ d'une épidémie et le personnel qui y travaille est exposé au risque biologique. Le risque biologique est présent lorsque des personnes peuvent être exposées à des agents biologiques infectieux notamment les bactéries, les virus, les champignons et les parasites ; les agents transmissibles non conventionnels. Ces agents sont susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication.

Il s'avère nécessaire pour le Cameroun de se doter de documents techniques donnant au personnel de laboratoire des directives pratiques en vue de l'application des règles de biosécurité et de biosûreté au laboratoire. L'application de ces règles vise à réduire les risques pour ses utilisateurs et à prévenir la propagation d'agents pathogènes dans l'environnement à l'occasion du transport des spécimens, de leur stockage, de la manipulation des germes et de l'analyse proprement dite. En définitive, il s'agit de protéger le personnel de laboratoire, la communauté en général, la population animale et l'environnement des conséquences d'une exposition aux matières infectieuses, aux animaux infectés ou aux produits chimiques/radioactifs et toxines manipulés dans les laboratoires.

La sécurité biologique au laboratoire est

tributaire de la bonne technique microbiologique et de l'utilisation judicieuse des équipements par un personnel convenablement formé. Au terme de l'évaluation conjointe externe de la mise en œuvre du Règlement Sanitaire International (RSI) de 2005 menée en 2017 [2] et de l'analyse situationnelle des laboratoires lors de l'élaboration du Plan Stratégique National de Développement des Laboratoires (PSNDL) en 2018 [3], des faiblesses ont été identifiées. Des mesures prioritaires ont été recommandées pour améliorer la sécurité et la sûreté biologique dans les laboratoires. Par ailleurs, l'élaboration d'un guide national de biosécurité et de biosûreté des laboratoires répond au besoin d'un code de bonnes pratiques visant à réglementer la manipulation de matériels biologiques potentiellement infectieux dans des conditions optimales de sécurité. Elle impose par conséquent une amélioration des techniques actuellement utilisées dans les laboratoires.

Les recommandations contenues dans ce guide reposent sur une évaluation des risques liés aux différentes techniques d'analyses mises en œuvre dans divers types de laboratoires. Les exigences de base auxquelles doivent répondre les installations et les pratiques de laboratoire peuvent cependant être adaptées aux évolutions de la réglementation ou à la suite d'une évaluation des risques. Cette évaluation nécessite du discernement et de la circonspection puisqu'une sous-estimation de ce risque expose le personnel alors qu'une estimation exagérée lui donne un surcroît

de travail inutile et entraîne une élévation des coûts infrastructurels, d'entretien et de fonctionnement du laboratoire.

Ce guide est destiné à l'usage de l'ensemble des acteurs du système de laboratoire.

Les objectifs de ce guide sont :

- d'arrimer les pratiques de laboratoire aux normes et aux nouvelles lignes directrices de l'OMS et l'OIE en matière de biosécurité,

- de fournir les informations relatives à la sécurisation des manipulations, du transport et de l'élimination du matériel et des organismes comportant des risques biologiques,
- d'harmoniser les pratiques de laboratoire actuelles au plan national.





2. DEFINITION DES TERMES TECHNIQUES

Biosécurité : ensemble des mesures visant à prévenir et à contrer les dangers liés à la manipulation et à l'utilisation de matériels biologiques dans les laboratoires de diagnostic, d'enseignement, de l'industrie et de recherche.

Biosûreté : ensemble des principes, des technologies et des pratiques opérationnelles liés au confinement qui sont mis en application pour prévenir l'exposition délibérée à des agents pathogènes ou à des toxines. La biosûreté fait donc référence aux mesures de sécurité visant à prévenir la perte, le vol, l'utilisation malveillante, le détournement et la libération intentionnelle de matières infectieuses ou de toxines. Dans le domaine agricole, la biosûreté se rapporte aux mesures de prévention qui visent à réduire au minimum le risque d'introduction d'une maladie au sein d'une population animale ou végétale et le risque de propagation d'un agent pathogène à l'intérieur d'un lieu déjà infecté.

Les concepts "biosécurité" et "biosûreté" sont essentiellement complémentaires ; en effet, l'utilisation de bonnes pratiques de biosécurité sert à renforcer les programmes de biosûreté, et vice versa.

Danger : propriété ou capacité intrinsèque d'un équipement, d'une substance, d'une méthode de travail, de causer un dommage pour la santé des travailleurs.

Risque : combinaison de la probabilité et de la (des) conséquence(s) de la survenue d'un événement dangereux spécifié.

Agent infectieux : organisme capable de provoquer des maladies chez l'homme, l'animal ou la plante.

Risque biologique : il est lié à la présence d'agents biologiques pathogènes en milieu de travail.

Situation dangereuse : situation dans laquelle une personne est exposée à un ou plusieurs phénomènes pouvant entraîner un dommage.

Exposition : situation dans laquelle une personne est soumise à un ou des agents chimiques ou biologiques, ou à un phénomène physique (bruit, rayonnements, poussières, etc.) pouvant entraîner un dommage à plus ou moins long terme.

Prévention primaire : mesures qui permettent d'éviter la survenue d'un risque en supprimant les causes. Ces mesures agissent sur les facteurs de risque avant l'accident.

Prévention secondaire : mesures qui permettent d'éviter des dommages.

Prévention tertiaire : mesures qui permettent de limiter les dommages. En évitant la survenue de complications, les séquelles, les récurrences, les incapacités professionnelles et favoriser la réinsertion.

Substance dangereuse : matière présentant un danger physique ou pour la santé. Cela inclut à la fois des produits chimiques et des agents biologiques.

Anti-infectieux : Agent qui tue les micro-organismes ou inhibe la croissance et la multiplication.

Antimicrobien : Agent qui tue les micro-organismes ou inhibe la croissance et la multiplication.

Antiseptique : Substance qui inhibe la croissance et le développement des microorganismes sans nécessairement les tuer. On applique en général les antiseptiques

sur le revêtement cutané.

Biocide : Terme général qui désigne tout agent capable de tuer des micro-organismes.

Décontamination : Tout processus destiné à éliminer ou tuer des micro-organismes. Ce terme désigne également l'élimination ou la neutralisation de produits chimiques ou radioactifs dangereux.

Désinfectant : Substance chimique ou mélange de substances chimiques utilisés pour tuer des micro-organismes, mais pas nécessairement les spores. Ils sont généralement appliqués sur des surfaces ou objets inanimés.

Désinfection : Destruction, par des moyens physiques ou chimiques, de germes mais

pas nécessairement de leurs spores.

Germicide : Substance chimique ou mélange de substances utilisés pour tuer les micro-organismes.

Microbicide : Substance chimique ou mélange de substances chimiques destiné à tuer les micro-organismes. Ce terme est souvent utilisé à la place de « biocide », « germicide » ou « anti-infectieux », dont il est synonyme.

Sporocide : Substance chimique ou mélange de substances chimiques destiné à tuer les micro-organismes et leurs spores.

Stérilisation : Processus par lequel on tue ou élimine les micro-organismes et les spores de toute nature.





3. BIOSECURITE ET BIOSURETE EN LABORATOIRES

3.1. EVALUATION DES RISQUES

3.1.1. CLASSIFICATION DES MICRO ORGANISMES PAR GROUPE DE RISQUE

Il existe une grande diversité de microorganismes, pathogènes ou non. L'établissement de groupes de risques applicables aux différents agents microbiens constitue l'un des outils les plus importants pour l'évaluation du risque microbiologique. Cette classification prend en compte plusieurs paramètres, notamment :

- La pathogénicité ;
- Le mode de transmission et la gamme d'hôtes qui peuvent dépendre de l'état immunitaire de la population locale, de la densité et de la mobilité des hôtes, de la présence de vecteurs et du niveau d'hygiène de l'environnement ;
- La possibilité de prendre localement des mesures préventives efficaces, lesquelles peuvent comprendre une prophylaxie par vaccination ou administration d'immuns sérums (immunisation passive), des mesures sanitaires concernant par exemple l'hygiène des aliments et de l'eau, l'élimination des réservoirs animaux ou des arthropodes vecteurs ;
- La possibilité de disposer localement d'un traitement efficace, immunisation passive, vaccination post-exposition, utilisation d'anti-infectieux et d'agents chimiothérapeutiques ou antiviraux, sans négliger le risque d'apparition

de souches pharmaco résistantes.

Les agents biologiques sont classés en quatre groupes en fonction de l'importance du risque d'infection qu'ils présentent [4,5] :

Groupe de risque 1 (risque faible ou nul pour les individus ou la collectivité) : Micro-organisme qui, selon toute probabilité, ne peut causer de maladie humaine ou animale.

Groupe de risque 2 (risque modéré pour les individus, faible pour la collectivité) : Germe pathogène capable de provoquer une maladie humaine ou animale mais qui ne présente vraisemblablement pas un sérieux danger pour le personnel de laboratoire, la collectivité, le bétail ou l'environnement. Une exposition en laboratoire est susceptible d'entraîner une infection grave, mais qui peut être traitée ou prévenue efficacement, par ailleurs le risque de propagation de l'infection est limité.

Groupe de risque 3 (risque important pour les individus, faible pour la collectivité) : Germe pathogène qui cause habituellement une grave maladie humaine ou animale, mais qui ne se transmet généralement pas d'un individu à l'autre. Il existe un traitement et des mesures préventives efficaces.

Groupe de risque 4 (risque important pour les individus comme pour la collectivité) : Germe pathogène qui cause habituellement une grave maladie humaine ou animale et peut se transmettre facilement d'un individu à l'autre, soit directement, soit indirectement. Il n'existe généralement ni traitement, ni mesures préventives efficaces.

Tableau 1 : Classification des microorganismes par groupe de risque [6].

Groupe	Pathogénicité chez l'homme	Danger pour le travailleur	Propagation dans la collectivité	Existence d'une prophylaxie ou d'un traitement efficace
1	Non	-	-	-
2	Oui	Oui	Peu probable	Oui
3	Oui	Oui	Possible	Oui
4	Oui	Oui	Risque élevé	Non

Un classement des agents biologiques les plus connus a été élaboré par l'Institut National de la Recherche et de Sécurité en Juin 2018.

3.1.2. PROCESSUS D'ÉVALUATION DU RISQUE

Les activités de laboratoire mettant en œuvre des micro-organismes pathogènes ou des toxines présentant des risques de dommage potentiellement importants pour l'homme et son environnement. La sécurité biologique repose essentiellement sur une évaluation du risque. Plusieurs outils peuvent être utilisés dans le cadre de cette évaluation, mais le facteur le plus important reste le jugement professionnel. L'évaluation du risque doit être confiée à ceux qui connaissent au mieux les facteurs à analyser, notamment :

- Les caractéristiques des micro-organismes sur lesquels on se propose de travailler ;
- L'appareillage et les modes opératoires à mettre en œuvre ;
- Les modèles animaux qui pourraient être utilisés ;
- Les systèmes de confinement et les installations disponibles.

L'évaluation du risque nécessite la prise en compte des aspects relatifs à la biosûreté et à la biosécurité dont les principaux sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Aspects à prendre en compte au cours de l'évaluation du risque dans un laboratoire

Biosûreté	Biosécurité
<ul style="list-style-type: none"> • Procédures de transport • La désinfection et la décontamination • Les équipements, la maintenance, l'étalonnage et la certification • Les exigences des infrastructures (bâtiments, installations) • La gestion des incidents ou accidents • Les plans d'urgence et de contingence • Les Soins de santé 	<ul style="list-style-type: none"> • Nature des agents biologiques manipulés • Inventaire et informations sur les agents pathogènes et les toxines • La sécurité générale • Les ressources humaines et la compétence • Les bonnes techniques microbiologiques • Vêtements et Equipement de Protection Individuelle(EPI)

Il est du devoir du responsable du laboratoire ou du chercheur principal de veiller à ce qu'une évaluation appropriée du risque soit effectuée périodiquement. Il doit collaborer étroitement avec le comité de sécurité de l'institution et le personnel chargé de la sécurité biologique pour que les équipements et les installations requis par les travaux envisagés soient mis à la disposition du laboratoire. Une fois le risque évalué, il est nécessaire de procéder périodiquement à un réexamen systématique de la situation et réévaluer si nécessaire en tenant compte des données nouvelles.

L'établissement de groupes de risque applicables aux différents agents microbiens est l'un des outils les plus importants pour l'évaluation du risque microbiologique. Néanmoins, connaître le groupe de risque auquel appartient un agent pathogène donné ne suffit pas pour évaluer le risque effectif. D'autres éléments d'appréciation doivent être pris en compte, à savoir :

- La pathogénicité du germe et la dose infectieuse ;
- L'issue possible d'une exposition au germe ;
- Le mode de contamination naturel ;
- Les autres voies ou modes de contamination résultant de manipulations en laboratoire (voie parentérale, particules aéroportées, voie digestive) ;
- La stabilité du germe dans l'environnement ;
- La concentration du germe et le volume de matériel biologique concentré à manipuler ;
- La présence d'un hôte approprié (humain ou animal) ;
- Les informations tirées de l'expérimentation animale, des rapports à propos d'infections contractées en laboratoire ou des rapports médicaux ;
- Le type d'opérations envisagées (traitement par les ultra-sons, production

d'aérosols, centrifugation, etc.) ;

- Toute manipulation génétique du micro-organisme susceptible d'étendre sa gamme d'hôtes ou de modifier sa virulence ou sa sensibilité aux traitements reconnus comme efficaces ;
- La possibilité d'intervenir localement à titre prophylactique ou curatif.

Les informations issues de l'évaluation du risque permettent de déterminer le niveau de sécurité requis pour les travaux envisagés, de choisir les équipements de protection individuelle et d'établir les modes opératoires normalisés intégrant des mesures complémentaires en vue d'assurer un maximum de sécurité pendant les travaux.

Echantillons pour lesquels les informations sont limitées

Si l'on ne dispose pas de données suffisantes pour apprécier correctement le risque (échantillons cliniques ou épidémiologique prélevés sur le terrain), il est plus prudent de les manipuler avec précaution :

- Les précautions habituelles doivent toujours être prises et des dispositifs mécaniques de protection (gants, blouses, lunettes) utilisés lors du prélèvement d'échantillons sur des malades ;
- Les précautions habituelles doivent toujours être prises et des dispositifs mécaniques de protection (gants, blouses, lunettes) utilisés lors du prélèvement d'échantillons sur des malades,
- Les pratiques et modes opératoires prévus pour le niveau de sécurité biologique 2 au minimum doivent être appliqués pour la manipulation des échantillons,
- Le transport des échantillons doit s'effectuer conformément à la réglementation nationale ou internationale.

Certaines données peuvent apporter un

complément d'information utile à l'évaluation du risque que représente la manipulation de ces échantillons, à savoir :

- Le dossier médical du malade ;
- Les données épidémiologiques (statistiques de morbidité et de mortalité, mode de transmission présumé, autres données fournies par l'étude de la flambée épidémique) ;
- Données relatives à l'origine géographique de l'échantillon.

Lorsque surviennent des flambées d'une maladie dont on ignore l'étiologie, des directives spéciales sont élaborées et diffusées afin d'indiquer comment préparer les échantillons pour l'expédition et préciser à quel niveau de sécurité biologique les analyses doivent être effectuées.

3.2. CLASSIFICATION DES LABORATOIRES

L'approche de classification des laboratoires prend en compte des structures de trois types, suivant la nature des activités qui y sont menées ; les laboratoires de santé humaine et animale (L), les animaleries (A) et les serres (S). Les laboratoires de santé humaine et animale sont des structures où sont prélevés et analysés divers fluides et tissus biologiques d'origine humaine ou animale. Les animaleries sont des zones d'un laboratoire, où se trouvent les animaux utilisés à des fins expérimentales ou de diagnostic. Elles peuvent être situées dans le laboratoire ou dans une pièce annexe. Les serres quant à elles sont des structures closes ou semi-ouvertes translucides, en verre ou en plastique, soutenues par une structure métallique ou en bois, destinées à la culture des végétaux utilisés à des fins expérimentales.

Afin de protéger les individus et collectivités des dangers potentiellement graves auxquels exposent la manipulation des agents pathogènes ou d'animaux et plantes

infectés, les laboratoires développent des stratégies de prévention du risque de contamination et de propagation. Les laboratoires sont ainsi classés par niveau de sécurité biologique (NSB). Le niveau de sécurité biologique est un indice composite qui prend en compte le type d'organisation, le mode de construction, les moyens de confinement, l'appareillage du laboratoire ainsi que les pratiques et modes opératoires à observer pour travailler sur des agents appartenant aux divers groupes de risque. L'on distingue ainsi 4 niveaux de sécurité biologique regroupés en trois classes de laboratoires (tableau 3) ; sécurité de base (NSB1 et NSB2), confinement (NSB3) et confinement de haute sécurité (NSB4).

Pour déterminer quel niveau de sécurité biologique en laboratoire s'applique à un agent donné, il faut procéder à une évaluation du risque. Pour cela, on doit prendre en compte non seulement le groupe de risque, mais aussi un certain nombre d'autres facteurs. Ainsi, un agent du groupe de risque 2 nécessitera généralement une installation, un appareillage, des pratiques et des modes opératoires correspondant au niveau de sécurité 2 si l'on veut que le travail s'effectue avec le minimum de risques. Cependant, si certaines manipulations impliquent la production d'aérosols très concentrés, il vaudra mieux passer au niveau de sécurité 3 pour que les conditions de sécurité soient remplies, car à ce niveau, un meilleur confinement des aérosols sera assuré dans le laboratoire.

La détermination du niveau de sécurité biologique exigé par une manipulation donnée consiste donc à apprécier le risque « en professionnel », plutôt qu'à adopter automatiquement le niveau de sécurité correspondant au groupe de risque auquel appartient l'agent pathogène en cause.

Tableau 3 : Classification des laboratoires [5].

Niveau de sécurité biologique	Descriptif de la sécurité	Type de laboratoire	Type d'agents biologiques	Exemples de laboratoire
NSB1 ou P1	Sécurité de base	Formation de base	Agents biologiques ne constituant pas un danger de maladie pour l'homme	Les laboratoires L1, les animaleries A1 et les serres S1
NSB2 ou P2	Sécurité de base	Structures de santé de niveau primaire; laboratoires d'analyses ou de recherche	Agents biologiques pouvant présenter un risque de maladie chez l'homme, mais dont la propagation est peu probable. Des traitements existent pour lutter contre ce type de maladie	Les laboratoires L2, les animaleries A2 et les serres S2
NSB3 ou P3	Confinement	Laboratoire menant des diagnostics et des recherches spécialisés	Agents biologiques pathogènes pour l'homme avec possibilité de propagation. Des traitements existent, généralement, pour lutter contre ce type de maladie.	Les laboratoires L3, les animaleries A3 et les serres S3
NSB4 ou P4	Confinement à haute sécurité	Laboratoire manipulant des germes pathogènes dangereux	Agents biologiques pouvant constituer un risque important de maladie pour l'homme et entraîner des maladies graves pour lesquels les traitements sont inexistantes ou inefficaces.	Les laboratoires L4, les animaleries A4 et les serres S4

N .B : NSB1 ou P1: Niveau de Sécurité Biologique 1 :NSB2 ou P2: Niveau de Sécurité Biologique 2 :NSB3 ou P3: Niveau de Sécurité Biologique 3 : NSB4 ou P4: Niveau de Sécurité Biologique 4 .

3.3. MESURES DE BIOSECURITE ET BIOSURETE

Les mesures de biosécurité englobent la conception appropriée des installations, la disponibilité et l'utilisation appropriée de l'EPI, de l'équipement de sécurité et des

pratiques de travail sécuritaires. Tous les dangers doivent être identifiés et une évaluation des risques effectuée régulièrement.

3.3.1. CONCEPTION DES INSTALLATIONS

La sécurité dans la conception des installations

doit être prise en compte lors de la planification initiale et de la mise en place d'un laboratoire et des évaluations continues sont nécessaires pour garantir que le travail effectué est adapté. Sans être exhaustif les éléments à prendre en compte sont les suivants :

- L'emplacement et l'agencement du laboratoire ;
- Les exigences de circulation d'air et de ventilation ;
- Les matériaux des surfaces de travail, en fonction du type de travail et de la désinfection considérée ;
- Le mobilier en matériau approprié et design ergonomique ;
- Les installations sanitaires et de lavage des mains.

3.3.2. MESURES DE SECURITE AU LABORATOIRE

Tout le personnel doit adopter les pratiques de sécurité suivantes :

- Adopter de bonnes techniques microbiologiques.
- Maintenir l'hygiène personnelle.
- Précautions appropriées lors de manipulations microbiologiques, en particulier lors de la mise en œuvre de procédures générant des aérosols.
- Stockage correct des échantillons et

des isolats de micro-organismes avec le niveau correspondant de contrôle d'accès et de maintenance des stocks.

- Décontamination adéquate et élimination appropriée des matières et déchets infectieux

3.4. LABORATOIRE DE BASE (niveaux de sécurité 1 et 2)

Les principes les plus importants à appliquer sont indiqués ci-dessous :

3.4.1. ACCES

- Le pictogramme international de danger biologique (figure 1) doit être apposé sur les portes des salles où des micro-organismes appartenant au groupe de risque 2 ou aux groupes supérieurs sont manipulés.
- Aucune personne étrangère au service y compris les enfants ne doit être autorisée à accéder dans les zones de travail du laboratoire.
- Les portes du laboratoire doivent rester fermées.
- Tout accès à l'animalerie doit être subordonné à une autorisation spéciale.
- La présence dans le laboratoire d'animaux qui ne servent pas aux expérimentations doit être interdite.



Figure 1 : Pictogramme international de danger biologique [5].

3.4.2. PROTECTION INDIVIDUELLE

Les Equipements de Protection Individuelle (EPI) et les équipements de sécurité constituent une barrière pour minimiser les risques d'exposition aux aérosols, aux éclaboussures et à l'inoculation accidentelle. Les équipements de sécurité choisis devraient être basés sur la nature du travail effectué. Les EPI comprennent notamment les vêtements de protection, les gants, les lunettes de protection. Ils doivent être utilisés, entretenus, désinfectés et stockés correctement. Les inventaires et les registres de maintenance de ces équipements doivent être conservés.

- i. Le port de combinaisons, blouses, sarraus ou uniformes est obligatoire pour le travail au laboratoire.
- ii. Le port de gants appropriés est obligatoire chaque fois qu'un geste comporte un risque de contact direct avec du sang ou autres liquides biologiques, du matériel potentiellement infectieux ou des animaux infectés. Après usage, on devra se déganter aseptiquement et se laver les mains.
- iii. Le personnel doit se laver les mains après avoir manipulé du matériel infectieux ou des animaux et avant de quitter le laboratoire.
- iv. Le port de lunettes de sécurité, d'un écran facial (visière) ou d'un autre dispositif de protection est obligatoire quand il est nécessaire d'assurer la protection des yeux ou du visage contre les projections de liquides ou l'impact d'objets ou le rayonnement ultraviolet.
- v. Le port des vêtements protecteurs (combinaisons, blouses, sarraus ou uniformes) est interdit hors du laboratoire, par exemple à la cantine, à la cafétéria, dans les bureaux, la bibliothèque, la salle du personnel ou les toilettes.
- vi. Porter des chaussures à bout ouvert (babouches, samaras, "pieds-nus", etc.) dans le laboratoire est interdit.

- vii. Manger, boire, fumer, se maquiller ou manipuler des lentilles de contact dans les zones de travail du laboratoire est interdit.
- viii. Entreposer des aliments ou des boissons en quelque point que ce soit est interdit dans des zones de travail du laboratoire.
- ix. Tous les EPI doivent être enlevés en cas de contamination ou lorsque leur utilisation n'est plus nécessaire, avec une décontamination appropriée avant d'être réutilisés ou éliminés.
- x. Les vêtements de protection qui ont été portés au laboratoire ne doivent pas être rangés dans les mêmes vestiaires ou armoires que les vêtements de ville.

3.4.3. MODES OPERATOIRES

- i. Le pipetage à la bouche est strictement interdit.
- ii. Aucun objet ou matériel ne doit être porté à la bouche; les étiquettes ne doivent pas être humectées avec la langue.
- iii. Toutes les techniques mises en œuvre doivent réduire au minimum la formation d'aérosols et de gouttelettes.
- iv. L'utilisation d'aiguilles et de seringues hypodermiques doit être limitée. Elles ne doivent en aucun cas remplacer les dispositifs de pipetage ou servir à une autre fin que les injections par voie parentérale ou le prélèvement de liquides biologiques sur les animaux de laboratoire.
- v. En cas d'accident d'exposition aux liquides ou matériels infectieux, le responsable du laboratoire doit toujours être immédiatement avisé. Les accidents et incidents survenus doivent être consignés et le rapport archivé.
- vi. Il est nécessaire d'établir par écrit une procédure de nettoyage des produits de toute nature qui viendraient à être répandus.
- vii. Les liquides contaminés doivent être décontaminés (par voie physique ou chimique) avant d'être jetés dans le

réseau d'égouts séparatif. Selon le résultat de l'évaluation du risque que représentent le ou les agents manipulés, il pourra être nécessaire de disposer d'un système de traitement des effluents.

- viii. Si des documents doivent sortir du laboratoire, ils devront avoir été protégés de toute contamination.

3.4.4. ZONES DE TRAVAIL DU LABORATOIRE

- i. Le laboratoire doit être tenu propre, en ordre et exempt de tout produit ou objet non nécessaire aux travaux.
- ii. Les surfaces de travail doivent être décontaminées au début et à la fin du travail. Ces surfaces doivent aussi être décontaminées si elles ont été souillées par des produits potentiellement dangereux pendant le travail.
- iii. Tout matériel, échantillon et culture contaminés doivent être décontaminés avant d'être éliminés ou nettoyés pour être réutilisés.
- iv. L'emballage et le transport des échantillons sont soumis à la réglementation nationale ou internationale en vigueur.
- v. Si les fenêtres peuvent être ouvertes, elles doivent être munies de grillages pour empêcher la pénétration des arthropodes.

3.4.5. GESTION DE LA BIOSECURITE

- i. Le responsable du laboratoire veille à l'élaboration et à l'adoption d'un plan de gestion de la sécurité biologique ainsi qu'un manuel de procédures de biosécurité.
- ii. Le responsable du laboratoire doit veiller à ce que le personnel reçoive une formation régulière en matière de sécurité au laboratoire.
- iii. Le personnel doit être averti des risques particuliers liés aux activités du laboratoire et est tenu de lire le manuel de procédures

de biosécurité. Il doit également suivre les instructions et protocoles normalisés. Le responsable du laboratoire devra s'assurer de la bonne compréhension et de l'application de ce manuel. Le laboratoire doit disposer d'un exemplaire dudit manuel.

- iv. Il doit exister un programme de lutte contre les arthropodes et les rongeurs.
- v. Si nécessaire, tout le personnel doit être examiné et suivi par un médecin, et un dossier médical doit être ouvert pour chacun.

3.4.6. CONCEPTION ET AMENAGEMENT DU LABORATOIRE

La conception d'un laboratoire et la définition des tâches qui lui sont assignées doivent tenir compte des situations connues pouvant engendrer des problèmes, notamment :

- i. La formation d'aérosols
- ii. Le travail sur des volumes importants ou des concentrations élevées de micro-organismes
- iii. Un personnel ou des appareils trop nombreux au regard de la place disponible
- iv. L'infestation par des rongeurs ou des arthropodes
- v. L'entrée ou l'accès au laboratoire,
- vi. L'ordonnancement des tâches : utilisation d'échantillons et de réactifs particuliers.

Les figures 2 et 3 donnent des exemples d'aménagement de laboratoires aux niveaux de sécurité biologique 1 et 2. Dans sa conception, le laboratoire doit répondre aux exigences ci-après.

- i. Le laboratoire doit être suffisamment spacieux pour qu'on puisse travailler en toute sécurité et procéder facilement au nettoyage et à la maintenance,
- ii. Les murs, les plafonds et les sols doivent être lisses, faciles à nettoyer, imperméables aux liquides et résistants aux produits chimiques et aux désinfectants normalement utilisés dans le laboratoire. Les revêtements

du sol doivent être antidérapants,
iii. Les surfaces de travail doivent être imperméables à l'eau, résistantes aux désinfectants, aux acides, aux bases et aux solvants organiques et pouvoir supporter une chaleur modérée,
iv. L'éclairage doit être suffisant pour tous types de travaux. Veiller à éviter les reflets gênants et les lumières éblouissantes,

v. Le mobilier de laboratoire doit être solide. Veiller à ce que les espaces libres, entre et sous les surfaces de travail, les enceintes et les divers appareils soient accessibles au nettoyage.

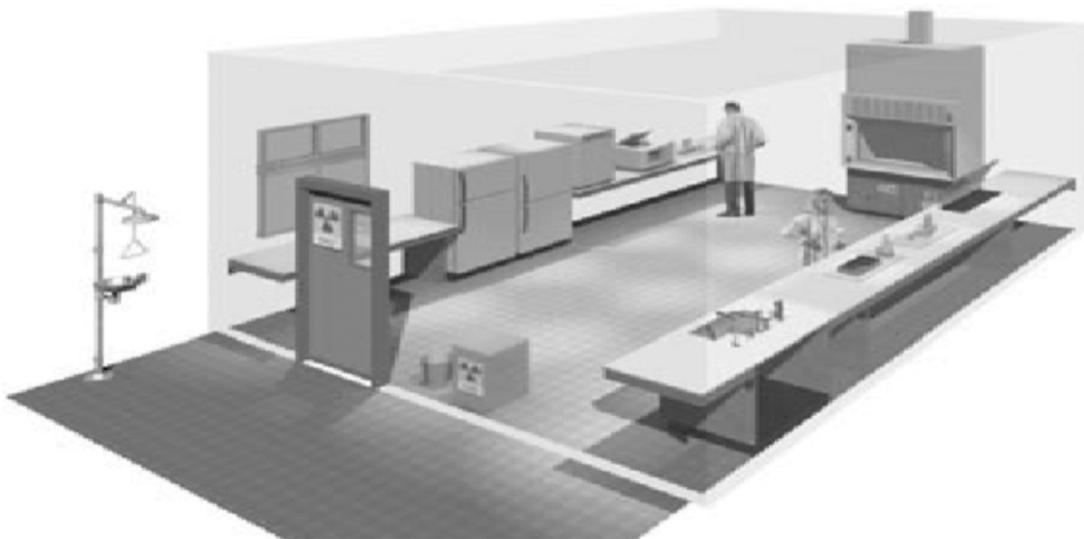


Figure 2 : Laboratoire classique de niveau de sécurité 1 [5].

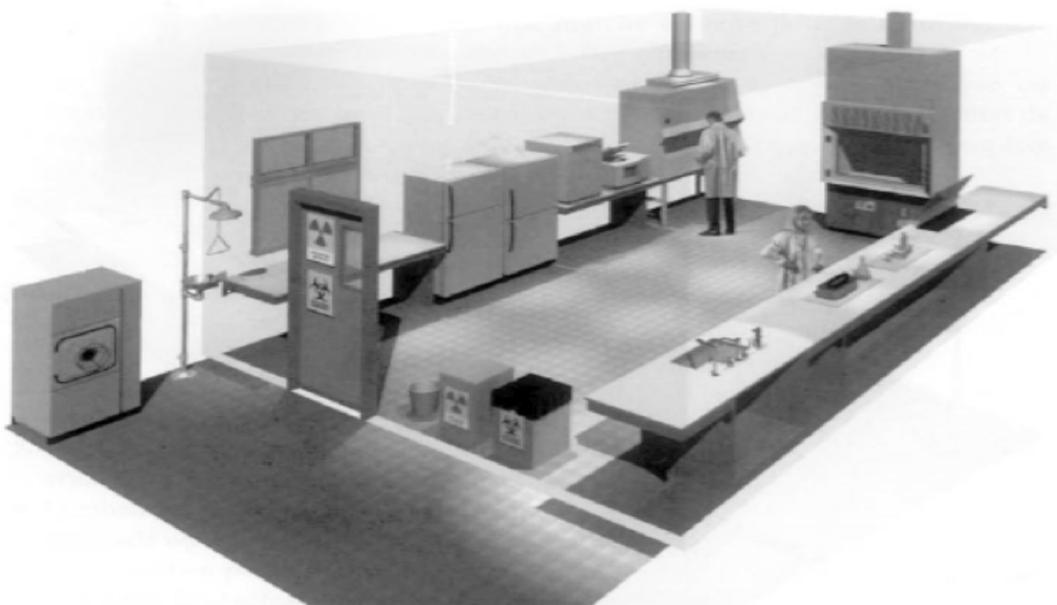


Figure 3 : Laboratoire classique de niveau de sécurité 2 [5].

- vi. Les espaces de rangement doivent pouvoir recevoir le matériel courant, de manière à éviter l'encombrement des paillasses et des zones de passage. Prévoir également des espaces pour le stockage de longue durée, qui devront être commodément situés, hors des zones de travail.
- vii. Prévoir la place et les moyens matériels permettant de manipuler et d'entreposer sans danger les solvants, les substances radioactives ainsi que les gaz comprimés et liquéfiés.
- viii. Les vestiaires pour les vêtements de ville et les objets personnels doivent se trouver en dehors des zones de travail.
- ix. Les zones prévues pour se restaurer, boire ou se reposer doivent également se trouver en dehors des zones de travail.
- x. Installer des lavabos, si possible avec l'eau courante, dans chaque salle du laboratoire, de préférence près de la porte.
- xi. Les portes doivent être munies de panneaux transparents, avoir une résistance au feu convenable et comporter de préférence un système de fermeture automatique.
- xii. Au niveau de sécurité biologique 2, il doit y avoir un autoclave ou autre moyen de décontamination à distance suffisamment proche du laboratoire,
- xiii. Les systèmes de sécurité doivent couvrir les risques d'incendie, les accidents d'origine électrique et comporter une douche de sécurité ainsi qu'un rince-yeux,
- xiv. Prévoir des zones ou des salles de premiers soins, convenablement équipées et facilement accessibles.
- xv. Dans le plan de toute nouvelle installation, il faudra prévoir un système de ventilation mécanique assurant un flux d'air dirigé vers l'intérieur sans recyclage. A défaut, les fenêtres doivent pouvoir s'ouvrir et être munies d'un grillage anti-arthropodes.
- xvi. Il est indispensable que l'alimentation en

eau soit fiable et de bonne qualité. Il ne doit y avoir aucune interconnexion entre les branchements destinés au travail du laboratoire et le réseau d'eau potable. Le réseau public d'adduction doit être protégé par un dispositif anti-retour.

- xvii. L'alimentation électrique doit être fiable et de puissance suffisante ; il faut prévoir un éclairage de secours permettant de sortir en cas de nécessité. Le laboratoire doit disposer d'un groupe électrogène ou toute autre source d'énergie alternative pour l'alimentation des équipements indispensables.
- xviii. L'alimentation en gaz doit être fiable et suffisante. Il est impératif d'assurer le bon entretien de cette installation.
- xix. Il arrive que les laboratoires et les animaleries soient la cible de vandales. L'installation de systèmes de protection physique et de sécurité anti-incendie doit être envisagée. Il est indispensable de renforcer les portes, d'équiper les fenêtres de grillages et de limiter le nombre de clés. Le cas échéant, étudier et mettre en place toute autre mesure susceptible d'améliorer la sécurité.

3.4.7. APPAREILS ET EQUIPEMENTS DE LABORATOIRE

Le responsable du laboratoire doit s'assurer que les appareils et équipements sont adéquats et correctement utilisés. Ces derniers doivent être choisis en fonction d'un certain nombre de principes généraux tels que :

- i. Etre conçus pour empêcher ou limiter les contacts entre l'opérateur et le matériel infectieux
- ii. Etre faits de matériaux imperméables aux liquides, résistants à la corrosion et conformes aux normes de solidité
- iii. Etre dépourvus d'aspérités, de bords tranchants et d'éléments mobiles non protégés
- iv. Etre conçus, réalisés et installés de façon à

être faciles à utiliser, à réviser, à nettoyer, à décontaminer et à soumettre aux essais de conformité. Dans la mesure du possible, éviter d'utiliser de la verrerie et autres matériaux fragiles.

Des spécifications détaillées portant sur la fabrication et le fonctionnement sont nécessaires pour que les appareils soient conformes aux normes de sécurité.

3.4.8. APPAREILS ET INSTRUMENTS ESSENTIELS DE SECURITE BIOLOGIQUE

- i. Dispositifs de pipetage pour remplacer le pipetage à la bouche ;
 - ii. Enceintes de sécurité biologique, à utiliser systématiquement dans les situations suivantes :
 - Manipulation de matériel infectieux.
 - Existence d'un risque accru d'infection aéroportée.
 - Techniques comportant un risque élevé de formation d'aérosols : par exemple, centrifugation, broyage, mélange, agitation ou mixage énergiques, désagrégation par ultra-sons, ouverture de récipients contenant du matériel infectieux lorsque la pression intérieure peut être différente de la pression ambiante, inoculation intranasale d'animaux et récolte de tissus infectés sur des animaux ou des œufs.
 - iii. Anses de transfert jetables en matière plastique ou incinérateurs électriques pour anses de transfert placés dans une enceinte de sécurité biologique en vue de réduire la formation d'aérosols ;
 - iv. Tubes et flacons à bouchon vissé.
 - v. Autoclaves ou autres dispositifs appropriés, pour décontaminer le matériel infectieux.
 - vi. Pipettes Pasteur jetables, en plastique si possible, plutôt qu'en verre ;
- Vérifier, par des essais appropriés, que les divers équipements ou appareils tels qu'autoclaves ou enceintes de sécurité

biologique sont conformes aux spécifications, conformément aux instructions du fabricant.

3.4.9. SURVEILLANCE MEDICO-SANITAIRE DANS DES LABORATOIRES DE NIVEAUX DE SECURITE BIOLOGIQUE 1 et 2

Il incombe à l'employeur, par l'entremise du responsable du laboratoire, de veiller à ce que la santé du personnel soit surveillée de façon satisfaisante. Cette surveillance a pour objectif de dépister les maladies d'origine professionnelle. Pour y parvenir, il faut :

- i. Assurer l'immunisation passive (vaccination) du personnel lorsqu'il y a lieu ;
- ii. Faciliter le dépistage précoce des infections contractées au laboratoire ;
- iii. Ne pas confier de manipulations à haut risque aux personnes particulièrement vulnérables (par ex. les femmes enceintes ou les sujets immunodéprimés) ;
- iv. Prendre des mesures de protection adéquates et veiller à l'efficacité des dispositifs de protection

Lignes directrices pour la surveillance des travailleurs qui manipulent des microorganismes au niveau 1 de sécurité biologique

- i. Tous les candidats à un poste dans un laboratoire doivent passer une visite médicale d'embauche pour rechercher les antécédents médicaux.
- ii. Toute pathologie ou accident de laboratoire doit être signalé sans délai.
- iii. Tous les membres du personnel doivent mesurer combien il est important de maintenir la qualité des techniques microbiologiques.

Lignes directrices pour la surveillance des travailleurs qui manipulent des microorganismes au niveau de sécurité biologique 2

- i. Une visite médicale d'embauche s'impose avant l'affectation à un poste dans un laboratoire. Cet examen comportera une anamnèse à la recherche des antécédents médicaux et un bilan médical spécifique

- de l'aptitude professionnelle sera effectué.
- ii. La direction du laboratoire devra tenir un registre des absences et des maladies du personnel.
 - iii. Les femmes en âge de procréer devront être informées du danger que représente, pour l'enfant à naître, l'exposition professionnelle à certains micro-organismes, comme le virus de la rubéole. Les mesures spécifiques à prendre pour assurer la protection du fœtus varient selon la nature du germe auquel la future mère peut être exposée.

3.5. LABORATOIRE DE CONFINEMENT (niveau de sécurité biologique 3)

Le laboratoire de confinement – niveau de sécurité biologique 3- est conçu et prévu pour les travaux faisant intervenir des micro-organismes du groupe de risque 3 et des volumes importants ou de fortes concentrations de micro-organismes du groupe de risque 2 dont la manipulation risque davantage de provoquer la diffusion d'aérosols.

Les agents biologiques recommandés pour être manipulés dans les laboratoires de niveau 3 sont entre autres :

Les bactéries

- *Bacillus anthracis* ;
- *Burkholderia pseudomallei* ;
- *Brucella* spp. (sauf *B. ovis*) ;
- *Clostridium botulinum* ;
- *Francisella tularensis* ;
- Complexe *Mycobacterium tuberculosis* ;
- *Yersinia pestis*

Les virus

- *Virus de la dengue*;
- *Hanta virus*;
- *Virus grippal de type A (sous-types H2, H5 et H7...)* ;
- *Virus de l'encéphalite japonaise (vaccination pré-exposition recommandée)* ;

- *Virus de la variole de singe (Monkey pox)* ;
- *Virus de la rage ou virus apparenté à la rage (vaccination pré-exposition recommandée)* ;
- *Virus de la fièvre de la vallée du Rift* ;
- *Coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS)* ;
- *Virus du Nil occidental* ;
- *Virus de la fièvre jaune (vaccination pré-exposition recommandée)*.

Champignons

- *Blastomyces dermatitidis*;
- *Coccidioides* spp. ;
- *Histoplasma capsulatum* ;
- *Paracoccidioides brasiliensis*;

Le degré de confinement qu'implique le niveau de sécurité 3 exige le renforcement des programmes de travail et de sécurité par rapport à ceux des laboratoires de base – niveaux de sécurité biologique 1 et 2. Les recommandations qui figurent dans la présente section viennent en additif à celles qui concernent les laboratoires de base – niveaux de sécurité biologique 1 et 2, lesquelles doivent donc être appliquées avant les recommandations particulières aux laboratoires de confinement – niveau de sécurité biologique 3.

Les additions et modification les plus importantes concernent :

- La conception et l'aménagement du laboratoire ;
- Le code de bonnes pratiques ;
- La surveillance médico-sanitaire.

Les laboratoires de cette catégorie doivent être agréés et répertoriés par les autorités sanitaires compétentes, nationales ou autres.

Le code de bonnes pratiques, définit pour les laboratoires de base – niveaux de sécurité biologique 1 et 2, s'applique moyennant les modifications suivantes :

- i. Le panneau de danger biologique (voir figure 1) apposé sur la porte du laboratoire

- doit indiquer le niveau de sécurité biologique et le nom du chef de laboratoire responsable de l'accès aux locaux et préciser en outre les conditions particulières d'entrée dans la zone, vaccination par exemple.
- ii. Les vêtements protecteurs à porter obligatoirement au laboratoire, doivent être du type suivant : tabliers, blouses, sarraus, tenues de nettoyage, combinaisons, coiffes et, le cas échéant, couvre-chaussures et chaussures spéciales. Les blouses ordinaires de laboratoire qui boutonnent devant ne conviennent pas, de même que les manches qui ne couvrent pas entièrement les avant-bras. Les vêtements de laboratoire ne doivent pas être portés à l'extérieur et seront décontaminés avant le blanchissage. Il peut être justifié d'ôter ses vêtements de ville pour revêtir une tenue de laboratoire appropriée lorsqu'on travaille sur certains agents pathogènes (ravageurs ou agents responsables de zoonoses par exemple).
 - iii. Tout matériel potentiellement infectieux doit normalement être manipulé dans une enceinte de sécurité biologique ou tout autre dispositif de confinement primaire.
 - iv. Le port d'un masque respiratoire peut être nécessaire pour certaines manipulations ou lorsque on travaille sur des animaux porteurs de certains germes pathogènes.

3.5.1. CONCEPTION ET AMÉNAGEMENT DU LABORATOIRE

Les recommandations relatives à la conception et à l'aménagement des laboratoires de base – niveaux de sécurité biologique 1 et 2 s'appliquent en plus de celles citées ci-dessous :

- i. Le laboratoire doit être séparé des zones de passage non réglementées, à l'intérieur du bâtiment. On peut compléter l'isolement en plaçant le laboratoire au fond d'un couloir sans ouverture sur l'extérieur, en construisant une cloison munie d'une porte ou encore en n'ouvrant l'accès que

par un vestibule (par exemple un sas à double entrée ou le laboratoire de base – niveau de sécurité biologique 2) délimitant une zone spécialement conçue pour maintenir une différence de pression entre le laboratoire et les espaces contigus. Le vestibule doit être aménagé pour la séparation des vêtements protecteurs sales et propres et disposer d'une douche si nécessaire.

- ii. Les portes du vestibule doivent être à fermeture automatique et à verrouillage asservi de sorte qu'une seule porte puisse être ouverte à la fois. Un panneau à briser en cas d'urgence doit être prévu.
- iii. La surface des murs, des sols et des plafonds doit résister à l'eau et être facile à nettoyer. Les orifices ménagés dans ces surfaces (pour la tuyauterie par exemple) doivent être scellés pour faciliter la décontamination des salles.
- iv. Le laboratoire doit pouvoir être fermé hermétiquement pour être décontaminé. Des gaines seront installées pour permettre une désinfection gazeuse (fumigation).
- v. Les fenêtres doivent être fermées hermétiquement et résister aux chocs.
- vi. Un lavabo pouvant être commandé sans l'aide des mains sera placé près de chaque porte de sortie.
- vii. Le système de ventilation doit créer un courant d'air dirigé de la zone d'accès vers l'intérieur de la salle. Un dispositif de contrôle visuel, muni ou non d'une alarme, doit être installé, de manière que le personnel puisse s'assurer que le flux d'air est toujours correctement dirigé.
- viii. Le système de ventilation doit être construit de manière à ce que l'air qui sort du laboratoire de confinement (niveau de sécurité biologique 3), ne soit pas recyclé dans d'autres zones du bâtiment. L'air peut être filtré (au moyen d'un filtre à particules de haute efficacité (HEPA), reconditionné et recyclé à l'intérieur de

- ce laboratoire. L'air évacué du laboratoire (autre que celui qui sort des enceintes de sécurité biologique) sera rejeté directement à l'extérieur du bâtiment, de façon à être dispersé loin des bâtiments occupés et des prises d'air. Selon les agents utilisés, on pourra évacuer cet air en le faisant passer au préalable à travers des filtres HEPA. Installer un système de régulation du chauffage, de la ventilation et de la climatisation qui évite toute surpression permanente dans le laboratoire. Envisager l'installation d'un dispositif d'alarme acoustique ou visuelle parfaitement distinct pour prévenir le personnel en cas de panne du système de régulation.
- ix. Les filtres HEPA doivent tous être installés de manière à permettre la décontamination gazeuse ou les essais de fonctionnement.
 - x. Les enceintes de sécurité biologique doivent être situées hors des zones de passage et des courants d'air entre les portes et les systèmes de ventilation.
 - xi. L'air qui sort des enceintes de sécurité de classe I et II, après passage au travers des filtres HEPA, doit être évacué sans perturber le flux d'air, ni dans l'enceinte, ni dans le système d'aération du bâtiment.
 - xii. Il faut disposer, dans la salle même du laboratoire, d'un autoclave pour la décontamination des déchets. Si les déchets infectieux doivent être transportés à l'extérieur du laboratoire de confinement pour décontamination et élimination, le transport doit s'effectuer dans des conteneurs incassables, hermétiquement fermés et étanches, conformément à la réglementation nationale ou internationale, selon le cas.
 - xiii. L'alimentation en eau sera munie de dispositifs anti-retour. Les conduites d'aspiration (circuit de vide) devront être protégées par des pièges à liquide désinfectant, des filtres HEPA ou des dispositifs équivalents. Les pompes à

vide devront également être protégées par des pièges et des filtres HEPA.

- xiv. La conception d'un laboratoire de confinement et les techniques mises en œuvre dans ce type de laboratoire doivent s'appuyer sur une documentation appropriée (La figure 4 donne un exemple d'aménagement d'un laboratoire au niveau de sécurité biologique 3).

3.5.2. APPAREILS ET EQUIPEMENTS DE LABORATOIRE

Le choix des appareils, des équipements, des matériels de laboratoire et des enceintes de sécurité biologique repose sur les mêmes principes que pour les laboratoires de base (niveau de sécurité biologique 2). Toutefois, dans un laboratoire niveau de sécurité biologique 3, la manipulation de tous les matériels potentiellement infectieux (échantillon ou objet souillé) doit s'effectuer dans une enceinte de sécurité biologique ou avec tout autre dispositif de confinement primaire. L'utilisation de certains appareils tels que les centrifugeuses nécessitent des dispositifs de confinement supplémentaires comme godets/ nacelles de sécurité ou confinement du rotor. Certaines centrifugeuses ou d'autres appareils comme les trieurs de cellules qui sont prévus pour travailler sur des cellules infectées, peuvent nécessiter l'installation d'une ventilation supplémentaire avec filtre HEPA pour un confinement efficace.

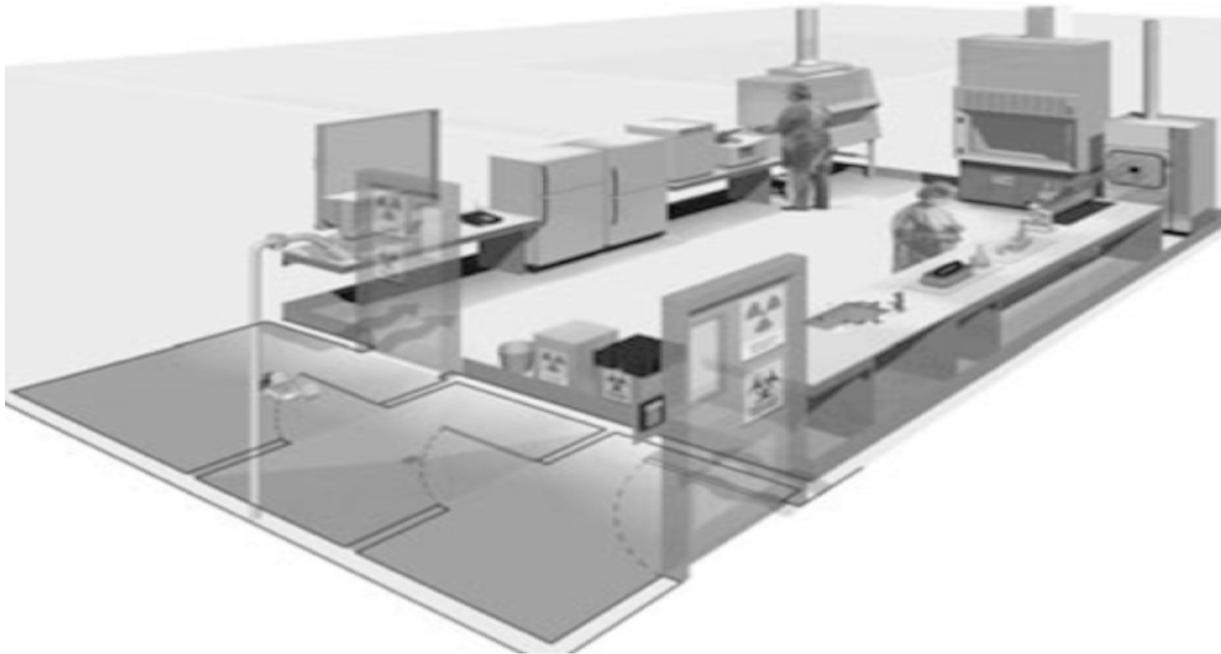


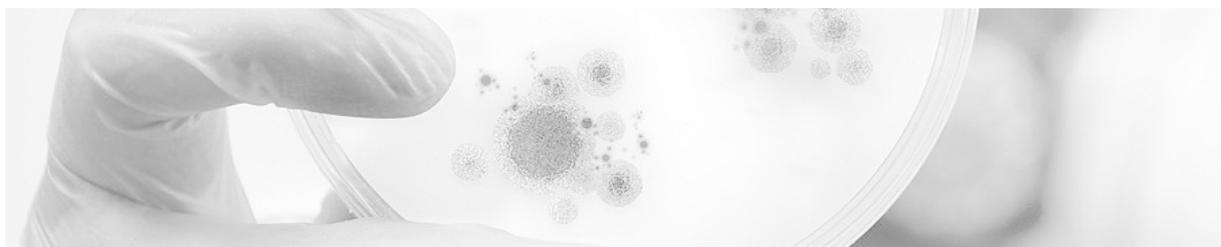
Figure 4 : *Laboratoire classique au niveau 3 de sécurité biologique (Laboratoire séparé du lieu de passage général et accessible par un vestibule qui peut être soit une entrée à double porte, soit le laboratoire de base –NSB2, ou par un sas à air. Le laboratoire est équipé d'un autoclave pour la décontamination des déchets avant leur élimination ainsi que d'un évier à commande « mains libres ». L'air circule de l'extérieur vers l'intérieur et toutes les manipulations sur du matériel biologique infectieux sont effectuées dans une enceinte de sécurité biologique –ESB) [5].*

3.5.3. SURVEILLANCE MEDICO-SANITAIRE DANS DES LABORATOIRES DE NIVEAUX DE SECURITE BIOLOGIQUE 3

Les objectifs des programmes de surveillance médico-sanitaire des laboratoires de base niveaux de sécurité biologique 1 et 2, s'appliquent également aux laboratoires de confinement – niveau de sécurité biologique 3, moyennant les modifications suivantes :

i. La visite médicale est obligatoire pour tout personnel qui travaille dans le laboratoire de confinement. Elle devra comporter une anamnèse à la recherche des antécédents médicaux et un examen physique destiné à vérifier si la personne est médicalement apte

à exercer ce type d'activité professionnelle.
 ii. Si le bilan médical est satisfaisant, l'intéressé recevra une carte médicale (figure 5) attestant qu'il est employé dans un établissement où se trouve un laboratoire de confinement – niveau de sécurité biologique 3. Cette carte, que le titulaire devra toujours porter sur lui, comportera la photographie du titulaire et devra pouvoir être rangée dans un portefeuille ou un porte-cartes. Elle devra également indiquer le nom de la ou des personnes à contacter en cas de problème. Ces personnes seront désignées dans la structure, mais pourraient être le responsable du laboratoire, le conseiller médical ou le responsable de biosécurité.



A-Recto

SURVEILLANCE MEDICAL	
Nom _____	<i>Photo du Titulaire</i>

A L'INTENTION DE L'EMPLOYE	
Conserver cette carte sur vous. En cas d'accès febrile inexpliqué, presenter cette carte à votre médecin et indiquer les personnes à joindre dans l'ordre de la liste.	
Dr _____	Tel. professionnel: _____
_____	Tel. personnel: _____
Dr _____	Tel. professionnel: _____
_____	Tel. personnel: _____

B-Verso

A L'INTENTION DU MEDECIN	
Le titulaire de cette carte est employé a/au _____	
Dans une zone ou sont présente des virus, des rickettsaes, des bactéries, des protozoaires ou des helminthes pathogens. En cas d'accès febrile inexpliqué, prier de prendre contact avec l'employeur pour obtenir des informations sur les agent auquel l'employé a pu être exposé.	
Nom du Laboratoire _____	
Adresse _____	

Tel: _____	

Figure 5 : Modèle de carte médicale employée pour la surveillance médico-sanitaire du personnel [5].

3.6. LABORATOIRE DE CONFINEMENT A HAUTE SECURITE

(niveau de sécurité biologique 4)

Le laboratoire de confinement à haute sécurité – niveau de sécurité biologique 4, est conçu pour les travaux sur des micro-organismes du groupe de risque 4.

Les agents recommandés pour être manipulés dans les laboratoires de niveau 4 sont entre autres :

- Virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo ;
- Virus Ebola ;
- Virus Guaranito ;
- Virus Hendra ;
- Virus de l'herpès simiae (virus B) ;
- Virus Junin ;
- Virus de la maladie de la forêt de Kyasanur ;
- Virus de Lassa ;
- Virus Machupo ;
- Virus de Marburg ;
- Virus Nipah ;
- Virus de la fièvre hémorragique d'Omsk ;
- Virus Sabia ;
- Virus de l'encéphalite à tiques ;
- Virus de la variole.

Avant de construire et de mettre en service un tel laboratoire, il convient d'ouvrir des consultations approfondies avec des institutions ayant l'expertise et l'expérience du fonctionnement de ce genre d'installation. Les laboratoires de confinement à haute sécurité opérationnels – niveau de sécurité biologique 4 doivent être placés sous le contrôle des autorités sanitaires compétentes, nationales ou autres. Les informations qui suivent sont une simple introduction. Toute personne ou institution qui souhaiterait mettre en place un laboratoire de confinement à haute sécurité – niveau de sécurité biologique 4 est invitée à prendre

contact avec le Programme sur la sécurité biologique de l'OMS ou de l'OIE pour plus de renseignements.

3.6.1. CODE DE BONNES PRATIQUES

Les dispositions du code de bonnes pratiques relatives au niveau de sécurité biologique 3 restent valables, en plus de celles citées ci-après :

- i. Personne ne doit travailler seul dans le laboratoire à un moment donné ; la règle du travail en binôme au moins doit être strictement appliquée. Cette règle prend toute son importance dans un laboratoire – niveau de sécurité biologique 4, où le port de combinaisons de protection individuelle pressurisées est obligatoire.
- ii. Le personnel doit changer complètement de vêtements et de chaussures avant de pénétrer dans le laboratoire et avant de sortir. Une douche est obligatoire avant la sortie.
- iii. Le personnel doit s'entraîner à la conduite à tenir pour l'évacuation d'urgence de personnes blessées ou prises de malaise.
- iv. Un système de communication doit être mis en place entre les membres du personnel qui travaillent dans un laboratoire de confinement à haute sécurité – niveau de sécurité biologique 4 et le personnel extérieur, que ce soit pour les contacts habituels ou en situation d'urgence.

Il n'existe actuellement aucun laboratoire de NSB-4 au Cameroun. Les organismes vivants du groupe de risque 4 (GR4) ne doivent pas être manipulés. Tout matériel suspecté de contenir des agents GR4 nécessitant des tests de confirmation en laboratoire doit être emballé conformément aux recommandations des Nations Unies [7-11] et aux directives de l'Association du Transport Aérien International (IATA) [7], et envoyé aux laboratoires disposant des installations de sécurité adéquates

3.7. REGLES DE SECURITE DES ANIMALERIES

Les animaux sont souvent utilisés à des fins expérimentales ou de diagnostic, l'utilisateur a l'obligation morale de prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter de les faire souffrir inutilement (assurer le bien-être animal). Les animaux doivent être gardés de manière confortable, hygiénique, et recevoir de l'eau et des aliments de bonne qualité en quantité suffisante. Pour des raisons de sûreté, l'animalerie doit être indépendante et séparée du laboratoire. Dans le cas contraire, elle sera conçue de manière à pouvoir être isolée des zones publiques du laboratoire, et à pouvoir être décontaminée et déparasitée facilement.

Les animaleries doivent être conçues en fonction du groupe de risque auquel les germes étudiés sur les animaux appartiennent. Leur conception doit également prendre en compte l'évaluation du risque qu'ils représentent.

Les facteurs suivants sont à prendre en compte dans le cas des agents pathogènes utilisés dans un laboratoire d'expérimentation animale :

- La voie normale de transmission ;
- Les volumes et concentrations des inoculums qui seront utilisés ;
- La voie d'inoculation ;
- La voie possible d'excrétion.

Quant aux animaux d'expérimentation utilisés au laboratoire, les facteurs suivants sont à prendre en compte :

- La sensibilité de l'animal au germe étudié ;
- L'âge et le sexe de l'animal ;
- La nature des animaux, à savoir leur agressivité et leur tendance à mordre ou à griffer
- La nature de leurs ecto ou endoparasites ;
- Les zoonoses auxquelles ils sont sensibles ;
- La propagation possible d'allergènes et germes pathogènes.

3.7.1. REGLES DE SECURITE

Comme dans le cas des laboratoires, les exigences relatives à la conception, à l'équipement et aux précautions à observer sont d'autant plus rigoureuses que le niveau de sécurité biologique est plus élevé. Elles sont résumées dans le tableau 4 ci-dessous.



Tableau 4 : Niveaux de confinement des animaleries: pratiques et équipements de sécurité, adaptée de [4].

Groupe de risque	Niveau de confinement	Pratiques de Laboratoire et Equipements de Sécurité
I	NSBA-1	Accès limité vêtements protecteurs et gants.
II	NSBA-2	En plus des recommandations de NSBA-1, inclure les panneaux de danger biologique: ESB de classe I ou II pour les activités génératrices d'aérosols. Décontaminer les déchets et les cages avant le lavage.
III	NSBA-3	En plus des recommandations de NSBA-2, noter que l'accès est réglementé. ESB et vêtements protecteurs spéciaux recommandés pour toutes les activités.
IV	NSBA-4	En plus des recommandations de NSBA-3 noter que l'accès strictement limités. Changer de vêtements avant d'entrer. Utiliser un ESB de classe III ou combinaisons pressurisées. Prendre une douche avant de sortir. Décontaminer tous les déchets avant la sortie.

Les directives de sécurité biologique sont cumulatives, c'est-à-dire qu'à chaque niveau de sécurité s'appliquent toutes celles qui valent pour les niveaux inférieurs.

3.7.1.1. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 1

C'est le niveau qui convient pour conserver la plupart des animaux d'élevage après la quarantaine (à l'exception des primates, à propos desquels il convient de consulter les autorités compétentes) et les animaux inoculés volontairement avec des agents du groupe de risque 1. A ce niveau les conditions suivantes doivent être respectées :

- Une bonne technique microbiologique est indispensable ;
- Le responsable de l'animalerie doit déterminer la ligne de conduite générale ;
- Les procédures et les protocoles applicables à l'ensemble des opérations et à l'accès au vivarium doivent être disponibles;
- Une surveillance médicale appropriée du personnel doit être instituée ;

- Un guide d'hygiène et sécurité ou un manuel pratique de sécurité doit être rédigé et le personnel doit s'y conformer.

3.7.1.2. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 2

C'est le niveau qui convient pour le travail sur les animaux inoculés volontairement avec des agents appartenant au groupe de risque 2. Les mesures de sécurité suivantes sont applicables :

- Toutes les exigences relatives aux animaleries – sécurité biologique niveau 1, doivent être respectées.
- Des panneaux de danger biologique (voir figure1) seront apposés sur les portes et autres endroits appropriés.
- L'animalerie doit être conçue de manière à pouvoir être nettoyée et entretenue

- facilement.
- iv. Les portes doivent s'ouvrir vers l'intérieur et se fermer automatiquement.
 - v. Les locaux doivent être convenablement chauffés, ventilés et éclairés.
 - vi. Si la ventilation est mécanique, le flux d'air doit être dirigé vers l'intérieur. L'air vicié est évacué à l'extérieur et ne doit en aucun cas être recyclé, où que ce soit dans le bâtiment.
 - vii. L'accès doit être limité aux personnes autorisées.
 - viii. A part les animaux destinés à l'expérimentation, aucun autre animal ne doit être introduit dans les locaux.
 - ix. Un programme de lutte contre les arthropodes et les rongeurs doit être mis en place.
 - x. S'il y a des fenêtres, elles doivent être sécurisées, résister aux chocs et si elles sont susceptibles d'être ouvertes, comporter des grillages pour empêcher le passage des arthropodes.
 - xi. Les plans de travail seront décontaminés avec des désinfectants efficaces après utilisation.
 - xii. Des enceintes de sécurité biologique (classe I ou II) ou des isolateurs disposant d'une alimentation spéciale en air et d'une évacuation de l'air vicié après filtration sur filtre HEPA doivent pouvoir être utilisés pour les activités susceptibles d'entraîner la formation d'aérosols.
 - xiii. Un autoclave doit être installé, soit sur place, soit à proximité.
 - xiv. Lorsqu'on retire la litière des animaux, il faut éviter au maximum la formation d'aérosols et de poussières.
 - xv. Tous les déchets et les litières doivent être décontaminés avant élimination.
 - xvi. Autant que possible, on limitera l'utilisation d'instruments pointus ou tranchants.
 - xvii. Ces instruments doivent toujours être ramassés dans des conteneurs résistants munis d'un couvercle (boîtes anti-piques) et traités comme du matériel infectieux.
 - xviii. Le matériel destiné à l'autoclavage ou à l'incinération doit être transporté en toute sécurité dans des conteneurs fermés.
 - xix. Les cages des animaux doivent être décontaminées après utilisation.
 - xx. Les cadavres des animaux seront incinérés.
 - xxi. Le port de vêtements et d'équipements de protection est obligatoire dans l'animalerie. Ils devront être retirés au moment de la sortie.
 - xxii. Un lavabo doit être installé. Le personnel doit se laver les mains avant de quitter l'animalerie.
 - xxiii. Toute blessure, même mineure, doit être traitée de manière appropriée. Elle doit être signalée et enregistrée.
 - xxiv. Il est interdit de manger, de boire, de fumer et de se maquiller dans l'animalerie.
 - xxv. Tous les membres du personnel doivent recevoir une formation appropriée.

3.7.1.3. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 3

C'est le niveau qui convient pour le travail avec des animaux inoculés volontairement avec des micro-organismes appartenant au groupe de risque 3, ou si une évaluation du risque l'indique pour une autre raison. Chaque année, tous les systèmes, pratiques et modes opératoires doivent être réexaminés et faire l'objet d'un contrôle de conformité. Les règles de sécurité suivantes sont applicables :

- i. Toutes les exigences relatives aux animaleries – niveaux de sécurité 1 et 2 doivent être respectées ;
- ii. L'accès sera strictement réglementé.

- iii. L'installation doit être séparée des autres laboratoires et animaleries par une pièce formant vestibule, dotée d'une entrée à double porte ;
- iv. Un lavabo doit être installé dans ce vestibule.
- v. Le vestibule doit également comporter une douche ;
- vi. Les locaux doivent être dotés d'une ventilation mécanique assurant une circulation continue de l'air dans toutes les salles. L'air vicié doit être évacué à travers des filtres HEPA avant d'être rejeté sans recyclage dans l'atmosphère extérieure. Le système doit être conçu de manière à empêcher une inversion du sens de circulation de l'air et toute surpression dans les locaux de l'animalerie ;
- vii. Un autoclave doit être installé dans un endroit commode de l'animalerie où se trouvent les équipements de confinement. Les déchets infectieux doivent être passés à l'autoclave avant d'être transportés dans d'autres locaux de l'installation ;
- viii. Il faut disposer d'un incinérateur sur place ou prendre d'autres dispositions en concertation avec les autorités concernées ;
- ix. Les cages des animaux porteurs de micro-organismes appartenant au groupe de risque 3 doivent être placées dans des isolateurs ou être disposées devant des ventilateurs d'extraction ;
- x. Il faut veiller à un dépoussiérage maximum des litières ;
- xi. Tous les vêtements de protection devront être décontaminés avant de passer au blanchissage ;
- xii. Les fenêtres doivent être hermétiquement fermées et résister aux chocs ;
- xiii. Le cas échéant, une vaccination sera recommandée au personnel.

3.7.1.4. ANIMALERIE – SECURITE BIOLOGIQUE NIVEAU 4

Le travail dans cette animalerie sera normalement associé aux manipulations du laboratoire de confinement à haute sécurité – sécurité biologique niveau 4, et les dispositions réglementaires nationales et locales devront être harmonisées pour pouvoir s'appliquer aux deux. Si des travaux doivent être effectués dans un laboratoire où le port de combinaisons pressurisées est obligatoire, un certain nombre d'autres pratiques et procédures sont à respecter en sus de celles qui sont décrites ici :

- i. Toutes les exigences relatives aux animaleries niveaux de sécurité 1, 2 et 3 doivent être respectées.
- ii. L'accès sera strictement réglementé, seul le personnel qualifié et désigné par le responsable de l'établissement doit être autorisé à y accéder ;
- iii. Personne ne doit travailler seul, la règle du travail en binôme doit être appliquée ;
- iv. Le personnel devra avoir reçu la formation de microbiologiste la plus poussée possible et bien connaître les risques liés à son travail et les précautions à observer ;
- v. Les secteurs où sont hébergés des animaux porteurs d'agents pathogènes du groupe de risque 4 doivent répondre en tout temps aux critères de confinement qui s'appliquent aux laboratoires de confinement à haute sécurité – sécurité biologique niveau 4 ;
- vi. L'entrée dans l'animalerie doit se faire par un vestibule formant un sas à air, dont le côté propre doit être séparé du côté à accès réglementé par un vestiaire et des douches ;
- vii. Le personnel doit retirer ses vêtements de ville en entrant et mettre des vêtements protecteurs spéciaux. Après le travail, il doit enlever les vêtements protecteurs pour que ceux-ci soient passés à l'autoclave, puis

- se doucher avant de partir ;
- viii. L'animalerie doit être ventilée au moyen d'un système d'évacuation d'air muni de filtres HEPA qui est conçu pour créer une dépression (circulation de l'air vers l'intérieur).
 - ix. Le système de ventilation doit être conçu pour empêcher une inversion du sens de circulation de l'air et toute surpression dans les locaux de l'animalerie ;
 - x. Il faut disposer d'un autoclave à deux portes pour l'échange de matériel, le côté propre s'ouvrant dans une pièce extérieure aux salles de confinement ;
 - xi. L'échange de matériel non autoclavable doit se faire à travers un sas à air, dont le côté propre doit s'ouvrir dans une pièce située en dehors des salles de confinement ;
 - xii. Toutes les manipulations sur des animaux porteurs d'agents pathogènes appartenant au groupe de risque 4 doivent s'effectuer dans des conditions de sécurité correspondant à celles d'un laboratoire de confinement à haute sécurité – sécurité biologique niveau 4 ;
 - xiii. Tous les animaux doivent être hébergés dans des isolateurs ;
 - xiv. La totalité des litières et des déchets doit être passée à l'autoclave avant de sortir de l'animalerie ;
 - xv. Le personnel doit être placé sous surveillance médicale ;
 - xvi. L'étiquette de certification des Enceintes de Sécurité Biologique (ESB) doit être affichée sur le devant de la hotte.

3.8. REGLES DE SECURITE APPLICABLES AUX INVERTEBRES

Comme pour les vertébrés, le niveau de sécurité est déterminé par le groupe de risque auquel appartiennent les agents pathogènes étudiés, toutefois une évaluation du

risque peut conduire à en décider autrement.

Des précautions complémentaires sont nécessaires avec certains arthropodes, notamment les insectes volants :

- i. Les invertébrés infectés et ceux qui ne le sont pas doivent être logés dans des pièces distinctes.
- ii. Les pièces doivent pouvoir être fermées hermétiquement pour fumigation ;
- iii. Des pulvérisateurs d'insecticides doivent être mis à disposition ;
- iv. Des systèmes de refroidissement doivent être prévus pour réduire, si nécessaire, l'activité des invertébrés ;
- v. L'accès se fera par un vestibule comportant des pièges à insectes et dont les portes seront munies de grillages pour empêcher le passage des arthropodes ;
- vi. Tous les conduits de sortie de ventilation et les fenêtres susceptibles d'être ouvertes seront obturés par un grillage empêchant le passage des arthropodes ;
- vii. Le siphon des éviers et des égouts ne doit jamais s'assécher ;
- viii. Tous les déchets seront décontaminés par passage à l'autoclave, car certains invertébrés résistent à tous les désinfectants ;
- ix. On contrôlera le nombre de formes larvaires et adultes des arthropodes volants, rampants et sauteurs ;
- x. Les cages des tiques et des acariens seront placées sur des plateaux contenant du pétrole.
- xi. Les insectes volants infectés ou qui pourraient l'être doivent être confinés dans des cages à double grillage ;
- xii. Les arthropodes infectés ou qui pourraient l'être doivent être manipulés dans des enceintes biologiques de sécurité ou des isolateurs ;
- xiii. On peut également manipuler les insectes infectés ou qui pourraient l'être sur des

plateaux refroidis.

3.9. RESSOURCES HUMAINES

Les laboratoires du Cameroun doivent disposer de ressources humaines compétentes en biosécurité et biosûreté. Pour ce faire :

- i. Chaque laboratoire doit formellement désigner un responsable biosécurité /biosûreté ;
- ii. Des modules de formation standard en biosécurité et biosûreté doivent être développés. Ils devront comprendre les thèmes suivants : santé et sécurité au travail et responsabilité des employés et de la structure ; causes et prévention des incendies ; utilisation des extincteurs ; évacuation en situation d'urgence ; premiers secours ; conduite à tenir en cas d'éclaboussure et de déversements ; les différents dangers et risques associés à leur pratique ; utilisation des EPI ; utilisation adéquate des hôtes) ;
- iii. En plus de la formation initiale, le personnel de laboratoire doit suivre des formations continues, afin de mettre à jour ses connaissances et ses compétences en matière de biosécurité ;
- iv. Des programmes d'évaluation des compétences couvrant la biosécurité/biosûreté doivent être menés périodiquement ;
- v. La description de travail du personnel doit inclure les responsabilités en matière de biosécurité ;
- vi. Des vérifications sur les antécédents de santé doivent être effectuées avant de recruter du personnel pour des laboratoires spécifiques (comme le laboratoire NSB-3).

3.10. LES INFRASTRUCTURES

Les infrastructures des laboratoires au Cameroun doivent être sûres et sécurisées. A cet effet :

- i. L'infrastructure doit respecter les normes de construction des laboratoires ;
- ii. La conception du laboratoire doit tenir

compte des exigences fondamentales en matière de travail de laboratoire, de sécurité du personnel, d'accès sécurisé, d'espace de travail approprié, de stockage du matériel, de flux de la gestion des échantillons, d'élimination des déchets ;

- iii. Un plan structurel d'organisation du laboratoire doit être disponible dans tous les laboratoires ;
- iv. L'infrastructure devrait être conçue et entretenue en fonction des risques biologiques et menaces ;
- v. Le laboratoire doit être modifié à la lumière des recommandations de l'entité compétente ;
- vi. Des mesures alternatives doivent être mises en place pour remédier aux coupures d'électricité et au manque d'eau ;
- vii. Un plan d'urgence doit être disponible pour répondre en cas d'incendies, de catastrophes naturelles, et d'évacuation sécurisés ;
- viii. Des mesures de sécurité doivent être prises pour prévenir le vol des échantillons et du matériel.

3.11. EQUIPEMENT ET MATERIEL DE BIOSECURITE ET BIOSURETE

Des équipements liés à la prévention des risques biologiques (voir tableaux 5) doivent être disponibles dans les installations ainsi qu'une assurance de conseils techniques et de pièces de rechange ;

- i. Il doit exister une procédure d'acquisition des équipements bien définie au niveau institutionnel conformément aux spécifications ;
- ii. Un entretien régulier et documenté de tout le matériel doit être assuré ;
- iii. Les équipements doivent être certifié selon les exigences du fabricant par les organismes compétents ;
- iv. Chaque laboratoire doit disposer des procédures opérationnelles standardisées

- pour la décontamination;
- v. Le laboratoire doit systématiquement disposer des équipements de protection individuels en fonction du niveau de risque (voir tableaux 6).

3.12. ENCEINTES DE SECURITE BIOLOGIQUE

Les Enceintes de Sécurité Biologique (ESB) appelées aussi Postes de Sécurité Microbiologique (PSM), sont conçues pour éviter que l'opérateur, le local du laboratoire et le matériel de travail ne soient exposés aux aérosols ou éclaboussures infectieux qui pourraient se produire lors de la manipulation de matériels biologiques contenant des agents pathogènes, comme les cultures primaires, les souches pour les cultures et les échantillons destinés au diagnostic.

En fonction du type de protection recherchée, les laboratoires doivent utiliser les enceintes biologiques de sécurité dont les spécifications sont décrites dans le tableau 7 ci-dessous.

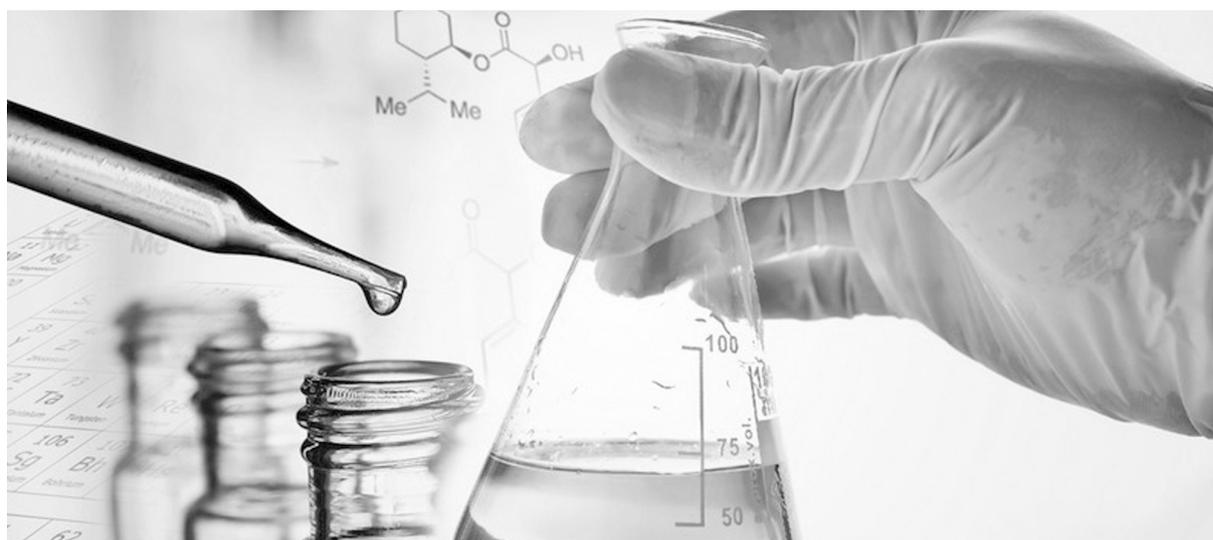


Tableau 5 : Equipements et instruments de sécurité biologique [5]

Equipements et instruments	Risques	Caractéristiques de sécurité
-	-	Bonne filtration de l'air évacué Pas de protection du produit
ESB-Classe I	Aérosols et projections	Flux entrant minimal (vitesse frontale) au niveau de l'ouverture frontale.

ESB-Classe II	Aérosols et projections	Flux entrant minimal (vitesse frontale). Bonne filtration de l'air évacué
ESB-Classe III	Aérosols et projections	Assure la protection du produit Confinement a haute sécurité Assure la protection du produit si flux laminaire
Isolateur à dépression en feuille de plastique souple	Aérosols et projections	Confinement a haute sécurité
Ecran anti-projections	Projections de produits chimiques	Constitue un écran entre l'opérateur et la manipulation
Pipetteurs	Risques dus au pipetage à la bouche : ingestion de germes pathogènes, inhalation des aérosols produits par la succion exercée sur la pipette, expulsion de liquide ou chute de gouttes, contamination de l'extrémité de la pipette servant à aspirer	<ul style="list-style-type: none"> •Facilité d'utilisation •Pas de contamination de l'extrémité pour l'aspiration, protection du pipetteur, de l'utilisateur et du circuit de vide (conduites d'aspiration) •Stérilisation possible •Pas de fuite par la pointe de la pipette
Anse micro-incinérateurs, Anses jetables	Projections provenant des anses de transfert	<ul style="list-style-type: none"> •Protection par un tube fermé à une extrémité en verre ou en céramique, chauffé au gaz ou à l'électricité •Jetables, chauffage inutile
Récipients étanches pour recueillir et transporter le matériel infectieux à stériliser dans une installation appropriée de l'établissement	Aérosols, produits répandus par suite de renversements ou de fuites	<ul style="list-style-type: none"> •Construction étanche, munie d'un couvercle •Résistance à l'usure •Autoclavables
Conteneurs pour objets pointus ou tranchants	Piqûres et coupures	<ul style="list-style-type: none"> •Autoclavables •Anti-piques, robustes
Conteneurs de transport d'un laboratoire ou d'un établissement à l'autre	Libération de micro-organismes dans l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> •Robustes •Conteneurs primaires et secondaires étanches à l'eau(anti-fuites) •Matériau absorbant retenant les liquides
Autoclaves, manuels ou automatiques Flacons à bouchon vissé	Libération de micro-organismes dans l'environnement	Objets et matériel contaminés (sécurisés en vue de leur élimination ou réutilisation) Aérosols et produits répandus
Protection du circuit de vide ou conduites d'aspiration	Contamination du circuit de vide ou des conduites d'aspiration par des aérosols ou débordement de liquides	<ul style="list-style-type: none"> •Un filtre à cartouche arrête les aérosols (diamètre des particules 0,45mm) •La fiole à trop-plein contient un désinfectant approprié. On peut utiliser un flotteur en caoutchouc pour couper automatiquement la dépression quand la fiole est pleine •Le système peut être entièrement autoclavé

Tableau 6 : Les équipements de protection individuelle [5]

Équipement	Risques	Spécificité de sécurité
Blouses et sarraus de laboratoire	Contamination des vêtements	* Boutonnage par l'arrière * couvre les vêtements de vile
Tablier de plastique	Contamination des vêtements	* Etanche a l'eau
Chaussures	Contamination des vêtements	* Bout fermé
Lunettes à coques	Chocs et éclaboussures	* Verres antichocs (doivent être correcteurs ou portés au dessus des lunettes de vue)
Lunettes de sécurité	Chocs	* Verres anti-chocs (doivent être correcteurs)
Ecrans faciaux	Chocs et éclaboussures	* Protègent entièrement le visage * S'enlève facilement en cas d'accident
Appareils et masques respiratoires	inhalation d'aérosols	* Différent modèles: Jetable à usage unique; avec masque Complet ou demi-masque et cartouche d'épuration de l'air; à ad- duction d'air filtré à pression positive intermittente ; à adduction d'air
Gants	Contact direct avec des micro-organismes Coupures	* Jetables, certifiés de qualité microbiologique. En PVC, latex ou polyacrylonitrile * Protection des mains * A mailles

Tableau 7 : Choix d'une enceinte biologique de sécurité (ESB) en fonction du type de protection recherchée [5]

TYPE DE PROTECTION	ESB A UTILISER
Protection du personnel, micro-organismes des groupes de risque 1 à 3	Classe I, Classe II, Classe III
Protection du personnel, micro-organismes du groupe de risque 4, laboratoire avec botte à gants	Classe III
Protection du personnel, micro-organismes du groupe de risque 4, port obligatoire de combinaisons pressurisées	Classe II
Protection du produit	Classe II, Classe III uniquement si flux laminaire
Protection contre les radionucléides volatils/ protection chimique, quantités minimales	Classe IIB1, Classe IIA2 a évacuation extérieure
Protection contre les radionucléides volatils/ protection chimique	Hotte chimique, Classe IIB2, Classe III

4. LES BONNES PRATIQUES EN LABORATOIRE

Si les bonnes pratiques de laboratoire ne sont pas observées au cours des phases pré analytiques, analytiques et post analytiques, il existe un risque d'infection pour le personnel et pour l'environnement. Les bonnes pratiques de laboratoire doivent être définies dans un manuel de procédures et diffusées. Parmi ces pratiques, figurent :

- i. Prélèvement et transport des échantillons à l'intérieur de l'établissement : utilisation des conteneurs à échantillons;
- ii. Le triple emballage ;
- iii. Réception des échantillons : les laboratoires qui reçoivent un grand nombre d'échantillons doivent réserver une pièce ou une zone particulière à cet effet ;
- iv. Ouverture des colis : le personnel qui reçoit et défait l'emballage des échantillons doit connaître les risques qu'il encourt et on doit lui avoir appris à respecter les précautions d'usage ;
- v. Utilisation des pipettes et des dispositifs de pipetage ;
- vi. Précautions en vue d'éviter l'ingestion de matériel infectieux et le contact avec la peau et les yeux ;
- vii. Précautions en vue d'éviter l'inoculation accidentelle de matériel infectieux ;
- viii. Séparation du sérum : la bonne utilisation des centrifugeuses ;
- ix. Utilisation des homogénéisateurs, des agitateurs secoueurs, des mélangeurs et des générateurs d'ultrasons ;
- x. Utilisation des broyeurs de tissus ;
- xi. Ouverture des ampoules contenant du matériel infectieux lyophilisé ;
- xii. Stockage des ampoules contenant du matériel infectieux ;
- xiii. Précautions d'usage pour manipuler du sang et autres liquides biologiques, des tissus et des excréta ;
- xiv. Récolte, étiquetage et transport d'échantillons ;
- xv. Ouverture des tubes à échantillon et échantillonnage ;
- xvi. Manipulations des verres et objets tranchants ou pointus
- xvii. Préparation des frottis/gouttes épaisses ;
- xviii. Préparation des tissus : fixation et coupe ;
- xix. Utilisation des EPI ;
- xx. Techniques de décontamination et de désinfection ;
- xxi. Tenue des registres
- xxii. Respect des règles d'hygiène et de sécurité.

5. PLANS D'URGENCE ET CONDUITE A TENIR EN CAS D'URGENCE

Le risque de contracter des infections associées au laboratoire, les risques d'accident, d'incendie, d'inondation, etc. est réel, toujours présent et fait partie intégrante du milieu de travail dans les laboratoires de diagnostic en général et dans le laboratoire de microbiologie clinique en particulier. Les mesures de sécurité lors de la manipulation des germes et des animaux doivent être prises dans tous les laboratoires. Le laboratoire ou l'animalerie qui manipule et conserve les microorganismes, doit rédiger un plan d'urgence pour faire face aux accidents qui pourraient survenir. Ce plan d'urgence doit prévoir la conduite à tenir dans différentes situations :

- i. Catastrophe, naturelle ou autre : incendie, inondation séisme ou explosion par exemple ;
- ii. Risque biologique ;
- iii. Exposition accidentelle et de contamination ;
- iv. Exposition du personnel et des animaux ;

Les points suivants doivent être pris en compte lors de l'élaboration de ce plan :

- i. Identification des micro-organismes à haut risque ;
- ii. Localisation des zones à haut risque telles que laboratoires, aires de stockage, animaleries ;
- iii. Identification du personnel et des populations à risque ;
- iv. Identification des responsables et de leurs responsabilités : délégué à la sécurité biologique, équipe de sécurité, autorités sanitaires locales, cliniciens, microbiologistes, vétérinaires, épidémiologistes, pompiers et police entre autres

- v. Liste des moyens disponibles pour assurer le traitement et l'isolement des personnes exposées ou contaminées
- vi. Transport des personnes exposées ou contaminées
- vii. Liste des sources d'immunosérums, de vaccins, de médicaments, de matériel et de fournitures spécialisés
- viii. Sources d'approvisionnement en équipements et matériel de secours : à titre d'exemple vêtements protecteurs, désinfectants, matériel et fournitures pour la décontamination.

Des exercices de simulation réguliers doivent être organisés pour familiariser le personnel avec les procédures d'urgence.

Système d'alarme et d'information

En cas d'incendie ou catastrophe naturelle, les services de secours locaux ou nationaux doivent être informés des dangers potentiels qui existent à l'intérieur ou au voisinage des bâtiments. Ils ne pourront y pénétrer qu'accompagnés d'un membre expérimenté du personnel. Le matériel infectieux devra être recueilli dans des conteneurs étanches ou des sacs jetables en matériau résistant. Il appartient à l'équipe de sécurité de déterminer en fonction de la réglementation locale ce qui peut être récupéré et ce qui doit être détruit.

Concernant les services de secours, les numéros de téléphone et adresses suivantes seront placés bien en évidence dans les locaux de l'établissement :

- Nom, adresse et plan d'accès de l'établissement ou du laboratoire



(pas nécessairement connus par la personne qui appelle ou le service appelé) ;

- Directeur de l'établissement ;
- Responsable de laboratoire ;
- Responsable biosécurité ;
- Service incendie/pompiers ;
- Hôpitaux, ambulances, personnel médical

(nom des divers centres de soins, cliniques, services ou du personnel médical, si possible) ;

- Police ;
- Médecin ;
- Technicien responsable ;
- Services des eaux, du gaz et de l'électricité.

6. DESINFECTION ET STERILISATION

La connaissance et le respect des principes de base de désinfection et de stérilisation sont d'une importance cruciale pour la sécurité biologique au laboratoire. Il est tout aussi important de connaître les éléments de base du nettoyage préalable à la désinfection (pré nettoyage).

Le temps de contact nécessaire avec un désinfectant donné est propre à chaque substance et à chaque fabricant. C'est pourquoi toutes les recommandations relatives à l'utilisation des désinfectants doivent être conformes aux spécifications indiquées par le fabricant. Les protocoles ainsi que les barèmes de stérilisation doivent être respectés

7. GESTION DES DÉCHETS ET CADAVRES D'ANIMAUX

7.1. GESTION DES DÉCHETS

La gestion des déchets vise la manipulation, l'élimination sûre et fiable des déchets biologiques produits dans le laboratoire. Une bonne gestion des déchets garantit la sécurité des patients et des personnels, limite les impacts sur l'environnement et permet de maîtriser le budget d'élimination des déchets. Tous les établissements manipulant le matériel biologique doivent avoir un plan efficace de gestion des déchets qui inclut :

- L'identification et la classification des déchets ;
- Le respect des règles de tri et d'emballage selon la réglementation

en vigueur ;

- La sécurisation des sites d'entreposage avant le transport pour la destruction selon la réglementation en vigueur ;
- La documentation de toutes les étapes de gestion des déchets ;
- La diminution de la production des déchets ;
- L'élimination des déchets et traçabilité des matériels éliminés ;
- La formation adéquate du personnel traitant les déchets, par les instituts/laboratoires employeurs ;
- La fourniture au personnel d'équipements de protection individuelle appropriés pour le traitement des déchets.

Le responsable du laboratoire doit s'assurer de la crédibilité et de la compétence des prestataires sollicités pour le traitement des déchets générés dans le laboratoire. Un agrément et le contrat liant le laboratoire au prestataire de service de traitement des déchets doivent être documentés au laboratoire.

7.2. GESTION DES CADAVRES D'ANIMAUX

La méthode adoptée d'élimination des cadavres doit prendre en compte les causes de mortalité de ces animaux, les dispositifs existants pour l'élimination de ces cadavres, de leurs capacités et de leurs rendements. Elle dépend aussi des conditions requises pour l'inactivation de l'agent pathogène.

Pour certaines d'entre-elles, un prétraitement est susceptible d'être requis sur l'exploitation avant d'envisager l'acheminement des cadavres des animaux vers des installations

centrales d'équarrissage ou d'incinération. Le prétraitement peut consister à broyer des cadavres d'animaux qui peuvent être ensuite transportées dans des conteneurs scellés ou être soumis à un processus de fermentation, de compostage ou de congélation. Les différentes méthodes de traitement [8] sont :

- Incinération dans une installation spéciale, à ciel ouvert ou à rideau d'air
- Compostage ;
- Equarrissage ;
- Enfouissement ;
- Méthanisation ;
- Hydrolyse alcaline ;
- Bioraffinage ;
- Déversement des cadavres en mer.

8. GESTION DES ECHANTILLONS

Le matériel biologique (microorganismes, spores, toxines et dérivés) doit être conservé et sécurisé afin d'éviter une utilisation à des fins de bioterrorisme. La préparation, le conditionnement, le stockage et le transport sûrs et sécurisés des échantillons à l'intérieur des installations, dans tout le pays et à l'étranger doivent être assurés. A cet effet :

- Le personnel impliqué doit être formé ;
- La réglementation en vigueur dans le pays en matière de transport ou d'expédition des échantillons doit être respectée ;
- La chaîne de froid doit être maintenue durant le transport ;

- Les documents de transport doivent être dûment remplis ;
- Les procédures d'emballage doivent être respectées ;
- Les structures doivent mettre en place les mesures pour la manipulation sans danger (stockage, conditionnement et transport) y compris des accidents tels que des fuites et des déversements de matériel biologique ;
- Une documentation appropriée des échantillons ainsi que leur traçabilité doivent être disponibles ;
- Les règles nationales et internationales doivent être respectées pour les envois internationaux.

9. SANTE AU TRAVAIL

Un programme de santé au travail contribue au bien-être, (santé physique, santé mentale et santé sociale) du personnel de laboratoire et assure un environnement sain. Pour ce faire :

- Un dossier médical du personnel doit être disponible et un contrôle médical annuel doit être réalisé pour tous les employés ;
- Le personnel doit avoir accès à un médecin de travail ;
- Une politique de vaccination appropriée doit être établie, tout en assurant l'accessibilité aux vaccins requis en fonction des risques identifiés (Hépatites, Fièvre jaune, Tuberculose, Ebola, etc.) ;
- Un plan de prophylaxie post exposition (PPE) doit être disponible en fonction du degré de risque ;
- En cas d'exposition, le personnel doit avoir accès à la prophylaxie post exposition (PPE) 24H/24 et 7J/7 ;
- Les équipements de protection individuelle doivent être disponibles en fonction du risque ;
- Un système doit être en place et documenté pour signaler les incidents et prendre les mesures correctives ;
- Tout cas de maladie ou de décès attribuable à l'exposition à un agent biologique pendant le service doit être notifié par écrit à l'autorité compétente ;
- Le personnel désigné doit être formé à la fourniture des premiers secours et des soins d'urgence et à l'utilisation des trousse de premiers secours mises à disposition ;
- Tout laboratoire devrait souscrire à une police d'assurance pour le laboratoire couvrant aussi le personnel ;
- Des orientations claires et des mesures spécifiques doivent être mises en place pour traiter de la prévention des risques biologiques ;
- Les problèmes liés à la grossesse, les personnels avec un statut immunitaire compromis ou un handicap doivent être pris en compte ;
- L'ergonomie propice aux pratiques de biosécurité doit être dûment prise en compte.

10. SECURITE DES DONNEES

L'accès aux données doit être sécurisé et réservé aux seules personnes autorisées.

A cet effet :

- Les mesures de sécurisation des données doivent être prises et disponibles ;
- Les mesures de confidentialité des données doivent être rigoureuses ;
- La sauvegarde des données doit être régulière et l'accès géré par les mots de passe ;
- L'archivage doit respecter la politique nationale ;
- Il est obligatoire de sécuriser les données et d'élaborer une politique de gestion des données au niveau de la structure ;
- Les structures dotées d'un système informatique centralisé doivent s'assurer de la confidentialité des données et de leur protection.

11. GESTION DES INCIDENTS ET ACCIDENTS

Des procédures doivent être mises en place pour gérer tout incident et accident qui surviendraient lors d'une manipulation dans un laboratoire.

Pour cela :

- Tous les accidents et incidents survenus au laboratoire doivent être rapportés immédiatement et documentés ;
- Une analyse des causes doit être menée pour tout incident ou accident survenu au laboratoire ;
- Les actions correctives doivent être documentées et revues périodiquement ;
- Un processus d'amélioration continue doit être mis en place pour examiner et améliorer le programme de sécurité ;
- En cas de menace potentielle pour la santé publique, la direction prend les mesures appropriées et en informe sans délai le ministère de tutelle et le réseau des laboratoires.

12. SECURITE CHIMIQUE

Le personnel des laboratoires est exposé à des produits chimiques dangereux tout autant qu'à des germes pathogènes [5]. A cet effet :

- Le personnel doit être formé sur les effets toxiques de ces produits, de leurs voies d'exposition et des risques que comportent leur manipulation et leur stockage ainsi que la gestion des fluides chimiques. ;
- Le personnel des laboratoires où de tels produits sont utilisés doit avoir accès à la documentation traitant de la gestion des produits chimiques ;
- Il ne faut conserver au laboratoire que la quantité de produits nécessaire pour l'usage quotidien. - Les stocks doivent être entreposés dans une réserve constituée d'une pièce ou d'un bâtiment conçu à cet effet ;
- Les produits chimiques doivent être rangés par compatibilité ;

Pour prévenir tout risque d'incendie ou d'explosion, les produits qui figurent dans la colonne de gauche du tableau 8 doivent être entreposés et manipulés de façon à éviter tout contact avec les substances placées en regard, dans la colonne de droite.

Tableau 8 : Règles générales d'incompatibilité chimique [5].

Types de substance	Substances incompatibles
Métaux alcalins, comme le sodium, le potassium, le césium, ou le lithium	Dioxyde de carbone, hydrocarbure chlorés, eau
Halogènes	Ammoniac, acétylène, hydrocarbures
Acide acétique, sulfure d'hydrogène, aniline, hydrocarbures, acide sulfurique	Oxydants, comme l'acide chromique, l'acide nitrique, les peroxydes ou les permanganates



13. SECURITE ET TECHNOLOGIES DE RECOMBINAISON D'ADN

13.1. TECHNOLOGIES DE RECOMBINAISON DE L'ADN ET RISQUES BIOLOGIQUES

Les technologies de recombinaison de l'ADN (génie génétique) consistent à associer du matériel génétique de diverses origines pour créer des organismes génétiquement modifiés (OGM) qui n'ont probablement jamais existés dans la nature. En raison des risques potentiels auxquelles exposent ces manipulations, les travaux de génie génétique doivent être effectués dans de bonnes conditions de sécurité, ce qui exige une évaluation correcte de risque et de prise de mesures suffisantes de sécurité.

Les techniques habituelles de génie génétique peuvent être utilisées sans risque sur le système *E. coli* /pUC18 au niveau 1 de sécurité biologique, aussi longtemps que les produits exprimés par l'ADN étranger inséré dans la bactérie ne nécessitent pas le passage à un niveau supérieur. Néanmoins, un niveau élevé de sécurité biologique est nécessaire lorsque :

- i. L'expression des séquences d'ADN provenant de germes pathogènes est susceptible d'augmenter la virulence de l'OGM ;
- ii. Les séquences insérées ne sont pas parfaitement caractérisées ;
- iii. Les produits géniques peuvent avoir une activité pharmacologique ;
- iv. Les produits géniques codent pour des toxines.

Lorsque des vecteurs viraux sont utilisés pour le transfert de gènes dans d'autres cellules, ils doivent être dépourvus des gènes qui commandent la répllication. Ces vecteurs

viraux sont cultivés dans des lignées cellulaires capables de compenser ce défaut. Il existe cependant un risque de recombinaisons spontanées suite à une contamination par des virus capables de se répliquer ou à un défaut de purification de la souche virale. Ces vecteurs doivent donc être manipulés au même niveau de sécurité biologique que les virus dont ils dérivent.

13.2. ANIMAUX TRANSGENIQUES ET ANIMAUX « KNOCK OUT »

Les animaux porteurs de gènes étrangers (animaux transgéniques) doivent être manipulés à un niveau de confinement correspondant aux caractéristiques des produits de ces gènes. Les animaux chez lesquels on a procédé à la délétion de certains gènes particuliers (animaux "knock out") ne présentent généralement pas de danger sur le plan biologique. Parmi ces animaux transgéniques figurent ceux qui expriment les récepteurs de virus normalement incapables d'infecter l'espèce en question. S'il arrivait que de tels animaux s'échappent d'un laboratoire et transmettent leurs gènes étrangers à leurs congénères sauvages, il pourrait théoriquement se constituer au sein de la population animale un réservoir pour ces virus. Ainsi, pour chaque nouvelle lignée d'animaux transgéniques, il faut procéder à des études minutieuses pour déterminer par quelles voies ces animaux peuvent être infectés, quel est le volume d'inoculum nécessaire à l'infection et quelle proportion d'animaux infectés excrètent le virus. En outre, il faut prendre toutes les mesures

nécessaires pour assurer un confinement rigoureux.

13.3. PLANTES TRANSGENIQUES

On utilise des plantes transgéniques exprimant des gènes d'origine humaine ou animale pour obtenir des produits d'intérêt médical ou nutritionnel. Il convient de procéder à une évaluation du risque pour déterminer à quel niveau de sécurité biologique ces plantes doivent être produites. Dans le cas de travaux sur des OGM, l'évaluation du risque doit prendre en compte les caractéristiques des organismes donneurs et receveurs.

13.3.1. DANGERS DIRECTEMENT LIES AU GENE INSERE (ORGANISME DONNEUR)

Une évaluation du risque est nécessaire dans le cas où le produit du gène inséré possède une activité biologique ou pharmacologique reconnue qui pourrait se révéler nocive. On peut citer comme exemple, les toxines, cytokines, hormones, régulateurs de l'expression génique, facteurs de virulence ou d'accroissement de la virulence, séquences oncogènes, facteurs d'anti-biorésistance ou allergènes. Dans chaque cas, il faut évaluer le niveau d'expression nécessaire pour qu'une activité biologique ou pharmacologique se manifeste.

13.3.2. DANGERS LIES AU RECEVEUR OU A L'HOTE

L'évaluation du risque sera basée sur les éléments suivants :

- i. La sensibilité de l'hôte ;
- ii. La pathogénicité de la souche hôte, et notamment sa virulence, son infectiosité et sa production de toxines ;
- iii. La modification de la gamme d'hôtes ;
- iv. L'état immunitaire du receveur ;
- v. Les conséquences d'une exposition.

Certaines modifications n'impliquant pas des gènes dont les produits sont intrinsèquement nocifs peuvent néanmoins conduire à des effets indésirables par suite de la modification des facteurs pathogènes ou non pathogènes existants. Pour reconnaître ces dangers potentiels, il faut se poser les questions suivantes :

- i. Y a-t-il augmentation de l'infectiosité ou de la pathogénicité ?
- ii. L'insertion du gène étranger peut-elle compenser une mutation incapacitante chez le receveur ?
- iii. Le gène étranger code-t-il pour un facteur de pathogénicité appartenant à un autre organisme ?
- iv. Si l'ADN étranger contient un tel facteur de pathogénicité, peut-on envisager que cela ait des conséquences pour la pathogénicité de l'OGM ?
- v. Existe-t-il un traitement ?
- vi. La modification génétique aura-t-elle des conséquences pour la sensibilité de l'OGM aux antibiotiques ou à d'autres types thérapeutiques ?
- vii. L'éradication de l'OGM est-elle possible ?

L'utilisation d'animaux ou de végétaux entiers à des fins expérimentales demande également mûre réflexion. Les chercheurs doivent respecter la réglementation, les restrictions et les prescriptions relatives au travail sur les OGM en vigueur au Cameroun.

14. AUTRES RISQUES

14.1. RISQUE D'INCENDIE

Tout incendie présente un risque de perte matériel et en vie humaine, des blessures et dissémination de matériel biologique infectieux qu'il faut prendre en compte, éventuellement pour décider s'il est préférable d'éteindre l'incendie ou de le circonscire. Il est important de disposer des mesures de prévention et de gestion des incendies.

A cet effet :

- Le personnel doit être formé sur les mesures de prévention et de gestion des incendies ;
- Un plan de sécurité incendie doit être disponible au laboratoire ;
- La liste des contacts (numéros standards) des services des sapeurs pompiers et des urgences, numéro du responsable de biosécurité et celui du laboratoire doit être disponible ;
- Le matériel de gestion des incendies tel que les extincteurs, les masques, un système d'alarme etc., doit être disponible ;
- Les issues de secours doivent être présentes et non encombrées ;
- Un plan de laboratoire avec les sorties visibles doit être disponible ;
- Le point de rassemblement doit être bien matérialisé ;
- Un programme de simulation doit être documenté et disponible ;
- Des panneaux, judicieusement placés bien en évidence dans chaque salle, dans les couloirs et les halls, devront mettre en garde le personnel et indiquer la conduite à tenir ainsi que les

issues de secours à emprunter ;

- Le matériel de lutte anti-incendie doit être placé à proximité des portes des salles et en divers points stratégiques des couloirs et des halls ;
- Le personnel doit être formé à l'utilisation des extincteurs ;
- Les extincteurs doivent être régulièrement vérifiés et entretenus et on veillera à ce qu'ils ne soient pas périmés.

14.2. RISQUES ELECTRIQUES

- Toutes les installations et appareils électriques doivent être vérifiés et contrôlés régulièrement, y compris la prise de terre ;
- Tout l'appareillage électrique du laboratoire doit être relié à la terre, au moyen de prises de terre, de préférence ;
- Des disjoncteurs et notamment des disjoncteurs différentiels doivent être installés sur les circuits électriques des laboratoires ;
- La totalité des appareils et circuits électriques du laboratoire doit être conforme aux normes nationales de sécurité électrique ;
- La position des disjoncteurs doit être connue par tout personnel des laboratoires ;
- Le laboratoire doit éviter le contact de l'eau ou des produits chimiques avec des câbles électriques.

NB : *Les disjoncteurs ne protègent pas les personnes; leur rôle est de protéger les*

circuits d'une surcharge et par conséquent, d'éviter les incendies. Les disjoncteurs différentiels sont eux destinés à protéger les personnes des chocs électriques.

14.3. RISQUES DE NUISANCE SONORE

Les effets d'une exposition durable à un bruit excessif sont insidieux. Quelques appareils de laboratoire, tels que certains types de lasers ou encore les installations qui abritent des animaux, peuvent entraîner une importante exposition de ce genre. On peut procéder à des mesures acoustiques pour déterminer le risque d'exposition au bruit. Si les données obtenues le justifient, on pourra envisager des mesures techniques telles que l'encoffrage des équipements bruyants ou la pose de barrières ou d'écrans antibruit autour de ces équipements ou entre les zones bruyantes et les autres zones de travail. Si l'on ne peut pas réduire le niveau de bruit et que le personnel soit exposé en permanence à un bruit excessif, il faudra mettre en place un programme de protection auditive prévoyant le port d'oreillettes de protection pour les travaux en ambiance bruyante, ainsi qu'une surveillance médicale du personnel pour déterminer les effets de cette nuisance [5]. L'utilisation des radios et des appareils de musique dans le laboratoire doit être contrôlée. L'utilisation des téléphones portables n'est pas appropriée dans un laboratoire.

14.4. SURETE ET SECURITE RADIOLOGIQUE

La sûreté et la sécurité radiologique sont deux termes clés en radioprotection qui sont définis comme étant l'ensemble des dispositions prises pour protéger l'homme, l'environnement et les biens contre les effets nocifs des rayonnements ionisants.

En laboratoire, la sûreté radiologique est la

protection des techniciens contre l'exposition aux rayonnements ionisants. La sécurité quant à elle renvoie à la protection des substances radioactives ou autres sources de rayonnements contre le vol, la destruction ou l'utilisation à des fins malveillantes.

Les rayonnements ionisants proviennent de la radioactivité naturelle ou artificielle ; ils sont inodores, sans saveur, incolores, et invisibles à l'œil nu, pourtant ils sont doués d'une très grande capacité de nuisance. Au Cameroun, les rayonnements ionisants sont utilisés en médecine, dans l'industrie et dans les laboratoires de recherche.

Les effets des rayonnements ionisants sont de deux types notamment :

- Les effets immédiats ou déterministes, qui sont les brûlures radiologiques (blessures graves très difficilement curables), et la mort lorsque la dose de rayonnements est élevée ;
- Les effets à long terme, qui sont des effets somatiques et héréditaires.

En laboratoire la probabilité de survenue des effets à long terme est plus élevée, surtout lorsque les mesures de sûreté radiologique ne sont pas respectées.

- Les effets somatiques, sont en particulier des cancers radio-induits, par exemple des leucémies ou encore des cancers osseux, pulmonaires ou cutanés, qui peuvent n'apparaître que plusieurs années après l'irradiation. D'autres effets moins graves peuvent consister en petites lésions cutanées, alopecie, anomalies sanguines, lésions des voies digestives ou cataracte.
- Les effets héréditaires sont des symptômes qui s'observent dans la descendance des sujets exposés. Par exemple les effets héréditaires de l'irradiation des gonades consistent en des anomalies chromosomiques ou mutations géniques. L'irradiation à

forte dose des cellules germinales présentes dans les gonades peut également entraîner la mort cellulaire, avec pour conséquence des troubles de la fertilité chez les deux sexes. Une exposition du fœtus pendant son développement, en particulier entre la huitième et la quinzième semaine de la grossesse, peut accroître le risque de malformations congénitales, d'arriération mentale ou de cancers radio-induits plus tard.

Pour limiter les effets nocifs des rayonnements ionisants, les quatre principes de la radioprotection suivants devraient être réglementés et appliqués :

- i. Réduire le plus possible la durée d'exposition ;
- ii. Se tenir le plus loin possible de la source de rayonnements ;
- iii. Placer un blindage autour de la source de rayonnements ;
- iv. Substituer aux radionucléides d'autres techniques non radiométriques.

14.4.1. MESURES DE PROTECTION EN LABORATOIRE

Au laboratoire, les mesures de protection sont les suivantes :

Réduction de la durée d'exposition

On peut réduire la durée d'exposition au cours des manipulations de substances radioactives en :

- S'exerçant à pratiquer les techniques nouvelles et non familières sans utiliser de radionucléide jusqu'à ce qu'on les maîtrise parfaitement,
- Utilisant les radionucléides en temps voulu, avec prudence et sans précipitation,
- Veillant à ce qu'une fois utilisées, toutes les sources radioactives soient immédiatement rangées dans leur lieu de stockage,
- Éliminant fréquemment du laboratoire

les déchets radioactifs,

- Passant le moins de temps possible dans une zone du laboratoire où il y a risque d'irradiation,
- S'exerçant à bien gérer et planifier les manipulations de substances radioactives et leur durée.

« *Moins on passe de temps dans le champ d'irradiation, plus la dose reçue individuellement est faible* », comme le montre l'équation suivante :

$$\text{Dose} = \text{Débit de dose} \times \text{temps}$$

Augmentation de la distance à la source

Une petite augmentation de la distance peut se traduire par une réduction non négligeable du débit de dose.

$$\text{Débit de dose} = \text{Constante} \times 1/\text{distance}^2$$

Pour la plupart des rayonnements, le débit de dose est proportionnel à l'inverse du carré de la distance à une source ponctuelle : On voit donc que si on double la distance entre la source de rayonnements et le manipulateur, l'exposition sera divisée par quatre au cours de la même durée. On utilise parfois des pinces à long manche ainsi que des dispositifs pour le pipetage à distance pour augmenter la distance entre le manipulateur et la source.

Utilisation d'un blindage ou écran

En plaçant entre la source et le manipulateur ou les autres personnels du laboratoire, des écrans capables d'absorber ou d'atténuer l'énergie rayonnée par la source, on peut limiter l'exposition de ces personnes. Le choix du type d'écran et de son épaisseur dépend de la capacité de pénétration du rayonnement émis (c'est-à-dire de sa nature et de son énergie). Des écrans en résine acrylique, en bois ou en métal léger, d'une épaisseur de 1,3 à 1,5 cm protègent contre la particule bêta moins énergétique ; mais

pour protéger contre le rayonnement gamma ou les rayons-X de haute énergie, il est nécessaire d'utiliser des écrans en plomb de densité élevée.

Substitution

Il ne faut pas utiliser les radionucléides s'il existe d'autres techniques alternatives pouvant permettre d'atteindre le même but.

Et au cas où il n'existe aucune technique alternative, il faudra utiliser le radionucléide dont le rayonnement soit le moins pénétrant ou le moins énergétique possible lorsqu'un choix s'offre.

14.4.2. REGLES DE MANIPULATION DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Il y a quatre règles pour le travail avec des substances radioactives, à savoir celles qui concernent :

- La zone d'irradiation ;
- La paillasse où s'effectue la manipulation ;
- La gestion des déchets ;
- La conduite à tenir en situation d'urgence.

Règles concernant la zone d'irradiation

- Utiliser les substances radioactives dans les zones spécialement destinées à cet usage ;
- Seul le personnel indispensable doit être présent lors de la manipulation ;
- Porter des équipements de protection individuelle, notamment une tenue de laboratoire appropriée, des lunettes de sécurité et des gants jetables ;
- Porter un dosimètre personnel pour le suivi dosimétrique des professionnels ;
- Utiliser les radiodosimètres/débitmètres pour le contrôle des zones de travail, des vêtements protecteurs et des mains une fois le travail achevé ;
- Utiliser des conteneurs de transport correctement blindés.

Les laboratoires où sont manipulés des radionucléides doivent être conçus de manière

à ce que le confinement, le nettoyage et la décontamination soient faciles et simplifiés. La zone de manipulation doit être située dans une pièce contiguë du laboratoire principal à distance des autres zones de travail. Des panneaux portant le symbole international de risque d'irradiation (ci-dessous) doivent être apposés à l'entrée de la zone d'irradiation ou de manipulation. .

Règles concernant la paillasse où s'effectue



Figure 6 : Symbole international de risque d'irradiation

la manipulation

- Utiliser des plateaux contenant des matériaux absorbants jetables pour recueillir les liquides répandus ;
- Limiter la quantité de radionucléide utilisée ;
- Disposer d'un écran de protection séparant les sources de rayonnements posées sur la paillasse et les secteurs où sont placés les déchets radioactifs ;
- Etiqueter les conteneurs de produits radioactifs en précisant la nature du radionucléide, son activité et la date de la mesure.

Règles concernant la gestion des déchets radioactifs

- Eliminer fréquemment les déchets radioactifs de la zone de travail,
- Aménager un endroit sûr et sécurisé pour le stockage des déchets radioactifs.

Règles concernant la conduite à tenir en situation d'urgence

- Tenir un registre exact de l'utilisation et de l'élimination des produits radioactifs ;
- Mettre au point un plan d'intervention en cas de situation d'urgence et faire

- procéder régulièrement à des exercices de simulation ;
- En cas d'urgence, s'occuper en premier lieu des victimes,
- Nettoyer à fond les zones contaminées ;
- En cas de nécessité, demander l'aide des services de sécurité publique ;
- Rédiger un rapport à la suite d'un incident/accident et l'archiver.

15. BIOSECURITE, BIOETHIQUE ET RECHERCHE

Il est attendu du personnel de laboratoire qu'il :

- Agisse de manière responsable et n'expose pas la communauté au biorisque ;
- respecte les pratiques de travail sûres associées aux pratiques qui vont permettre de garder leurs échantillons de manière appropriée et en sécurité (biosécurité) et à suivre un code de déontologie (bioéthique).

Il est de la responsabilité technique et morale du responsable du laboratoire et de son personnel avec le soutien des autorités compétentes d'éclairer et de rassurer le public sur l'intérêt que présente l'étude pour la population.

A cet effet :

- les règles éthiques de la recherche doivent être respectées ;
- les travaux de recherche impliquant des analyses de laboratoire et l'utilisation de modèles animaux et plantes doivent respecter les normes de biosécurité et biosûreté ;
- le protocole doit inclure dans la méthodologie un point sur les mesures de biosécurité et biosûreté qui seront appliquées dans le cadre de l'étude, selon les manipulations prévues ;
- pour des travaux utilisant des expérimentations nouvelles, l'analyse approfondie des bénéfices pour la communauté scientifique, pour la

population générale, des risques potentiels et de la qualité des mesures d'atténuation proposées dans le protocole permettra de déterminer si oui ou non, une clairance éthique doit être délivrée. L'analyse des risques sera basée sur les critères développés dans les paragraphes précédents ;

- cet élément est généralement un point essentiel de l'évaluation des protocoles par les comités d'éthique qui devraient mettre une emphase sur la pertinence des mesures prévues et sur leur application effective. Ces mesures visent à protéger les participants, les membres de l'équipe de recherche et le personnel impliqué dans le projet des risques biologiques et d'assurer leur sécurité. Certaines mesures essentielles à prévoir sont :

- i. Le port systématique des équipements de protection individuelle pour les manipulations qui le nécessitent ;
- ii. L'élimination des déchets selon les normes, notamment les tranchants, coupants, perforants et contondants ;
- iii. Le protocole de gestion des incidents et accidents, notamment l'exposition au sang et aux sécrétions susceptibles de contenir des germes ;
- iv. La prise de vaccins ou d'un traitement prophylactique préalable lorsqu'ils sont disponibles.

16. MANAGEMENT ET RESPONSABILITE

16.1. MANAGEMENT DE LA BIOSECURITE ET LA BIOSURETE EN LABORATOIRE

Tout laboratoire doit avoir un règlement de sécurité détaillé, un guide de biosécurité et biosûreté et un plan d'amélioration continu de la biosécurité et biosûreté. La responsabilité en incombe normalement au directeur ou au chef de l'établissement, lequel peut cependant déléguer certaines tâches à un responsable de la sécurité (responsable biosécurité) ou à d'autres membres compétents du personnel.

La sécurité au laboratoire est l'affaire de tous, qu'il s'agisse des chefs de service ou des collaborateurs, et chaque membre du personnel est responsable de sa sécurité et de celle de ses collègues. Chacun (y compris le personnel d'entretien et de maintenance) est tenu de travailler dans le respect des règles de sécurité et doit rendre compte à son supérieur hiérarchique de toute action ou situation qui y contreviendraient ainsi que de tout incident.

Un audit des conditions de sécurité du laboratoire doit être périodiquement mené de préférence par des personnes externes au laboratoire. Les conclusions et recommandations de ces audits sont utilisées pour l'élaboration des programmes d'amélioration de la biosécurité et biosûreté.

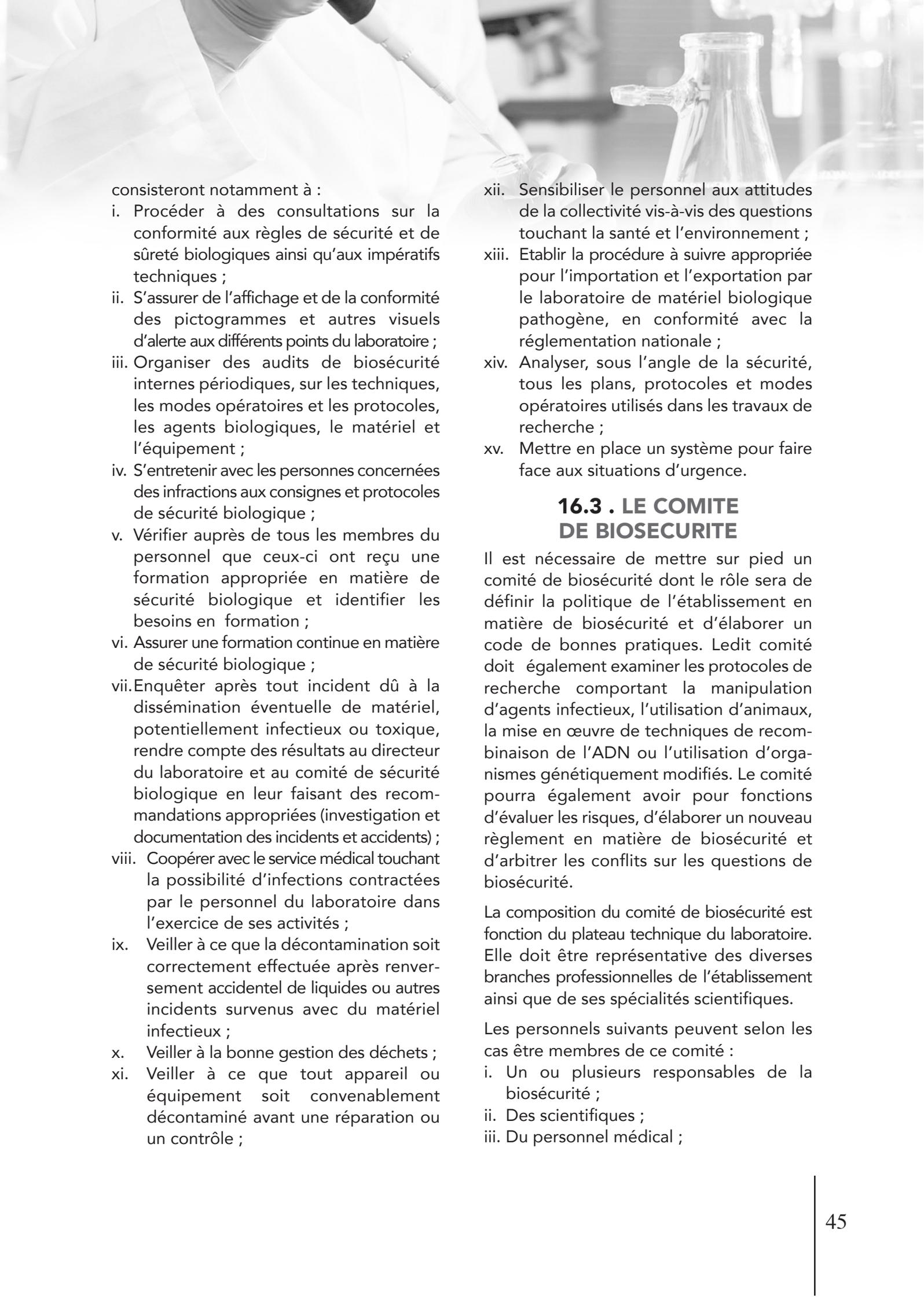
16.2 . LE ROLE DU RESPONSABLE BIOSECURITE

Il est le responsable de la sécurité biologique. A ce titre, il est chargé de veiller à ce que le

règlement de sécurité et le plan d'amélioration de la biosécurité et biosûreté soient systématiquement respectés partout dans le laboratoire. Il remplit ces obligations au nom du directeur de l'institution ou du laboratoire. Dans les petites unités, le responsable biosécurité peut être un microbiologiste ou un membre du personnel technique, qui assure ces fonctions. La personne ainsi désignée doit posséder les compétences professionnelles requises pour proposer, examiner ou approuver les mesures à prendre dans le prolongement des opérations de confinement ou de sécurité biologiques.

Le responsable biosécurité doit faire appliquer la réglementation et les directives nationales et internationales en matière de sécurité biologique et aider le laboratoire à établir des méthodes de travail normalisées. Il doit avoir une formation technique en microbiologie et en biochimie avec des connaissances de base en physique, en chimie et en biologie. Il est également souhaitable que le responsable biosécurité connaisse bien les pratiques et les règles de sécurité au laboratoire et dans le domaine clinique, notamment en ce qui concerne le confinement du matériel biologique, la gestion des déchets et les principes techniques relatifs à la conception, au fonctionnement et à la maintenance des installations. Il doit également être capable de communiquer efficacement avec le personnel administratif et technique, ainsi qu'avec le personnel de maintenance et de nettoyage.

Les tâches du responsable biosécurité



consisteront notamment à :

- i. Procéder à des consultations sur la conformité aux règles de sécurité et de sûreté biologiques ainsi qu'aux impératifs techniques ;
- ii. S'assurer de l'affichage et de la conformité des pictogrammes et autres visuels d'alerte aux différents points du laboratoire ;
- iii. Organiser des audits de biosécurité internes périodiques, sur les techniques, les modes opératoires et les protocoles, les agents biologiques, le matériel et l'équipement ;
- iv. S'entretenir avec les personnes concernées des infractions aux consignes et protocoles de sécurité biologique ;
- v. Vérifier auprès de tous les membres du personnel que ceux-ci ont reçu une formation appropriée en matière de sécurité biologique et identifier les besoins en formation ;
- vi. Assurer une formation continue en matière de sécurité biologique ;
- vii. Enquêter après tout incident dû à la dissémination éventuelle de matériel, potentiellement infectieux ou toxique, rendre compte des résultats au directeur du laboratoire et au comité de sécurité biologique en leur faisant des recommandations appropriées (investigation et documentation des incidents et accidents) ;
- viii. Coopérer avec le service médical touchant la possibilité d'infections contractées par le personnel du laboratoire dans l'exercice de ses activités ;
- ix. Veiller à ce que la décontamination soit correctement effectuée après renversement accidentel de liquides ou autres incidents survenus avec du matériel infectieux ;
- x. Veiller à la bonne gestion des déchets ;
- xi. Veiller à ce que tout appareil ou équipement soit convenablement décontaminé avant une réparation ou un contrôle ;

- xii. Sensibiliser le personnel aux attitudes de la collectivité vis-à-vis des questions touchant la santé et l'environnement ;
- xiii. Etablir la procédure à suivre appropriée pour l'importation et l'exportation par le laboratoire de matériel biologique pathogène, en conformité avec la réglementation nationale ;
- xiv. Analyser, sous l'angle de la sécurité, tous les plans, protocoles et modes opératoires utilisés dans les travaux de recherche ;
- xv. Mettre en place un système pour faire face aux situations d'urgence.

16.3 . LE COMITE DE BIOSECURITE

Il est nécessaire de mettre sur pied un comité de biosécurité dont le rôle sera de définir la politique de l'établissement en matière de biosécurité et d'élaborer un code de bonnes pratiques. Ledit comité doit également examiner les protocoles de recherche comportant la manipulation d'agents infectieux, l'utilisation d'animaux, la mise en œuvre de techniques de recombinaison de l'ADN ou l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés. Le comité pourra également avoir pour fonctions d'évaluer les risques, d'élaborer un nouveau règlement en matière de biosécurité et d'arbitrer les conflits sur les questions de biosécurité.

La composition du comité de biosécurité est fonction du plateau technique du laboratoire. Elle doit être représentative des diverses branches professionnelles de l'établissement ainsi que de ses spécialités scientifiques.

Les personnels suivants peuvent selon les cas être membres de ce comité :

- i. Un ou plusieurs responsables de la biosécurité ;
- ii. Des scientifiques ;
- iii. Du personnel médical ;

- iv. Un ou plusieurs vétérinaires (en cas d'expérimentation animale) ;
- v. Des représentants du personnel technique ;
- vi. Des représentants de la direction du laboratoire.

Le comité de biosécurité doit également prendre conseil auprès des experts en sécurité des divers services (radioprotection, hygiène et sécurité industrielles, lutte contre l'incendie, etc.) et il pourra à l'occasion faire appel à des spécialistes extérieurs de différents domaines apparentés, aux autorités locales et aux organismes nationaux de réglementation. Lorsqu'un protocole particulièrement sensible ou litigieux est en discussion, il peut également être utile d'avoir l'avis des membres de la communauté.

16.4. NIVEAU CENTRAL

Tous les rapports de biosécurité élaborés par les laboratoires du pays sont transmis à la cellule en charge de la biosécurité. Il fait le point annuel de la biosécurité du Pays, définit les orientations en matière de biosécurité et biosûreté dans les laboratoires, publie le programme de supervision et audit de la biosécurité dans les laboratoires ; identifie les besoins en formation et communique le plan de formation du personnel.

17 . SUIVI-EVALUATION DE LA BIOSECURITE ET BIOSURETE EN LABORATOIRE

Il est important de documenter toutes les activités réalisées dans le laboratoire, notamment :

- Formation ;
- Inventaire et maintenance du matériel de sécurité ;
- Inventaire actualisé des échantillons et des isolats entreposés ;
- Accidents et incidents ;
- Santé du personnel, y compris vaccination et maladie ;
- Inspection et audit de sécurité ;
- Actions d'amélioration ;

- Rapport annuel.

Ces éléments serviront de documents de base pour les activités de suivi-évaluation du laboratoire. Un plan de suivi-évaluation des activités de biosécurité et biosûreté doit être élaboré, disponible au laboratoire et mis en œuvre.

18 . REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

1. Nkengasong JN, Mbopi-Keou FX, Rossana W. Peeling, Katy Yao, Clement E. Zeh, Miriam Schneidman, Renuka Gadde, Alash.le Abimiku, Philip Onyebujoh, Deborah Birx, Shannon Hader. Laboratory Medicine in Africa in the last decade: Then, Now, Future. *Lancet Infectious Diseases* 2018; 18:e362-e367.
2. OMS (2017). Évaluation externe conjointe des principales capacités RSI (Règlement Sanitaire International) de la République du Cameroun. Organisation mondiale de la Santé, Rapport de mission, 25-29 septembre 2017.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259676/WHO-WHE-CPI-REP-2017.60fre.pdf;jsessionid=8581B34ADC BBD8DEF3673ACBCDCF0C44?sequence=1>, date d'accès 15 Octobre 2018)
3. Plan Stratégique National de Développement des Laboratoires du Cameroun (PSNDL, 2018).
4. Giorgio M-T. (2018). 4 groupes d'agents biologiques.<https://www.atousante.com/risques-professionnels/groupe-agents-biologiques>, date d'accès 15 Octobre 2018)
5. OMS (2005). Manuel de sécurité biologique en laboratoire. – 3ème édition. Organisation mondiale de la Santé, Genève, 2005, ISBN 92 4 254650 X, 219 pages. <https://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/LabBios-Man3rdFrenchweb.pdf>, date d'accès 15 Octobre 2018.
6. Institut National de la Recherche et de Sécurité (INRS). Classement des agents biologiques.
7. Organisation des Nations Unies, Conseil économique et social. (2013). Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses - Règlement type, 18e éd., New York, NY, États-Unis et Genève, Suisse: Organisation des Nations Unies.
8. Réglementation pour le transport des marchandises dangereuses de l'IATA, 56e éd. (2015). Montréal, QC, Canada: Association du transport aérien international.
9. Code sanitaire pour les animaux terrestres. Organisation mondiale de la santé animale (OIE), Protéger les animaux, préserver notre avenir; Volume 1, Dispositions générales, Vingti-septième édition, 2018, ISBN 978-92-95108-61-5, 534 pages. http://www.r-r-africa.oie.int/docspdf/fr/Codes/fr_csatvol1.pdf, date d'accès 15 Octobre 2018).
10. OIE Terrestrial Manual 2008. Collection and shipment of diagnostic specimens. Chapter 1.1.1 page 8-9 ; 2008.
11. Normes de Sûreté, Principe Fondamentaux de Sûreté, N°SF-1, AIEA, 2007.

19 . ANNEXE : EQUIPE DE REDACTION ET LISTE DES CONTRIBUTEURS

19.1 EQUIPE DE REDACTION

Sous la coordination du Prof

François-Xavier MBOPI KEOU

Prof. MBOPI KEOU François-Xavier,
MINSANTE et Université de Yaoundé I

Prof ASSOBO NGUEDIA Jules,
Université de Buea

Pr NGABA Guy Pascal, HGOPE
Université de Douala

Pr AKOACHERE Jane Francis,
Université de Buea

Dr YAMBA BEYAS, METABIOTA-Johns
Hopkins Cameroon

Dr NOUBOM MICHEL,
Université de Dschang

Dr MATSEZOU Jacqueline,
METABIOTA et Johns Hopkins Cameroon

Dr NWOBEGAHAY Julius,
CRESAR/MINDEF

Dr MARIE Lydie Rose,
ANRP

Dr Abel WADE,
LANAVET

19.2. LISTE DES CONTRIBUTEURS

MACHE NJOUONWET Joseph Bertrand,
Préfet du Wouri

Prof MBOPI KEOU François-Xavier,
MINSANTE et Université de Yaoundé I

Dr DISSONGO Jean II,
DRSP du Littoral et Université de Douala

Prof MBOUDOU Emile Téléphore,
HGOPE et Université de Yaoundé I

Prof LUMA Henry,
HGD et Université de Yaoundé I

Dr NWOBEGAHAY Julius,

CRESAR/MINDEF

Mr. ABDOULAY ABDOULRAZACK,
MINSANTE

Dr YAMBA BEYAS, METABIOTA-Johns
Hopkins Cameroon

Dr MEBA M'EFUA Arsène,
MINEPIA

Prof ASSOBO NGUEDIA Jules,
Université de Buea

Pr NGABA Guy Pascal,
HGOPE et Université de Douala

Pr AKOACHERE Jane Francis,
Université de Buea

Pr OKOMO Marie Claire,
MINSANTE et Université de Yaoundé I

Dr NOUBOM MICHEL,
Université de Dschang

Dr MATSEZOU Jacqueline,
METABIOTA-Johns Hopkins Cameroon

Dr MARIE Lydie Rose,
ANRP

M.TIMOTHY NJUOH Tah,
GHSS

Mr ATANGANA Flavien Nicaise,
MINADER

Mme NGEH FEJOI Linda,
MINSANTE

Mme DONGMO NKENKEU Jose,
ONSP

Dr SADEUH MBA Serge Alain,
CPC

Dr Abel WADE,
LANAVET

Dr KOUINCHE Adélaïde,
GT LABO

Dr ANDOSEH Victor,
EGPAF

Mme PEDOUM MOFOLA Elizabeth,



MINSANTE

Dr NGUM NDZE Valentine,
METABIOTA et Johns Hopkins Cameroon
Dr TAZIEBOU Clément,
GHSS

Mme FONDA Cecilia,
METABIOTA-Johns Hopkins Cameroon

Mr. ZEMO Louis David,
MINSANTE

Mme ETONDE-TANGA Grâce,
CPC

Mr. UM DJON HENOCK Charles,
MINADER

Dr MANFO Faustin,
Université de Buea

M. TONGA Calvin,
MINSANTE

Mme FOSSOUO Viviane,
ONSP

Mr. KOUYABE MANTTHE Vincent,
LANAVET

Mr. AYUK Rolland AGBOR,
MINSANTE

Mr. ACHO Alphonse,
MINSANTE

Mr AMOUGOU Justin,
The-IDA

Mr. ARROGA NGOTOBO,
MINSANTE

Mme PIMAGHA Joséphine,
MINSANTE



Conception & Impression :
MOSS COMMUNICATION
B.P.: 15644 DLA CAMEROUN
TEL. :+237 **699 33 28 46 - 674 04 39 18**
E-mail: mosscommunication@yahoo.fr