

Démarche de prévention
Équipements | Lieux de travail

Conception des laboratoires de recherche en biologie

ED 6552

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).

De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de prévention et de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés...

Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation.

Les caisses assurent aussi la diffusion des publications éditées par l'INRS auprès des entreprises.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 € (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2025.

Édition : Nadia Luzeaux (INRS)

Conception graphique : Julie&Gilles

Mise en pages : Valérie Causse (INRS)



ED 6552 |
Septembre 2025

Démarche de prévention
Équipements | Lieux de travail

Conception des laboratoires de recherche en biologie

Brochure INRS élaborée par un groupe de travail coordonné par C. David et composé de A. Boughammoura, M. Bouselham, P. Loison (INRS), ainsi que P. Cassou (bioMérieux), S. Chauvaux et J.-S. Fournier (Institut Pasteur), I. Hennebelle (IUCT-Oncopole).

Remerciements à J. Cheron, D. Le Roy, E. Lierhmann, A. Mardirossian, R. Mouillseaux et E. Silvente (INRS).

Sommaire

Introduction	5
1 Prise en compte des risques lors de la conception	6
1.1 Activités des laboratoires de recherche en biologie	6
1.2 Évaluation des risques biologiques	8
1.3 Évaluation des risques chimiques	10
1.4 Évaluation des risques liés aux rayonnements	11
2 Exigences communes des salles techniques	12
2.1 Accès et superficie	12
2.2 Portes et fenêtres	13
2.3 Sols, murs et plafonds	13
2.4 Éclairage	14
2.5 Confort thermique	14
2.6 Ventilation	15
2.7 Insonorisation	15
2.8 Électricité et fluides	16
2.9 Réseaux de télécommunication et d'informatique	16
2.10 Sécurité incendie	17
2.11 Équipements de premier secours	17
2.12 Aménagement intérieur	18
3 Exigences spécifiques selon les niveaux de confinement	20
3.1 Niveau de confinement 1	20
3.2 Niveau de confinement 2	20
3.3 Niveau de confinement 3	21

4	Conception et aménagement des salles techniques	24
4.1	Salle technique de microbiologie	24
4.2	Salle technique de biologie cellulaire	26
4.3	Salles techniques de biologie moléculaire	26
4.4	Salle technique de biochimie	27
4.5	Salle technique de manipulation des sources radioactives non scellées	28
5	Conception et aménagement des salles d'activité support	30
5.1	Les salles de stockage	30
5.2	La salle d'entreposage des déchets	33
5.3	La laverie	35
5.4	Les vestiaires	36
5.5	Les installations sanitaires	37
5.6	Les bureaux et salles de réunion	37
5.7	La salle des archives	38
5.8	La salle des serveurs informatiques	39
5.9	La salle de restauration/repos	40
	Références	41

Introduction

La brochure s'adresse aux responsables des laboratoires de recherche, aux services de prévention et de santé au travail, aux préventeurs, aux architectes et à toute personne impliquée dans la création, l'extension ou la rénovation d'un laboratoire de recherche en biologie. Toutes ces personnes doivent collaborer de façon à concevoir et aménager le futur laboratoire, en intégrant, le plus en amont possible, les solutions techniques et organisationnelles permettant de garantir la sécurité des travailleurs (scientifiques, agents de maintenance et de nettoyage...), en tenant compte des contraintes liées aux activités présentes et à venir.

Ce document vient en complément d'un autre document de l'INRS sur la conception des lieux et des situations de travail [1], en apportant des préconisations adaptées à l'activité des laboratoires de recherche en biologie.

La conception des laboratoires de niveau de confinement 4 n'est pas traitée ici, étant donné leurs spécificités qui les différencient grandement des autres laboratoires.





1. Prise en compte des risques lors de la conception

1.1 Activités des laboratoires de recherche en biologie

Les recherches effectuées dans les laboratoires de biologie sont en constante évolution et nécessitent des salles techniques, adaptées notamment à la manipulation des agents biologiques, et des salles d'activité support, utilisées par exemple pour le stockage des produits, l'entreposage des déchets, le nettoyage et la désinfection du matériel, etc.

Les exigences de conception et d'aménagement des salles techniques diffèrent selon le type de manipulation et la nature des agents biologiques. On distingue ainsi les salles de :

- microbiologie : on y cultive des micro-organismes, notamment pour les identifier et les caractériser, étudier des processus biologiques fondamentaux, développer des procédés innovants pour produire des molécules d'intérêt ou dégrader des polluants ;
- biologie cellulaire : des cellules issues d'organismes pluricellulaires sont cultivées pour étudier par exemple, la structure et le fonctionnement des cellules et des virus, la cytotoxicité de molécules, de nouveaux médicaments ou traitements thérapeutiques ;

- biologie moléculaire : les acides nucléiques (ADN¹, ARN²) des micro-organismes ou des cellules sont extraits, purifiés, quantifiés et séquencés, pour caractériser leurs propriétés fonctionnelles, développer des outils de génie génétique...

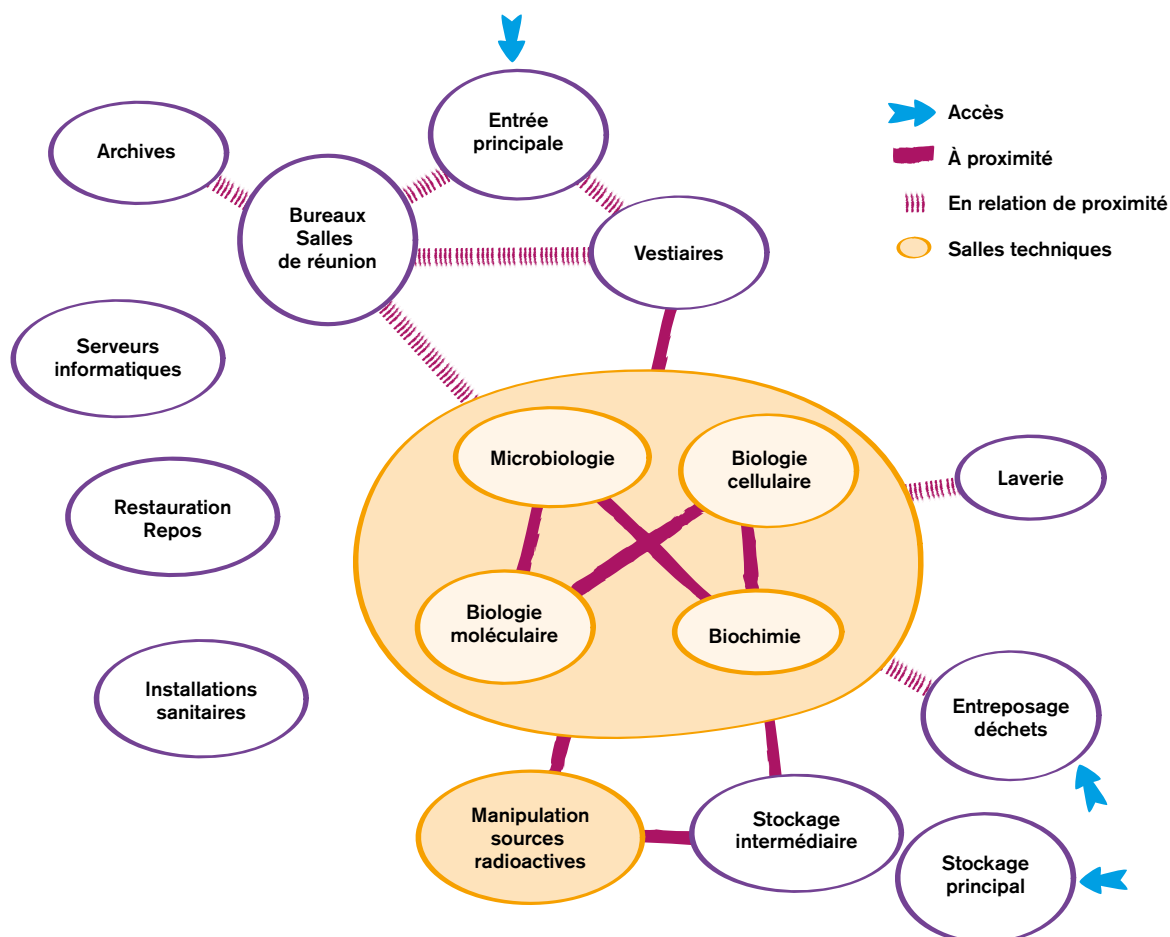
- biochimie : des molécules sont extraites des micro-organismes ou des cellules pour étudier leurs structures, leurs fonctions et leurs interactions ;

- manipulation de sources radioactives non scellées : des radionucléides sont utilisés notamment pour marquer des protéines ou des acides nucléiques, pour étudier la prolifération cellulaire, ou encore réaliser des tests de cytotoxicité.

Les activités du laboratoire génèrent des flux de personnes et de matériel entre les différentes salles. Aussi, pour minimiser les déplacements, sources d'accidents, il est judicieux d'étudier l'importance de ces interactions et d'en déduire l'emplacement des salles, qui sont à proximité ou en simple relation de proximité (figure 1). L'emplacement des salles tient également compte des flux de matériels propres ou contaminés qui ne doivent pas se croiser.

1. ADN : acide désoxyribonucléique.

2. ARN : acide ribonucléique.



■ Figure 1. Schéma fonctionnel d'un laboratoire de recherche

Les laboratoires de recherche en biologie présentent de nombreux risques professionnels, dont certains plus spécifiques de leurs activités, comme les risques biologiques, les risques chimiques et les risques liés aux rayonnements ionisants (radionucléides) et non ionisants (UV, laser, champ électromagnétique). Ces risques sont prioritairement traités dans ce document, qui n'oublie pas d'aborder également les risques liés au bruit, les risques d'incendie, les risques

électriques, les troubles musculosquelettiques (TMS)...

En plus de la réglementation relative à la prévention des risques professionnels, d'autres dispositions réglementaires en matière de prévention peuvent s'appliquer en laboratoire, comme celles relatives aux établissements recevant du public (ERP), aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), aux atmosphères explosives (Atex)...

L'évaluation des risques professionnels doit être effectuée préalablement au projet, afin de choisir des solutions techniques et organisationnelles qui permettent de supprimer ces risques ou de les maîtriser [1]. Les différents acteurs du projet de conception des laboratoires (voir encadré) doivent être tenus informés des exigences qui découlent de cette évaluation.

1.2 Évaluation des risques biologiques

Les personnels de recherche (techniciens, ingénieurs, chercheurs, etc.) utilisent délibérément des agents biologiques, comme des bactéries, des virus, des levures, des moisissures, des parasites, des prions, ou encore des cultures cellulaires.

Les agents biologiques pathogènes sont classés par le Code du travail (article R. 4421-3) en quatre groupes allant de 1 à 4, en fonction de la gravité de leur pouvoir infectieux pour les humains, de leur capacité à se propager dans la collectivité et de l'existence d'une prophylaxie ou d'un traitement (tableau 1).

Tableau 1 : Classement des agents biologiques pathogènes

Groupe	Maladie chez les humains	Propagation dans la collectivité	Existence d'une prophylaxie ou d'un traitement efficace
1	non	-	-
2	oui	peu probable	oui généralement
3	grave	possible	oui généralement
4	grave	élevée	non généralement

Une liste des agents biologiques des groupes 2, 3 et 4 est fixée par l'arrêté du 16 novembre 2021 [2]. Il n'existe pas de liste d'agents biologiques non pathogènes du groupe 1. Pour autant, un agent biologique qui n'est pas inventorié dans la liste de l'arrêté ne relève pas forcément du groupe 1. Pour ce faire, il convient d'apporter les

Mise en œuvre d'un projet de conception de laboratoires

Un projet de conception ou de rénovation d'un laboratoire s'articule autour de quatre grandes étapes [1] :

1. La programmation, qui se caractérise par la rédaction d'un document formalisant clairement et précisément les besoins et les attendus du projet.
2. La conception, qui correspond à l'élaboration progressive des plans du laboratoire avec différents niveaux de détails sur la base des données du programme.
3. La réalisation, qui est la construction effective du projet sur la base des plans.
4. La mise en service, qui marque la finalisation du projet avec notamment la réception du chantier et la qualification des installations et des équipements.

Les principaux acteurs d'un projet de conception sont :

- le maître d'ouvrage (MOA), qui est le commanditaire et le décideur pendant la durée du projet (direction d'un organisme de recherche public, d'une entreprise...) ;
- le maître d'œuvre (MOE), qui conçoit le projet (pouvant être un architecte, un bureau d'études techniques...) ;
- le coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé, qui élabore et met à jour le dossier des interventions ultérieures sur ouvrage (DIUO) pour le compte du MOA ;
- l'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO), qui assiste le MOA dans la conception et la réalisation du projet (selon expertise spécifique ergonomie, environnement...) ;
- les préventeurs en entreprise et le service de prévention et santé au travail (SPST), qui apportent leur aide pour l'évaluation et la prévention des risques professionnels ;
- le chef du laboratoire de recherche, qui est responsable de l'utilisation des lieux de travail ;
- les utilisateurs finaux (personnels de recherche, d'entretien et de maintenance...), qui expliquent leurs activités et expriment leurs besoins.

éléments d'évaluation allant dans ce sens. Cette liste signale d'un astérisque, certains agents biologiques du groupe 3 qui sont normalement non transmissibles par voie respiratoire et qui, de ce fait, peuvent être manipulés dans des niveaux de confinement moins stricts que ceux exigés pour les agents biologiques du groupe 3.

Les organismes génétiquement modifiés³ (OGM) sont classés par le Code de l'environnement (article D 532-2), également en quatre groupes allant de I à IV, en fonction du risque qu'ils représentent pour la santé publique ou l'environnement (tableau 2).

Il n'existe pas de liste officielle d'OGM des groupes I, II, III et IV. Ce classement est défini par le laboratoire qui évalue les risques de l'OGM préalablement à sa construction et son utilisation. Cette évaluation tient compte du risque de l'OGM final mais également du risque de chaque élément intervenant dans la construction de cet OGM : l'organisme donneur, l'insert⁴, le vecteur⁵ et l'organisme receveur. Pour chaque OGM, le laboratoire dépose une demande d'autorisation ou une déclaration d'utilisation auprès du Comité d'expertise des utilisations confinées d'OGM (CEUCO).

Certains **micro-organismes et toxines (MOT)** peuvent présenter un risque pour la santé publique et la sécurité nationale, en cas de rejet, accidentel ou intentionnel, dans l'environnement. Ces MOT (à l'exception des toxines), sont classés dans les groupes de risque des agents biologiques pathogènes.

Une liste des MOT est fixée par l'arrêté du 26 avril 2023 modifié [3]. Toute opération de production, de fabrication, de transport, d'importation, d'exportation, de détention, d'offre, de cession, d'acquisition et d'emploi portant sur les MOT est soumise à une autorisation de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

La base de données Baobab, disponible sur le site de l'INRS (<https://www.inrs.fr/baobab>)

3. Organismes génétiquement modifiés : organismes dont le matériel génétique a été modifié autrement que par multiplication ou recombinaison naturelle.

4. Insert : fragment d'acide nucléique provenant de l'organisme donneur, à insérer dans le génome de l'organisme receveur.

5. Vecteur : élément (virus, plasmide...) utilisé pour faire entrer un insert dans la cellule receveuse.

Tableau 2. Classement des OGM

Groupe	Maladie chez les humains et effets négatifs sur l'environnement	Propagation dans la collectivité	Existence d'une prophylaxie ou d'un traitement efficace
I	non	-	-
II	oui	peu probable	oui généralement
III	grave	possible	oui généralement
IV	grave	élevée	non généralement

recense tous les agents biologiques et les MOT classés par la réglementation, et propose pour chacun, une fiche synthétique contenant des informations épidémiologiques et réglementaires.

L'évaluation des risques biologiques en laboratoire tient compte (article 3 de l'arrêté du 16 juillet 2007 modifié [4]) :

- du classement des agents biologiques,
- de leur voie de transmission (respiratoire, cutanéomuqueuse, par inoculation et digestive),
- de la nature du matériel biologique manipulé (échantillon biologique, culture...),
- de l'utilisation de méthodes validées d'inactivation des agents biologiques pathogènes,
- des techniques réalisées,
- des conditions d'exposition des travailleurs :
 - par inhalation d'aérosols solides ou liquides formés notamment lors du broyage de tissus, de la sonication, de l'agitation et de l'homogénéisation de cultures de micro-organismes, de la remise en suspension de culot de centrifugation, de l'ouverture de tubes ou récipients sous vide contenant des lyophilisats... ;
 - par contact direct avec une peau lésée (plaies, excoriations, lésions d'eczéma...) ou les muqueuses du visage en cas de projections. Il peut s'agir également de contact indirect en portant les mains contaminées aux muqueuses ;
 - par piqûre ou coupure (inoculation) avec tout matériel souillé, comme une aiguille de seringue, une lame d'observation microscopique, du plastique rigide brisé, un scalpel ou encore un éclat de verre ;

– par ingestion, essentiellement de manière indirecte par portage à la bouche de mains contaminées (par geste réflexe, pour se ronger les ongles...) ou d'objets souillés (stylo sur la paillasse...).

Il y a un risque biologique si l'exposition du travailleur est compatible avec une voie de transmission d'un agent biologique pathogène.

Le résultat de cette évaluation des risques va ensuite déterminer le niveau de confinement réglementaire à adopter. Ce confinement a des impacts sur la conception des locaux (présence d'un sas, ventilation, filtration de l'air...), l'aménagement interne (choix des revêtements, type de matériel, flux des personnes...) et les pratiques opératoires (stockage des produits, gestion des déchets...). L'arrêté relatif au confinement des agents biologiques pathogènes manipulés en laboratoire décrit le confinement de base et les niveaux de confinements 2, 3 et 4, dans lesquels doivent être manipulés respectivement les agents biologiques des groupes 2 à 4 [4].

Les OGM des groupes I à IV doivent également être manipulés respectivement dans des salles techniques de classe de confinement C1 à C4 (article D 532-3 du Code de l'environnement [5]). Le groupe de risque, et donc la classe de confinement, peut varier à chaque étape de construction d'un OGM, en fonction du danger de chaque élément constitutif (l'organisme donneur, l'insert, le vecteur et l'organisme receveur).

Selon leur nature, les MOT sont manipulés dans les confinements prescrits pour les agents biologiques pathogènes ou les OGM, auxquels s'ajoutent les consignes de bonnes pratiques, décrites dans l'arrêté du 23 janvier 2013 modifié, garantissant la sécurité et la sûreté biologiques [6].

1.3 Évaluation des risques chimiques

Pour réaliser une évaluation des risques chimiques, il convient de :

- réaliser un inventaire des produits chimiques utilisés, émis et stockés,
- caractériser les dangers des produits et des procédés,

- analyser les émissions et les expositions possibles.

Les activités en laboratoire de recherche impliquent d'utiliser de nombreux produits chimiques comme :

- des acides : acide chlorhydrique, acide sulfurique, acide acétique...,
- des bases : soude, ammoniacque...,
- des alcools : éthanol, méthanol, isopropanol...,
- des solvants organiques : diméthylsulfoxyde (DMSO), acétone, chloroforme, acétonitrile, hexane, phénol, xylènes...,
- des fixateurs : formaldéhyde, glutaraldéhyde...,
- des colorants : bleu de trypan, bleu de méthylène, fuchsine, rouge ponceau...,
- des intercalants : bromure d'éthidium, iodure de propidium...,
- des produits cryogéniques : carboglace, azote liquide, éthane liquide isopentane...,
- des désinfectants : eau de Javel, peroxyde d'hydrogène...

Ces produits sont, pour la plupart, classés dangereux : corrosifs, irritants, CMR⁶, comburants, inflammables, explosibles...

L'exposition des opérateurs peut avoir lieu par inhalation, par contact cutané, par projection sur la peau et les muqueuses du visage ou encore par ingestion.

Le risque associé à une exposition à un produit chimique dangereux est évalué sur la base des dangers du produit, de ses propriétés physico-chimiques (état physique, volatilité, etc.), des circonstances d'exposition (quantité de produit, voie d'exposition, durée d'exposition, fréquence d'exposition, etc.) et de la nature du procédé plus ou moins émissif.

La réglementation prévoit des dispositions à appliquer notamment pour les agents chimiques dangereux et les agents CMR. Ainsi, dès lors qu'un agent chimique présente un danger et qu'un travailleur est exposé ou susceptible d'être exposé à cet agent, des mesures de prévention adaptées doivent être mises en œuvre dans le laboratoire [7].

6. CMR : cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction.

1.4 Évaluation des risques liés aux rayonnements

1.4.1 Rayonnements ionisants

L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants repose sur l'identification des sources radioactives présentes, leurs caractéristiques et l'analyse des situations d'exposition. Les laboratoires de recherche utilisent principalement des sources radioactives non scellées. Parmi les principaux radionucléides mis en œuvre, on retrouve le phosphore 32 (^{32}P), le soufre 35 (^{35}S) ou encore le tritium (^3H). Il s'agit principalement d'émetteurs de rayonnements bêta. Toutefois, d'autres radionucléides utilisés en recherche peuvent émettre des rayonnements X ou gamma (chrome 51, iode 125).

Les protocoles de recherche nécessitent parfois l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayonnements X, également appelés générateurs de rayons X. Il convient de dédier des espaces de travail à l'emploi de ces générateurs [8].

En laboratoire, l'exposition aux rayonnements peut être interne (inhalation, à travers la peau ou les muqueuses, ingestion) ou externe (source à distance ou au contact). L'estimation des niveaux d'exposition potentiels se fait en lien avec le conseiller en radioprotection (CRP) désigné par l'employeur.

L'évaluation des risques tient compte des conditions normales d'utilisation les plus défavorables ainsi que des incidents raisonnablement prévisibles inhérents au travail effectué [9]. Les résultats de cette évaluation conditionnent les mesures de prévention à mettre en œuvre.

1.4.2 Rayonnements optiques

L'employeur évalue les risques à partir des données techniques disponibles et s'assure du respect des valeurs limites d'exposition prévues au Code du travail (article R. 4452-5). Si l'absence de risque ne peut être démontrée, il convient d'effectuer des calculs ou mesures des niveaux d'exposition [10].

Certaines manipulations (notamment en biologie moléculaire) peuvent nécessiter l'usage d'appareil émettant des rayonnements ultraviolets (UV). Les rayonnements UV-B émis par ces appareils, ont des longueurs d'onde comprises entre 280 et 315 nm qui sont essentiellement absorbés par l'épiderme et la cornée. Les UV-B peuvent donc avoir des effets sur la peau (érythème, brûlures de type « coup de soleil », photodermatoses, cancers) et les yeux (photokératite).

D'autres systèmes UV peuvent être utilisés pour désinfecter certaines surfaces. Ces lampes émettent des UV-C de longueur d'onde plus courtes (200-280 nm) et donc plus énergétiques que les UV-B. Ces UV-C sont classés cancérigènes avérés. Ils peuvent également entraîner des effets sur la peau et les yeux [11].

Ces équipements émettant des UV doivent être correctement installés, utilisés et entretenus, de façon à ne pas exposer les travailleurs à leur rayonnement. Les procédés de capotage doivent être adaptés à la longueur d'onde des UV. Pour éviter toute exposition, les lampes UV-C désinfectantes sont allumées à distance, uniquement hors présence humaine.

1.4.3 Champs électromagnétiques

Les laboratoires peuvent utiliser des appareils mettant en œuvre des rayonnements électromagnétiques, comme les spectromètres à résonance magnétique nucléaire. Les risques sont essentiellement liés à la présence d'un champ magnétique statique intense, qui peut notamment perturber le fonctionnement des dispositifs médicaux implantés actifs, comme les pace-makers. Ces champs entraînent également un risque d'attraction et de projection des objets ferromagnétiques.



2. Exigences communes des salles techniques

La conception des salles dédiées aux activités techniques doit répondre à un premier niveau d'exigences communes, en tenant compte des évolutions possibles des activités, pouvant nécessiter des changements d'espace de travail, de connexion aux fluides, de chemins de câbles électriques, informatiques et de télécommunication...

2.1 Accès et superficie

L'accès aux salles techniques est réservé aux seules personnes autorisées.

Il est nécessaire de vêtir une tenue spécifique à la salle technique. Il convient donc de prévoir avant l'entrée, des aménagements permettant au personnel de revêtir et d'enlever les vêtements et équipements de protection individuelle (EPI). Selon le niveau de confinement, cet espace peut se situer dans un sas (voir chapitre 3.3. Niveau de confinement 3) ou dans le couloir. Dans ce dernier cas, il convient de prévoir un espace suffisamment large pour contenir :

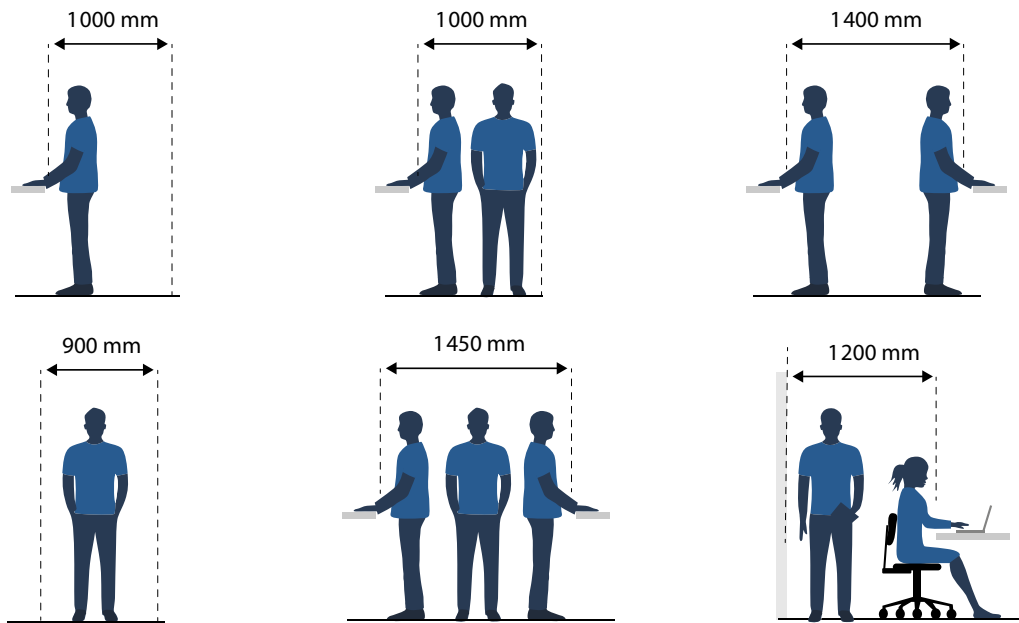
- des patères pour toutes les personnes autorisées à entrer dans la salle technique,
- des meubles de rangement pour les vêtements propres et les EPI,
- éventuellement des chaises ou des bancs,

- des conteneurs pour les vêtements et équipements de protection susceptibles d'être contaminés.

La superficie d'une salle technique dépend :

- du dimensionnement des différents postes de travail ;
- des espaces de circulation nécessaires et suffisants pour les flux de personnes et de matériels (figure 2) ;
- de l'encombrement du matériel et de l'ameublement, en tenant compte de l'espace nécessaire pour la maintenance, l'approvisionnement en consommable et la gestion des déchets générés par certains équipements. Il peut s'agir par exemple :
 - de postes de sécurité microbiologique (PSM) [12],
 - de postes de sécurité cytotoxique (PSC) et de pesée sécurisée [12],
 - de sorbonnes [12],
 - d'étuves et incubateurs avec agitation,
 - de réfrigérateurs ou congélateurs permettant la conservation des matériels biologiques et produits chimiques dans des compartiments séparés et dédiés,
 - d'armoires permettant de séparer physiquement les produits chimiques incompatibles, voire d'armoires ventilées pour le stockage de certains produits volatiles.

Les voies de circulations doivent rester dégagées et ne pas servir de zone de stockage. Les



■ Figure 2. Espaces de circulation.

cheminements et les sorties de secours doivent être clairement identifiés et balisés.

2.2 Portes et fenêtres

Les portes d'accès aux salles techniques doivent être verrouillables. Elles sont conçues de sorte à être suffisamment larges pour permettre le passage des équipements de travail les plus volumineux (PSM, centrifugeuse, congélateur -80 °C, microscope électronique...) et l'évacuation de victime d'accident en position couchée.

Les portes sont munies d'un oculus pour voir les personnes travaillant dans la pièce et éviter le risque de collision.

Il est possible d'installer des portes à ouverture et fermeture automatique, ce qui facilite le passage du personnel portant du matériel. Il faut veiller toutefois à ce que le débattement de la porte ne génère pas un risque de heurt. Pour cela, il convient que la zone de débattement soit marquée au sol et que les systèmes de contrôle d'accès soient situés en dehors de cette zone.

Il convient de placer les postes de travail dans des locaux munis de fenêtres, offrant ainsi un éclairage naturel et une vue sur l'extérieur, sauf si la nature des activités s'y oppose (par exemple microscopie à fluorescence). Toutefois les fenêtres ouvrantes doivent rester fermées pendant les manipulations.

La protection du rayonnement solaire peut se faire au moyen de stores, qui sont placés à l'extérieur de la salle technique et non pas à l'intérieur, pour faciliter les opérations de nettoyage et de désinfection.

2.3 Sols, murs et plafonds

La dalle des salles techniques doit pouvoir supporter la charge au sol totale exercée par l'ensemble des équipements de travail. Le revêtement des sols doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- antidérapant,
- résistant à l'usure et au poinçonnement,
- imperméable,

- résistant aux produits chimiques utilisés (résistance à l'azote liquide par exemple) et aux produits de nettoyage et de désinfection,
- ne pas dégager de gaz toxiques en cas d'incendie.
- capable de dissiper les charges électrostatiques (résistivité en principe $< 10^8$ ohms).

Il est recommandé de couvrir le sol d'un revêtement plastifié à joints thermosoudés remontant d'au moins 10 cm le long des murs, avec une moulure concave pour limiter l'encrassement et faciliter le nettoyage et la désinfection (plinthe à gorge).

Le sol doit rester plan, notamment au niveau des seuils de portes, pour éviter les chutes, faciliter le passage des chariots et le nettoyage.

Il est recommandé que les murs et plafonds soient lessivables et résistants aux produits de nettoyage et de désinfection. La hauteur sous plafond doit être suffisante pour permettre :

- l'installation des systèmes de ventilation de la pièce ;
- le passage des canalisations et des chemins de câbles électriques, informatiques et de télécommunication qui sont encoffrés ;
- le passage, le montage et le démontage, le bon fonctionnement et la maintenance des équipements les plus hauts.

Une hauteur sous plafond de 3 m est généralement suffisante pour accueillir les PSM et les sorbonnes, mais certains équipements de travail peuvent nécessiter une plus grande hauteur.

Les faux plafonds à dalles sont à proscrire dans les salles techniques où sont manipulés des micro-organismes ou des produits chimiques, pour :

- éviter l'accumulation de poussières, de micro-organismes et de vapeurs de produits chimiques ;
- faciliter le nettoyage et la désinfection.

2.4 Éclairage

Lorsque la lumière naturelle est insuffisante pour fournir un confort visuel, il convient de la compenser par un éclairage artificiel. Celui-ci doit assurer

une distribution homogène de la lumière dans tout le champ de vision, des contrastes confortables facilitant la perception des volumes ainsi qu'une vision qualitative des couleurs. La norme NF EN 12464-1 recommande des niveaux moyens d'éclairage à maintenir, pouvant aller de 300 lux (pour une tâche ne nécessitant pas de perception de détails) à plus de 1 000 lux (pour une tâche nécessitant la perception de détails) [13]. Dans le premier cas, l'éclairage peut être assuré par l'éclairage général seul. Dans le second cas, un éclairage local peut renforcer l'éclairage général pour adapter l'éclairage en fonction de la configuration des locaux et de la nature des activités à effectuer. Il est également possible d'installer un variateur d'intensité lumineuse. Le niveau d'éclairage peut être inférieur à 300 lux pour certaines salles d'activité support (vestiaires, salle des archives, salle de restauration, etc.).

Il convient de choisir des luminaires limitant l'accumulation de poussières et facilitant le nettoyage des réflecteurs et le remplacement des lampes.

La lecture des écrans d'ordinateur ou d'appareils peut être gênée par les reflets de la lumière naturelle ou des sources lumineuses. Il est possible d'utiliser des luminaires à basse luminance ou de placer des dispositifs d'occultation réglables à l'extérieur des fenêtres. Par ailleurs, il convient d'adapter l'implantation des sources lumineuses et de choisir des matériaux à faible réflexion afin d'éviter la réverbération sur les surfaces.

2.5 Confort thermique

L'ambiance thermique des salles techniques doit être adaptée à l'activité physique des travailleurs. En laboratoire, celle-ci correspond généralement à un travail manuel léger en position assise ou debout.

La température ambiante doit permettre à une personne de maintenir son équilibre thermique en utilisant un minimum d'énergie pour lutter contre le froid ou le chaud. La sensation de confort thermique dépend de :

- la perception individuelle,
- l'habillement,

- la vitesse de l'air,
- l'hygrométrie,
- la température des surfaces adjacentes.

Il convient de tenir compte de la capacité qu'ont certains équipements de laboratoire (congélateurs, étuves, centrifugeuses, thermocycleurs pour PCR⁷, séquenceurs...) à augmenter la température ambiante.

Le bon dimensionnement d'une climatisation permet d'assurer une température de travail optimale pour le personnel et le bon fonctionnement des équipements (notamment dans les salles de stockage regroupant plusieurs congélateurs et réfrigérateurs, la salle des serveurs informatiques...).

2.6 Ventilation

Les salles dédiées aux activités techniques sont des locaux à pollution spécifique et doivent donc être équipées de dispositifs de ventilation mécanique. L'air extrait des locaux à pollution spécifique ne doit pas être rejeté dans des locaux à pollution non spécifique (bureaux, vestiaires, sanitaires...), mais doit être rejeté à l'extérieur du bâtiment à au moins 8 mètres de toute fenêtre ou de toute prise d'air neuf, en tenant compte des vents dominants, comme le préconise le règlement sanitaire départemental de Paris [14]. Le recyclage de l'air peut être envisagé pour répondre aux consignes de sobriété énergétique, après avoir envisagé d'autres solutions techniques [15].

Il est recommandé de filtrer l'air neuf afin de limiter la contamination de l'atmosphère des pièces et par là même l'encrassement des filtres des appareils. La nécessité et l'efficacité de la filtration de l'air extrait sont fonction du niveau de confinement des salles techniques (voir chapitre 3. Exigences spécifiques selon les niveaux de confinement).

Dans les salles techniques, il est conseillé d'appliquer un débit minimal de 60 m³/h par occupant. Ce débit minimal d'air neuf est fonction de

la nature et de la quantité des polluants émis, de la quantité de chaleur à évacuer et de la présence de dispositifs de captage avec rejet de l'air à l'extérieur (PSM, PSC, sorbonne) [12]. Toute salle technique accueillant une enceinte ventilée reliée à l'extérieur doit recevoir un débit d'air neuf, dit de compensation, égal au débit d'air extrait. Un débit d'air de compensation supérieur au débit d'air extrait entraînera une surpression dans le local, et un débit d'air de compensation inférieur entraînera une dépression.

Il convient de faire attention au dimensionnement des bouches de soufflage et à leur position vis-à-vis des postes de travail. Les bouches de soufflage d'air neuf doivent être placées de façon à ne pas perturber l'écoulement d'air aspiré par une enceinte ventilée et ne doivent pas créer d'inconfort pour les travailleurs. Une vitesse d'air inférieure ou égale à 0,2 m/s au niveau des opérateurs doit permettre d'éviter la sensation de courant d'air.

Lors de la conception des réseaux aérauliques, il est important de prévoir une bonne accessibilité à tous les éléments de la centrale de traitement d'air (CTA) et du réseau de distribution, afin de faciliter leur maintenance (présence de trappes de visites). De plus, le système de ventilation de chaque salle doit pouvoir être arrêté et isolé pour procéder à toute opération de maintenance et de nettoyage/désinfection.

2.7 Insonorisation

Dans les laboratoires de recherche, le bruit généré par certains équipements de travail peut être important (centrifugeuses, sonicateurs, enceintes ventilées...). Lors de l'achat d'un de ces équipements, il convient d'inscrire le niveau sonore parmi les critères du cahier des charges et de choisir l'appareil le moins bruyant.

Le traitement acoustique doit être pris en compte dès la conception des locaux de travail, en particulier lorsque les équipements et la ventilation mécanique sont susceptibles de générer une exposition sonore quotidienne supérieure à 85 dB(A) (article R. 4213-5 du Code du travail).

7. PCR : Polymerase Chain Reaction (technique d'amplification d'ADN et d'ARN.)

L'environnement acoustique général des salles techniques doit permettre un niveau de concentration intellectuelle moyen à élevé, qui nécessite, selon la norme NF ISO 22955, une ambiance sonore ne dépassant pas les 55 dB(A) [16].

Il est recommandé que les équipements de travail bruyants, même respectant les seuils réglementaires, soient placés dans des salles dédiées, ne comprenant pas de poste de travail fixe.

2.8 Électricité et fluides

La distribution de l'électricité et des fluides doit être modulable afin de s'ajuster aux changements d'emplacement des appareils, à leur remplacement et à leur augmentation en nombre.

Les raccordements électriques doivent être facilement accessibles et situés de sorte à éviter toute pénétration de liquides. La puissance électrique doit être suffisante pour l'ensemble des appareils en fonctionnement. Les circuits électriques doivent être protégés contre les surcharges et les courts-circuits et il est souhaitable de prévoir des onduleurs pour certains appareils sensibles aux microcoupures (séquenceurs haut débit par exemple). De plus, une alimentation de secours (groupe électrogène) de puissance suffisante peut être nécessaire en cas de panne de courant, notamment pour préserver les stocks (congélateurs, réfrigérateurs...).

Les arrivées de fluides (CO₂, N₂, air comprimé) doivent être prévues en fonction des besoins expérimentaux. Les conduites d'alimentation aux couleurs normalisées sont branchées au moyen de raccords auto-obturables pourvus de détrompeurs et doivent rester accessibles [17].

Il est déconseillé d'installer un réseau de distribution de gaz pour alimenter des becs Bunsen, en raison du risque d'incendie et de brûlures. Il convient de privilégier les enceintes ventilées ou, à défaut, les becs électriques.

De même, il est préférable d'utiliser des pompes à vide individuelles autonomes plutôt qu'un réseau de distribution du vide, qui peut facilement se contaminer et qu'il est difficile d'entretenir.

L'emplacement des points d'eau et le traitement des effluents doivent être prévus en fonction du niveau de confinement de la salle technique (voir chapitre 3. Exigences spécifiques selon les niveaux de confinement).

Les effluents générés par les automates, pouvant présenter à la fois des risques chimiques et biologiques, sont traités selon les préconisations du fabricant de l'automate.

Une évaluation des risques permet de juger si les produits chimiques de l'effluent sont capables d'inactiver les agents biologiques présents. Dans l'affirmative, les effluents suivent la filière d'élimination des produits chimiques. Sinon ils sont soit traités afin d'inactiver les agents biologiques avant de suivre la filière des déchets chimiques, soit éliminés dans la filière des déchets d'activités de soins à risques infectieux (Dasri) en spécifiant les risques chimiques associés. D'autres techniques consistent à gélifier les effluents afin de les éliminer comme Dasri solides.

Des trappes de visite donnant accès au réseau des eaux usées et aux différents systèmes de distribution de fluides et d'électricité doivent être prévues pour permettre d'effectuer les opérations d'entretien et de maintenance.

2.9 Réseaux de télécommunication et d'informatique

Les salles techniques sont obligatoirement équipées d'un moyen de communication avec l'extérieur (téléphone, interphone...). Il convient de maintenir opérationnel ce moyen de communication vers l'extérieur, indispensable pour alerter en cas d'incident ou d'accident.

La conception des réseaux de télécommunication et d'informatique doit tenir compte :

- de l'emplacement modulable des équipements ;
- du type d'équipements : télémaintenance, suivi en temps réel et enregistrement de paramètres, gestion des alarmes... ;
- de la sécurité informatique ;
- des évolutions technologiques.

2.10 Sécurité incendie

En matière de sécurité incendie, la conception et l'aménagement du laboratoire doivent [18] :

- permettre une évacuation rapide et sûre de tous les occupants en cas de sinistre :
 - le nombre et la largeur des dégagements (escaliers, couloirs, portes, issues de secours...) sont définis en fonction du nombre de personnes susceptibles de les emprunter,
 - les dégagements doivent rester libres de tout obstacle,
 - les distances maximales à parcourir doivent être aussi faibles que possible,
 - un éclairage de sécurité permet de baliser et d'identifier clairement les cheminements d'évacuation jusqu'à l'extérieur pour atteindre un point de rassemblement (zone sécurisée où l'ensemble des personnes va se regrouper),
 - des espaces d'attente sécurisés (EAS) permettant d'assurer une protection, pendant une durée minimale d'une heure, des personnes en situation de handicap ayant besoin d'une aide extérieure pour leur évacuation en cas d'incendie,
 - des procédés de désenfumage (évacuant les fumées et les gaz chauds de combustion) sont prévus notamment pour :
 - les locaux de plus de 300 m² situés en rez-de-chaussée et en étage,
 - les locaux de plus de 100 m² aveugles (sans fenêtre et sans porte donnant sur l'extérieur) et ceux situés en sous-sol,
 - les cages d'ascenseur et les escaliers ;
 - des déclencheurs manuels ou détecteurs automatiques, ainsi que des moyens d'alarmes sonores et visuels sont judicieusement placés pour donner l'alerte le plus précocement possible (à ne pas placer près de sources de vapeur comme en laverie) ;
- limiter la propagation de l'incendie par :
 - le compartimentage des locaux, à l'aide d'ouvrages séparatifs résistant au feu (murs, sols, plafonds, portes...), de façon prioritaire sur les chemins d'évacuation et les locaux à risques particuliers d'incendie (locaux de stockage, locaux où sont utilisés des produits chimiques, des matières combustibles, des agents biologiques pathogènes, entreposage des déchets...),

- la mise à disposition de moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs, robinets d'incendie armés ou système d'extinction automatique dans les zones à risques particuliers d'incendie), régulièrement répartis, facilement accessibles, visibles et adaptés au type de feu à combattre [19]. En cas de risque de contamination des eaux d'extinction par des agents biologiques pathogènes, l'installation d'un système d'extinction automatique à gaz est à envisager dans la salle technique [20] ;

- faciliter l'accès des secours.

Les systèmes de désenfumage et d'extinction automatique à gaz ne sont pas compatibles avec le maintien d'un confinement, indiqué en cas de risque biologique, chimique ou radiologique, à moins de définir des mesures compensatoires permettant d'atteindre un niveau de sécurité équivalent.

Les consignes de sécurité incendie doivent être élaborées, affichées et connues des travailleurs [21]. Elles doivent indiquer la marche à suivre en matière de lutte contre l'incendie et désigner entre autres, pour chaque local, les personnes chargées de diriger l'évacuation, notamment en ce qui concerne les salles techniques munies de sas.

2.11 Équipements de premier secours

Les lieux de travail sont équipés de matériels de premier secours adaptés à la nature des risques et facilement accessibles. Des lave-œil/douchettes oculaires et des douches de sécurité doivent être prévus en cas de risques de projection de produits dangereux (biologiques ou chimiques).

Les lave-œil et les douches de sécurité doivent présenter les caractéristiques suivantes [22] :

- une mise en marche simple afin que la victime puisse s'en servir seule ;
- une innocuité parfaite du fluide de lavage ;
- un entretien régulier pour éviter les risques de contamination du réseau ;

- une évacuation vers le réseau d'eau usée ou un bac de rétention des eaux, selon l'évaluation des risques ;
- un débit :
 - pour le lave-œil : de 6 l/min minimum, et idéalement supérieur à 15 l/min,
 - pour la douche : de 60 l/min minimum, et idéalement supérieur à 75 l/min,
 - pendant la durée nécessaire (15 à 20 minutes) ;
- une température du fluide comprise entre 15 et 25 °C ;
- un positionnement :
 - à une distance inférieure à 8 mètres ou 10 secondes du poste de travail à risque,
 - dans un endroit visible clairement indiqué au moyen de panneaux signalétiques,
 - à distance des installations électriques et des sources de contamination.

Un aménagement occultant la victime lors de la prise de douche peut être prévu afin d'assurer un certain niveau d'intimité.

Selon l'évaluation des risques, il peut s'avérer nécessaire d'installer des douches de sécurité pour les activités se déroulant dans les salles techniques de niveau de confinement 3. Ces douches doivent alors répondre à certains critères décrits dans le chapitre 3.3. Niveau de confinement 3.

2.12 Aménagement intérieur

Un affichage placé à l'extérieur de la salle technique doit permettre d'identifier tous les dangers et les activités propres à cette salle.

Il convient de faire l'inventaire des besoins liés aux activités. Les salles techniques doivent être aménagées de façon à répondre aux besoins actuels, mais également à l'évolution des technologies, qui peut entraîner des changements d'appareils, d'organisation des postes de travail, ou encore d'alimentation en fluides, câbles électriques, informatiques ou de télécommunication.

Dans la salle technique, il convient de différencier des zones en fonction des activités :

- une zone de manipulation contenant les paillasses servant de poste de travail en position assise et les équipements volumineux (PSM, centrifugeuse, armoires ventilées...) ;
- une zone à l'écart de l'animation et des passages, pour les activités nécessitant un niveau important de concentration et de précision (observation des lames au microscope, le comptage des colonies, pesée de précision, etc.) ;
- une zone de travail informatique, exempte de tout matériel ayant pu être en contact avec des agents biologiques et équipée d'un ordinateur connecté au réseau, afin de transférer les données sans avoir à sortir de document de la zone confinée.

Les paillasses équipant les zones techniques doivent être suffisantes pour accueillir :

- toutes les personnes qui y travaillent,
- les appareils utilisés, qui sont parfois volumineux, comme :
 - des appareils d'électrophorèse, de chromatographie,
 - des centrifugeuses,
 - des agitateurs,
 - des bains thermostatés,
 - des spectrophotomètres, etc. ;
- sans oublier les conteneurs à déchets, spécifiques de chaque filière, qui doivent être placés à portée de main à tous les postes de travail.

Il existe des paillasses réglables en hauteur (munis de dispositifs de mise à niveau et de blocage) s'adaptant à l'opérateur et aux appareils. La hauteur recommandée du plan de travail en posture assise est de 74 cm alors que la hauteur du poste de travail en position debout ou assis sur un tabouret haut est de 90 cm (figure 3). En fonction des activités, la profondeur utile des paillasses peut s'étendre de 60 à 90 cm [23]. La longueur de paillasse est fonction des manipulations et du nombre de postes de travail.

Les paillasses sur roues offrent une plus grande adaptabilité aux changements d'organisation du travail. Par contre, il est recommandé de sceller au mur les paillasses qui accueillent des équipements générant de fortes vibrations [24].

Le revêtement des paillasse doit être lisse, imperméable, résistant aux produits de nettoyage et de désinfection, ainsi qu'aux produits chimiques utilisés. Par exemple, il existe un risque d'éclatement lors d'un déversement d'azote liquide sur la glace émaillée. Il convient de limiter le nombre de joints des revêtements de paillasse. Ces joints ne doivent pas craqueler ni devenir poreux. Ils doivent être imperméables à l'eau et résistants aux produits chimiques utilisés. Il est préférable que les paillasse satisfassent aux essais décrits dans la norme NF EN 13150 [23].

Pour limiter l'encombrement des paillasse, des meubles de rangement doivent être prévus pour contenir tout le matériel qui doit être marqué et réservé à chaque salle technique :

- les consommables (embouts de pipettes, tubes...);
- les réactifs ;
- les équipements de protection individuelle (EPI) ;
- les produits de nettoyage et de désinfection adaptés aux agents biologiques manipulés et compatibles avec les matériaux.

Les meubles de rangement mobiles pouvant se glisser sous les paillasse présentent certains avantages :

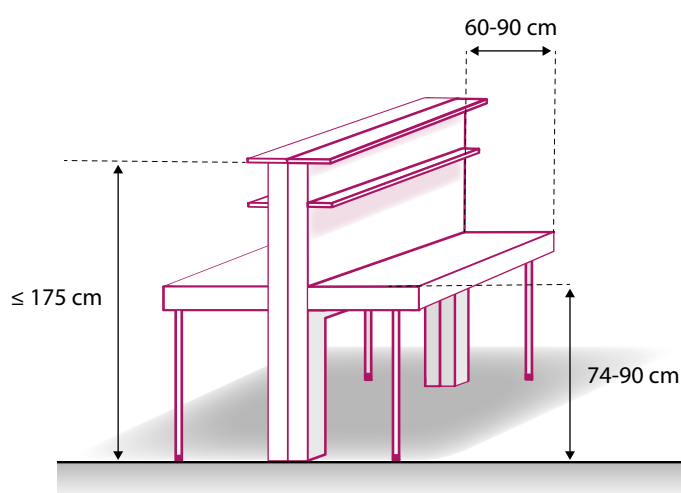
- flexibilité de l'aménagement de la salle ;
- accès aisé aux conduites électriques ou de fluides, pour les opérations de maintenance ;
- entretien aisé du sol.

Toutefois ces meubles doivent être équipés de roulettes blocables et ne doivent pas être disposés à l'emplacement laissé libre pour les postes de travail en position assise.

Une surface au sol doit également rester libre pour entreposer les contenants nécessaires pour les différents déchets.

Les meubles fixés en hauteur sont déconseillés car ils ne donnent pas une bonne visibilité de leur contenu et peuvent être à l'origine d'accidents par renversement ou bris.

Un évier peut être nécessaire pour certaines manipulations. Il est à distinguer du lave-mains à déclenchement non manuel, qui doit être disponible dans chaque salle technique afin de permettre aux salariés de se laver les mains en fin de manipulation. Le lave-mains est équipé d'un distributeur de savon liquide, d'essuie-mains en papier à usage unique et d'une poubelle pour les papiers usagés. L'eau ne doit pas pouvoir stagner dans la vasque.



■ Figure 3. Dimensions des paillasse de laboratoires.



3. Exigences spécifiques selon les niveaux de confinement

Les niveaux de confinement de 1 à 4 sont choisis en fonction de l'évaluation des risques (voir chapitre 1. Prise en compte des risques lors de la conception). Certaines salles techniques doivent respecter, en plus des exigences communes décrites dans le chapitre précédent, des exigences spécifiques de conception et d'aménagement qui permettent de maîtriser les risques auxquels sont exposés les opérateurs et d'éviter la dissémination des micro-organismes.

3.1 Niveau de confinement 1

La salle technique de niveau de confinement 1 est dédiée aux manipulations d'agents biologiques non pathogènes. En niveau 1, la conception et l'aménagement des salles correspondent aux exigences communes des salles techniques. Il s'agit principalement de séparer physiquement la salle des autres locaux par au moins une porte verrouillable.

Les OGM de groupe I sont manipulés dans des salles techniques de confinement de niveau C1, dont les exigences sont semblables à celles des agents biologiques non modifiés ; à ceci près qu'il est exigé d'avoir un autoclave sur le site et que les déchets d'activités de soins à risques infectieux (Dasri) doivent être inactivés par des méthodes validées avant leur élimination [25].

3.2 Niveau de confinement 2

En plus des exigences communes décrites précédemment, la salle technique de niveau de confinement 2 doit répondre aux exigences réglementaires suivantes [4] :

- un accès contrôlé limite l'entrée aux seules personnes autorisées ;
- le pictogramme de danger biologique (figure 4) et le niveau de confinement de la salle sont affichés sur la porte d'entrée ;
- la salle peut se fermer hermétiquement pour permettre une désinfection des surfaces par voie aérienne (DSVA) ;
- une fenêtre d'observation ou un système équivalent permet de voir depuis l'extérieur les occupants de la salle confinée (figure 5) ;
- un moyen de communication avec l'extérieur est disponible dans la salle technique (téléphone, interphone) ;



■ Figure 4. Pictogramme de danger biologique.



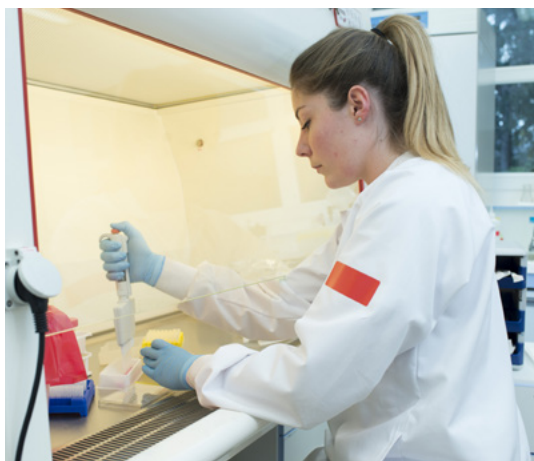
© Grégoire Maisonneuve pour l'INRS – 2017

■ Figure 5. Fenêtre d'observation permettant de voir le personnel travaillant dans la salle technique.

- des moyens de lutte efficace contre les vecteurs (souris, mouche, moustique...) sont mis en œuvre pour éviter tout risque de dispersion des agents biologiques.

La présence d'au moins un PSM est exigée pour les manipulations générant des aérosols ou des projections (figure 6). Quelle que soit sa taille, un PSM ne peut accueillir qu'une seule personne à la fois. Il convient de prévoir le nombre de PSM nécessaire à l'activité du laboratoire.

Pour les OGM de groupe II nécessitant un confinement de niveau C2, l'inactivation des déchets est obligatoire et implique la présence d'un autoclave dans le bâtiment où se trouve la salle technique.



© Grégoire Maisonneuve pour l'INRS – 2017

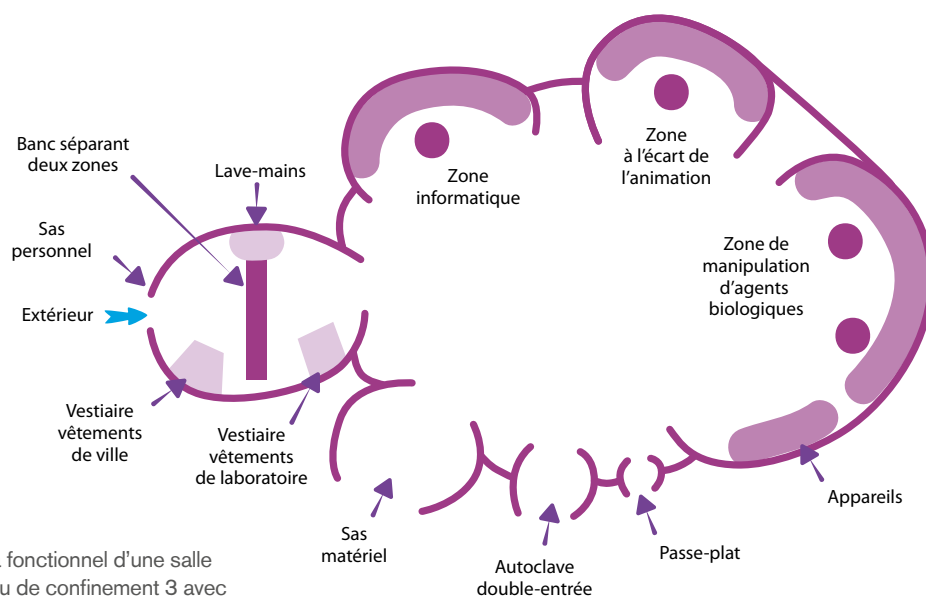
■ Figure 6. Travail sous PSM.

3.3 Niveau de confinement 3

Le niveau de confinement 3 respecte les prescriptions du niveau 2 auxquelles s'ajoutent d'autres exigences (figure 7).

L'accès du personnel à la salle technique de niveau de confinement 3 se fait *via* un sas qui doit répondre aux exigences suivantes :

- il sert à l'entrée et à la sortie du personnel ;
- les portes du sas doivent être asservies afin de ne pas s'ouvrir simultanément. Il doit être possible



■ Figure 7. Schéma fonctionnel d'une salle technique de niveau de confinement 3 avec un sas unique pour l'entrée du personnel.

de neutraliser l'asservissement des portes du sas personnel en cas d'évacuation d'urgence ;

- un gradient de dépression du couloir vers la salle technique permet de prévenir la fuite de micro-organismes pathogènes à l'extérieur. Le sas est maintenu en dépression par rapport à l'extérieur (par exemple autour de - 20 Pa) et en surpression par rapport à la pièce technique (figure 8). La différence de pression doit être suffisante (au minimum 15 Pa entre deux locaux adjacents) et stable pour éviter un renversement de l'écoulement d'air. Le sens d'ouverture des portes doit s'opposer au flux d'air ;
- des manomètres placés à l'extérieur permettent de contrôler en permanence les pressions régnant dans le sas et la salle technique ;
- le renouvellement de l'air intérieur du sas doit se faire selon l'évaluation des risques. En l'occurrence, la réglementation relative aux MOT exige, pour un temps moyen de présence d'un opérateur dans le sas de 5 minutes, de renouveler l'air du sas au moins une fois toutes les 5 minutes, soit un taux de renouvellement de 12 volumes de la pièce par heure minimum ;
- l'air entrant et sortant est filtré au moyen de filtres HEPA⁸ (au moins H14) ;
- l'air extrait est évacué à l'extérieur du bâtiment loin des prises d'air neuf.

Le sas comporte une zone « propre » (côté extérieur) et une zone « sale » (côté salle technique), séparées par un marquage au sol ou un banc. Le sas doit être équipé d'aménagements internes (patères, chaises, banc, miroir...) permettant au personnel de ranger ses vêtements de travail ou de ville et de revêtir ses EPI spécifiques. Le sas comprend un lave-mains à déclenchement non manuel, un distributeur de savon liquide, des essuie-mains en papier à usage unique et des conteneurs pour Dasri.

Le sas peut également permettre d'accéder non pas à une, mais à plusieurs salles techniques. Cela définit alors toute une zone de confinement 3 dans le laboratoire.

Afin d'augmenter le niveau de biosécurité, il est possible de prévoir un double sas pour le personnel, c'est-à-dire deux sas successifs en cascade de pressions (comme recommandé pour

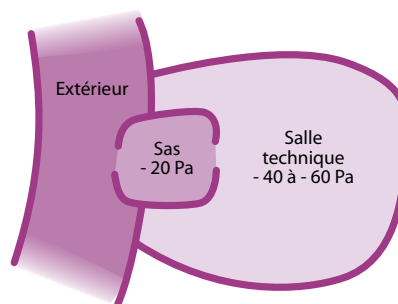


Figure 8. Exemple de pressions appliquées dans une salle technique de niveau de confinement 3 et dans le sas d'entrée. Les pressions sont indiquées par rapport à l'extérieur.

les OGM relevant d'un confinement C3). Le premier sas pour retirer ses vêtements de ville ou de travail est en surpression par rapport à l'extérieur pour éviter la pénétration de micro-organismes. Le deuxième sas pour revêtir la tenue spécifique au laboratoire est en dépression par rapport à l'extérieur pour éviter la dissémination des micro-organismes manipulés dans la salle technique (figure 9).

Il est conseillé de prévoir un sas matériel étanche et de dimension appropriée pour permettre la désinfection par DSVA⁹ des équipements volumineux non autoclavables (figures 7 et 9). Ce sas est équipé de deux portes asservies ne pouvant s'ouvrir simultanément. Le sas matériel doit être en dépression par rapport à l'extérieur et en surpression par rapport à la salle technique.

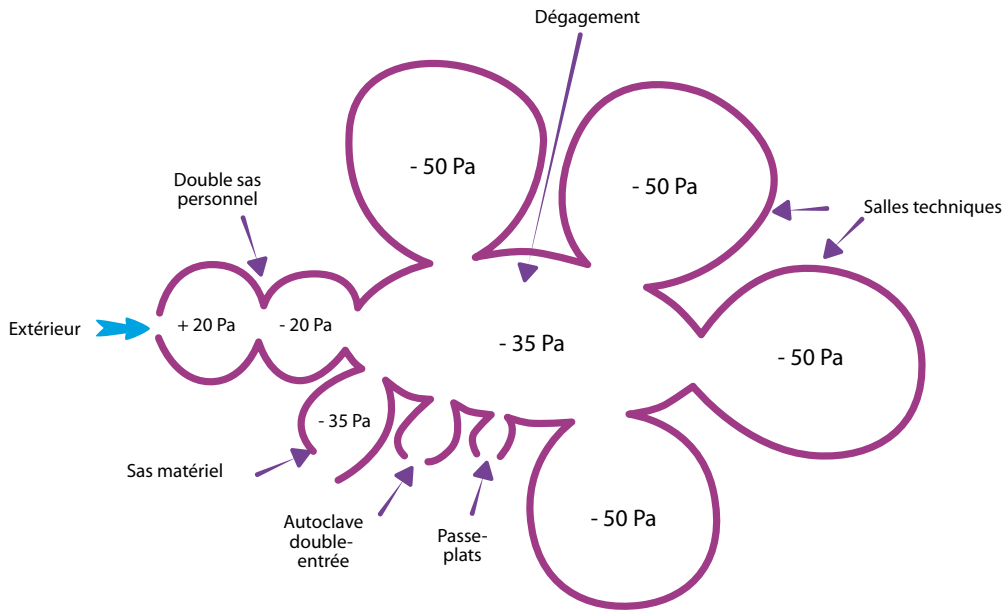
Il est également possible de prévoir un passe-plat avec des portes asservies pour transférer du petit matériel (figures 7 et 9). La ventilation doit alors être calculée pour garantir le renouvellement du volume d'air du passe-plat avant l'ouverture des portes.

Une fois le sas franchi, la salle technique de niveau de confinement 3 doit répondre aux exigences d'un niveau de confinement 2, ainsi qu'aux exigences réglementaires suivantes :

- une pression négative par rapport aux sas est maintenue dans la salle technique pour éviter la dispersion des agents biologiques. La dépression peut être, par exemple, de l'ordre de 40 à 60 Pa par rapport à l'extérieur (figures 8 et 9) ;

8. HEPA : High Efficiency Particulate Air (filtration de haute efficacité des particules de l'air).

9. DSVA : désinfection des surfaces par voie aérienne.



■ Figure 9. Schéma fonctionnel d'une zone de confinement 3 avec un double sas pour le personnel et plusieurs salles techniques. Les pressions sont indiquées par rapport à l'extérieur.

- un système d'alarme doit permettre de détecter tout changement anormal de la pression de l'air. Ce système est préférentiellement visuel, pour éviter qu'une alarme sonore ne fasse sursauter l'opérateur et soit source d'accident ;
- le renouvellement de l'air de la salle technique doit se faire selon les résultats de l'évaluation des risques ;
- en cas de coupure électrique ou de panne d'alimentation en air traité, des clapets étanches à fermeture automatique doivent permettre d'isoler les réseaux aérauliques concernés ;
- un approvisionnement en énergie électrique de secours peut être prévu ainsi qu'un système de ventilation de secours ;
- les fenêtres doivent être hermétiquement scellées et résistantes aux chocs ;
- si l'installation d'un évier est indispensable, cet évier n'est pas raccordé au réseau général d'évacuation des eaux usées. Les effluents doivent être recueillis dans une cuve de rétention ou un bidon, puis désinfectés par un traitement chimique ou thermique validés au préalable par différents essais concluants ;
- il peut être nécessaire de prévoir une douche de décontamination en cas de déversement accidentel de produits chimiques ou d'agents biologiques sur les opérateurs. Cette douche doit être installée entre la salle technique et le sas personnel. En cas de double sas personnel, le sas douche est placé

entre les deux sas. Le réservoir contenant le désinfectant doit être d'un volume suffisant et accessible depuis un local technique. Les effluents de la douche doivent être récupérés et traités comme ceux de l'évier et du lave-mains ;

- tous les déchets à risques infectieux doivent être inactivés avant leur sortie de l'établissement puis évacués dans la filière Dasri. Les déchets sont traités par un autoclave à double entrée placé dans la salle technique ou à proximité immédiate (figures 7 et 9) [26]. L'autoclave double entrée est obligatoire en cas de manipulation de MOT. Pour les autres micro-organismes, à défaut d'un autoclave à double entrée, il est envisageable d'utiliser un autoclave placé à proximité immédiate de la salle de niveau de confinement 3. Des procédures de transfert vers l'autoclave extérieur doivent alors assurer la même sécurité et être contrôlées régulièrement.

La réglementation n'impose pas de mesure complémentaire pour les OGM relevant d'un confinement C3. Cependant le manuel du Haut Conseil des biotechnologies préconise notamment l'installation de deux sas successifs pour l'entrée du personnel et d'un sas de désinfection pour l'enlèvement du matériel encombrant, non stérilisable par la chaleur [27].

Pour rappel, la conception des laboratoires de niveau de confinement 4 n'est pas traitée ici, étant donné leurs spécificités qui les différencient grandement des autres laboratoires.



4. Conception et aménagement des salles techniques

4.1 Salle technique de microbiologie

4.1.1 Fonctionnalité

Le personnel travaillant dans ces salles peut se déplacer vers d'autres pièces (stockage, biologie moléculaire, biochimie) et effectuer différentes opérations telles que :

- préparer les milieux de culture (cette activité peut également se faire dans une salle dédiée, voir chapitre 5.3. La laverie) ;
- mettre en culture, dénombrer, réaliser des anti-biogrammes ;
- piloter un bioréacteur permettant de produire des volumes plus importants de micro-organismes ;
- réaliser des états frais, frottis et colorations ;
- observer les micro-organismes sous microscope ;
- caractériser les agents biologiques par des tests biochimiques et physiques ;
- approvisionner et utiliser des automates ;
- enregistrer informatiquement les résultats et les interpréter ;
- trier et éliminer les déchets en fonction des différentes filières d'élimination.

4.1.2 Emplacement et aménagement

La salle de microbiologie est localisée :

- à proximité des salles de stockage du matériel biologique et des consommables, des salles de biologie moléculaire, de biochimie et de préparation des milieux de culture ;
- en relation de proximité avec les salles d'entreposage des déchets et la laverie.

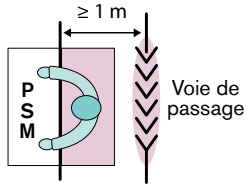
Lorsque qu'il est envisagé de créer plusieurs salles de microbiologie, il est conseillé de les réunir afin qu'elles s'ouvrent sur un espace commun servant de zone tampon avec le reste du laboratoire. Des salles qui nécessitent d'être à proximité peuvent également déboucher sur cet espace commun. Il peut s'agir de la salle de stockage du matériel biologique et des consommables, de la salle de préparation des milieux, etc.

Outre les aménagements décrits dans le chapitre 2.12. Aménagement intérieur, cette salle doit être dotée des équipements et des aménagements spécifiques comme :

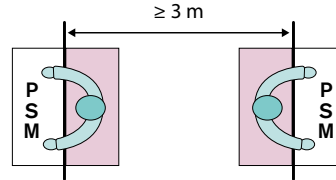
- au moins un PSM sous lequel sont effectuées les manipulations pouvant générer des bioaérosols. L'efficacité du PSM repose sur son implantation au sein de la salle (figure 10), ses conditions d'utilisation et sa maintenance [12] ;
- des étuves ou incubateurs à température réglable ;
- un ou des microscope(s).

Distance entre la face frontale du PSM et :

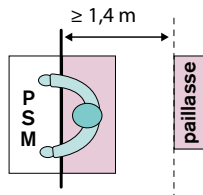
Une voie de circulation habituelle



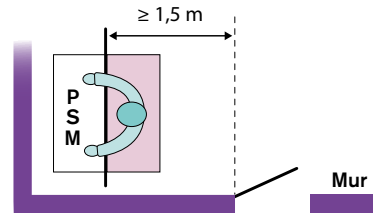
La face frontale d'un autre PSM



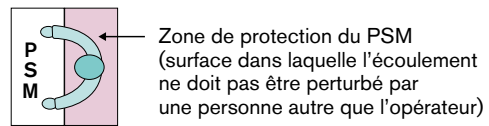
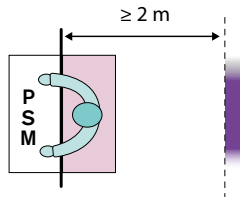
Une paillasse parallèle au PSM utilisée par le même opérateur



Une porte dans un mur perpendiculaire au PSM

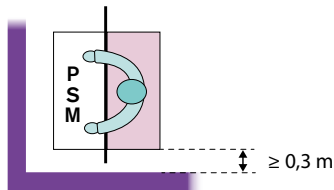


Un mur opposé (ou autre obstacle à l'écoulement de l'air)

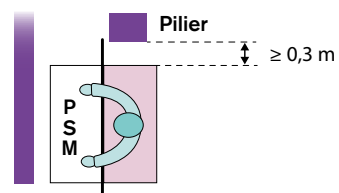


Distance entre l'extrémité du PSM et :

Un mur ou un autre obstacle perpendiculaire au PSM



Une colonne placée en avant de la face frontale du PSM



Une porte dans un mur parallèle au PSM

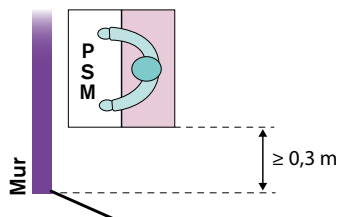


Figure 10. Distances minimales conseillées pour l'implantation d'un PSM.

4.2 Salle technique de biologie cellulaire

4.2.1 Fonctionnalité

Le personnel réalisant des expérimentations de biologie cellulaire peut se déplacer vers d'autres pièces (stockage de matériel biologique, de produits chimiques...) et accomplit différentes opérations comme :

- préparer les milieux de culture cellulaire ;
- entretenir des cultures cellulaires ;
- appliquer différents traitements aux cellules ;
- réaliser des comptages, des colorations et des marquages de cellules ;
- observer les cellules au microscope.

4.2.2 Emplacement et aménagement

La salle de biologie cellulaire est localisée :

- à proximité des salles de stockage du matériel biologique et des consommables, des salles de biologie moléculaire et de biochimie ;
- en relation de proximité avec les salles d'entreposage des déchets et la laverie.

Outre les aménagements décrits dans le chapitre 2.12, la zone de culture cellulaire contient au moins un PSM, un microscope, un incubateur à CO₂ et un détecteur de niveau bas d'oxygène.

4.3 Salles techniques de biologie moléculaire

4.3.1 Fonctionnalité

Le personnel réalisant des manipulations de biologie moléculaire peut se déplacer vers d'autres pièces (stockage, microbiologie, culture cellulaire...) et accomplit différentes opérations comme :

- extraire les acides nucléiques ;
- amplifier les acides nucléiques par PCR ;

- séparer les acides nucléiques par électrophorèses ;
- visualiser les acides nucléiques à l'aide d'appareils UV.

Afin d'assurer la qualité des manipulations, il est nécessaire de séparer ces différentes activités dans trois salles distinctes, en respectant le principe de la marche en avant :

- une salle de préparation des réactifs,
- une salle de préparation des échantillons,
- une salle d'amplification et d'analyse des produits amplifiés.

4.3.2 Emplacement et aménagement

Les salles de biologie moléculaire sont localisées :

- à proximité des salles de stockage du matériel biologique et des consommables, de la salle de microbiologie, de la salle de culture cellulaire ;
- en relation de proximité avec les salles d'entreposage des déchets et la laverie.

Outre les aménagements décrits dans le chapitre 2.12, les salles de préparation des échantillons et d'amplification nécessitent des matériels et des organisations de travail spécifiques.

La salle de préparation des échantillons contient :

- un PSM,
- une sorbonne,
- un broyeur,
- un sonicateur,
- un automate d'extraction d'acides nucléiques,
- un appareil de quantification d'acides nucléiques.

La salle d'amplification et d'analyse des produits amplifiés est divisée en trois espaces :

- l'espace pour la réalisation de la réaction d'amplification : contient un ou des automate(s) d'amplification ;
- l'espace de préparation des réactions de révélation : contient les automates ou le matériel nécessaire aux réactions de révélation, une paillasse dédiée à la préparation des gels d'électrophorèse ;
- l'espace de lecture des réactions : contient les automates ou le matériel nécessaire à la lecture

des réactions. L'utilisation des tables UV nécessitant une obscurité ambiante et des EPI protégeant des rayonnements, est remplacée préférentiellement par un système clos supprimant l'exposition aux UV. Les EPI adéquats doivent être portés lors des opérations nécessitant d'intervenir sur le gel en présence d'UV.

4.4 Salle technique de biochimie

4.4.1 Fonctionnalité

Le personnel réalisant des expérimentations de biochimie peut se déplacer vers d'autres pièces (stockage, microbiologie, culture cellulaire...) et accomplit différentes opérations comme :

- préparer des solutions tampons, des mélanges réactionnels ;
- réaliser des électrophorèses, des réactions d'immunologie, des chromatographies (par exemple HPLC¹⁰), etc.

4.4.2 Emplacement et aménagement

La salle de biochimie est localisée :

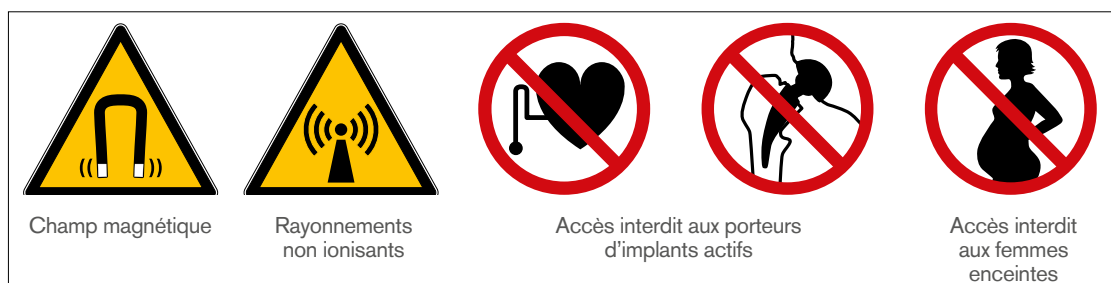
- à proximité des salles de stockage du matériel biologique et des consommables, de la salle de microbiologie, de la salle de culture cellulaire ;
- en relation de proximité avec les salles d'entreposage des déchets et la laverie.

Outre les aménagements décrits dans le chapitre 2.12, des aménagements particuliers sont nécessaires pour les activités de biochimie :

- une sorbonne ;
- des armoires ventilées pour le stockage des produits chimiques ;
- des automates, colonnes de chromatographie ;
- une HPLC équipée d'un système de collecte des effluents et d'un système de captage des vapeurs avec rejet à l'extérieur.

Dans certains laboratoires, un spectromètre à résonance magnétique nucléaire (RMN) peut également être utilisé. Pour se prémunir des risques liés à ces appareils (voir chapitre 1.4. Évaluation des risques liés aux rayonnements), il convient de [28] :

- choisir un appareil de RMN équipé d'un blindage passif ou actif de dernière génération ;
- installer l'appareil de RMN dans une salle technique réservée à cet usage ;
- mettre en place un accès contrôlé, réservé aux seules personnes autorisées ;
- afficher à l'extérieur du local, la signalétique sur les dangers et les mesures de prévention (figure 11) ;
- éloigner l'appareil de RMN des autres équipements et postes de travail, et placer une protection physique ou un marquage au sol, à la limite de 0,5 mT¹¹ ;
- ne pas introduire d'objets ferromagnétiques dans la salle technique.



■ Figure 11. Exemples de signalétique pour les risques électromagnétiques.

10. HPLC : Chromatographie liquide à haute performance.

11. mT : millitesla, unité de mesure d'induction magnétique.

4.5 Salle technique de manipulation des sources radioactives non scellées

4.5.1 Fonctionnalité

Le personnel peut se déplacer vers d'autres pièces (stockage, microbiologie, culture cellulaire, biologie moléculaire, biochimie) et effectuer différentes opérations :

- préparer des solutions tampons et des mélanges réactionnels ;
- transporter la source radioactive non scellée dans son contenant sécurisé et la déposer au poste de travail ;
- réaliser différents protocoles de radiomarquage ;
- observer les résultats révélés par les marquages.

4.5.2 Emplacement et aménagement

La manipulation des sources radioactives non scellées doit se faire dans un local dédié. Ce local doit être situé à proximité des salles de stockage du matériel biologique et des consommables, des salles de microbiologie, culture cellulaire, biologie moléculaire et biochimie.

Outre les aménagements décrits dans le chapitre 2.12, des aménagements particuliers sont nécessaires pour cette salle technique :

- une enceinte ventilée close et en dépression pour manipuler les substances volatiles (exemple : iode 125) ;
- un écran de protection de nature et d'épaisseur adaptées au type de rayonnement et à son énergie ;
- un réfrigérateur fermant à clef, portant la signalisation relative à la présence de sources radioactives (figure 12). Les conteneurs de sources radioactives non scellées portent la dénomination du produit, son activité et la date de la dernière mesure de cette activité ;
- un détecteur de contamination des surfaces (ou contaminamètre) adapté au type de rayonnement (béta, gamma...) ;
- des conteneurs spécifiques aux déchets radioactifs.

Il convient d'identifier les zones de la salle technique où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des niveaux de rayonnements ionisants dépassant :

- pour l'organisme entier : 0,08 mSv par mois (évalués à partir de la dose efficace) (figure 13) ;
- pour les extrémités ou la peau : 4 mSv par mois (évalués à partir de la dose équivalente) (figure 14).



Figure 12. Pictogramme signalant les matières radioactives ou les rayonnements ionisants.

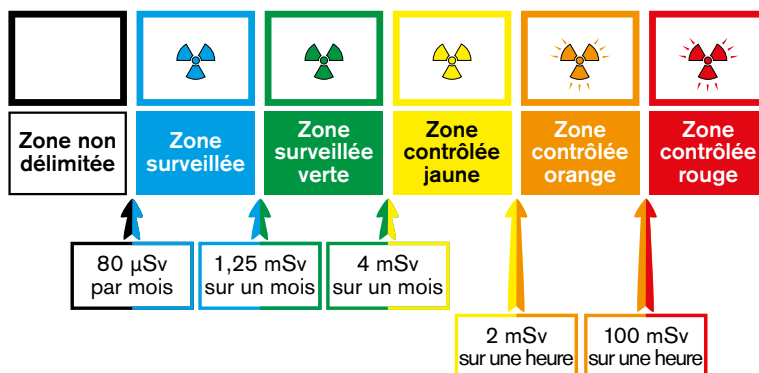


Figure 13. Délimitation des zones en fonction des niveaux d'exposition organisme entier.

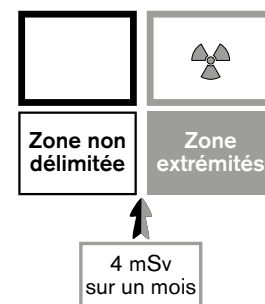


Figure 14. Délimitation des zones en fonction des niveaux d'exposition des extrémités ou de la peau.

Les limites des zones doivent coïncider avec les parois du local. Les zones surveillées ou contrôlées (hors zone contrôlée rouge) peuvent, en dernier recours, être limitées à une partie du local, sous réserve :

- d'une délimitation continue, visible et permanente ;
- d'une signalisation mentionnant son existence, apposée de manière visible sur chacun des accès au local.

Chaque travailleur amené à pénétrer dans une zone délimitée doit faire l'objet d'une évaluation individuelle de son exposition. Cette évaluation est effectuée avec le concours du conseiller en radioprotection (CRP) désigné par l'employeur. En fonction des résultats, l'employeur propose ou non un classement (catégorie A ou B).

L'accès aux zones délimitées est restreint aux travailleurs classés [29]. Toutefois, les travailleurs non classés peuvent, sous conditions spécifiques, accéder à certaines zones. Il est donc nécessaire de mettre en place un dispositif d'accès contrôlé.



5. Conception et aménagement des salles d'activité support

5.1 Les salles de stockage

5.1.1 Fonctionnalité

Les activités du laboratoire amènent à stocker des produits chimiques, des matériels biologiques, des consommables, etc. Selon l'organisation du laboratoire, il peut y avoir un local de stockage principal alimentant des locaux de stockage intermédiaires, proches des salles techniques.

La réglementation prévoit l'existence de zones distinctes, sécurisées et clairement indiquées pour la conservation des agents biologiques pathogènes.

De plus, pour limiter la propagation des incendies et une exposition inutile du personnel, les fournitures de bureau (papiers, enveloppes, stylos, cartouches d'imprimantes...) et les consommables de laboratoire (tubes, flacons, embouts de pipettes, EPI à usage unique, lames de microscope...) ne sont pas stockés dans la même pièce que les produits chimiques et biologiques.

Selon les conditions de conservation de certains produits, il est nécessaire de créer des zones de stockage à différentes températures. Le terme de « zone » ne préjuge pas de la dimension de celle-ci : il peut s'agir d'un simple compartiment

distinct dans une enceinte ou dans une pièce. Ainsi, selon le volume des activités du laboratoire, les produits peuvent être stockés dans des enceintes (armoires, réfrigérateurs, congélateurs) ou dans des salles de stockage spécifiques (salle à température ambiante, chambre climatisée¹² ou chambre froide, local pour contenueurs d'azote liquide).

Seul le personnel du laboratoire autorisé peut pénétrer dans ces pièces, pour ranger, enregistrer les produits et les amener dans les salles techniques.

5.1.2 Emplacement et aménagement

La salle de stockage principal est située sur une issue accessible aux véhicules de livraison.

Les salles de stockage intermédiaire sont en relation de proximité avec les salles techniques, pour limiter les déplacements de produits dangereux et la création de « stocks sauvages » dans des salles techniques qui se trouveraient trop éloignées.

Il est fortement recommandé de pouvoir accéder au stockage sans devoir emprunter de marches, afin de permettre l'accès au chariot de transport

¹². Chambre climatisée : local réfrigéré dont la température de régime demeure supérieure à 0 °C.

et de limiter les risques de chute et de TMS¹³. Une localisation en sous-sol est à proscrire, compte tenu des risques aggravés en cas d'incendie ou d'accident.

Ces locaux doivent être suffisamment spacieux pour :

- recevoir tous les produits utilisés par le laboratoire : contenants allant de quelques millilitres à plusieurs dizaines de litres, pouvant être de formes variées (ampoule, berlingot, flacon, bidon...);
- créer des zones de stockage séparant :
 - les différents produits chimiques incompatibles ;
 - les produits selon leur température optimale de conservation ;
- contenir des ameublements spécifiques :
 - des rayonnages :
 - de faible hauteur pour limiter les risques de chute d'objets et de TMS,
 - supportant des charges importantes, résistant à la corrosion et sécurisés pour éviter le risque de basculement,
 - munis de dispositifs de rétention en cas de déversement accidentel de liquide ;
 - des armoires pour isoler certains produits chimiques, notamment une armoire de sécurité ventilée, avec rejet de l'air extrait à l'extérieur du bâtiment, pour les produits volatils ;
 - des armoires ou réfrigérateurs sécurisés dédiés aux CMR ;
 - des réfrigérateurs ou congélateurs ;
 - des espaces suffisants entre les étagères et les meubles pour le passage du personnel et des chariots de transport.

5.1.3 Exigences spécifiques de conception

Les locaux de stockage de quantités importantes de produits doivent être isolés du reste du bâtiment, afin d'éviter la propagation d'un incendie qui s'y déclencherait. Ils doivent être bâtis à l'aide de matériaux durs et incombustibles et munis de systèmes d'évacuation et de lutte contre le feu appropriés (portes coupe-feu, extincteurs...).

La salle dédiée au stockage des produits de laboratoire doit répondre aux critères suivants :

- selon la nature des produits stockés, les dangers correspondants doivent être signalés par des pictogrammes apposés à l'entrée du local ;
- le sol, le plafond, les murs et les aménagements doivent être lessivables et aisément accessibles au nettoyage ;
- un éclairage suffisant (au moins 300 lux) est implanté à l'aplomb des allées pour assurer une bonne visibilité.

Local à température ambiante

La température du local doit être adaptée au bon fonctionnement des congélateurs et réfrigérateurs qui émettent de la chaleur. Le maintien d'une température optimale peut s'obtenir grâce à une climatisation.

Des spécificités sont à respecter pour le stockage des produits chimiques [30] :

- les équipements électriques doivent être adaptés aux risques incendie et explosion pouvant être générés par les produits entreposés ;
- une ventilation mécanique, résistant à la corrosion et permettant de maintenir en permanence le local de stockage de produits chimiques en dépression par rapport aux locaux adjacents, doit être prévue. Le débit de ventilation est à déterminer en fonction des produits stockés. Les entrées et sorties d'air doivent être placées en fonction de l'emplacement des polluants à évacuer le plus rapidement. L'air extrait doit être rejeté à l'extérieur des bâtiments en tenant compte des règles de protection de l'environnement ;
- le local de stockage doit lui-même être en rétention générale. Un produit absorbant approprié aux produits stockés (neutralisant, incombustible) doit être disponible dans le local de stockage, afin de récupérer fuites et gouttes de produits ;
- les faux plafonds sont à proscrire pour éviter l'accumulation de vapeurs dangereuses.

Chambre froide

Certains réactifs et agents biologiques devant être conservés au froid peuvent être placés dans une chambre froide, qui est préférable à la multiplication des réfrigérateurs.

13. TMS : troubles musculosquelettiques.

La chambre froide (figure 15) doit répondre aux critères suivants :

- les portes doivent pouvoir être ouvertes manuellement par toute personne se trouvant à l'intérieur de la chambre (même si la porte a été verrouillée de l'extérieur) ;
- le sol, le plafond, les murs et les aménagements doivent être aisément accessibles et constitués de matériaux imperméables résistant aux agents nettoyants et désinfectants ;
- une chambre d'une capacité utile supérieure à 10 m³ doit comporter, à l'extérieur et au voisinage immédiat de chacune des portes, un voyant lumineux s'éclairant lorsque la chambre est elle-même éclairée ;
- la température de la chambre doit s'afficher à l'extérieur ;
- les étagères sont munies de dispositifs de rétention permettant de récupérer les liquides en cas de fuite ;
- une zone libre peut être préservée pour la dépose temporaire de matériels ;
- des patères doivent être prévues à l'extérieur, près de l'entrée, pour suspendre les vêtements de protection contre le froid ;
- il doit être possible de voir l'intérieur de la chambre depuis l'extérieur.

Local pour conteneurs d'azote liquide

L'azote liquide peut engendrer de nombreux effets sur la santé, comme des lésions (par contact cutané, oculaire, inhalation ou ingestion) ou encore des hypoxies, asphyxies ou anoxies (par appauvrissement du taux d'oxygène dans l'air). Pour prévenir ces risques, le local d'entreposage des conteneurs d'azote liquide doit respecter certains critères [31] :

- il est réservé au seul entreposage des conteneurs d'azote liquide, et ne comprend aucun poste de travail ;
- son volume doit être supérieur à 20 m³ ;
- il n'est pas situé en sous-sol ;
- il ne comporte aucune ouverture au sol communicant avec des locaux situés à des niveaux inférieurs (afin d'éviter la dispersion des gaz lourds) ;
- un oculus ou une fenêtre permet de voir tout le local depuis l'extérieur ;



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS - 2018

Figure 15. Stockage de produits en chambre froide.

- l'accès se fait par une porte verrouillable à accès contrôlé, et munie d'une barre antipanique ouvrant vers l'extérieur du local ;
- l'accès est limité au seul personnel habilité et spécialement formé ;
- les pictogrammes signalant les EPI requis et les dangers liés au froid et aux atmosphères asphyxiantes sont apposés à l'entrée (figure 16) ;



Figure 16. Pictogrammes signalant les EPI requis [A] et les pictogrammes de dangers « Basses températures, gel » et « Atmosphère asphyxiante » [B].

- la ventilation extrait l'air du local en partie basse et l'air de compensation est amené en partie haute ;
- la ventilation mécanique à deux vitesses est capable d'extraire le volume de gaz émis lors de l'ouverture de tous les conteneurs. La seconde vitesse peut se déclencher automatiquement en cas d'incident ou manuellement lors d'une opération exposante, comme le remplissage des conteneurs ;
- si les conteneurs sont connectés à un système de remplissage automatisé depuis un réservoir extérieur, le diamètre de la canalisation d'évacuation des gaz est calculé en fonction du volume d'azote pouvant être transféré ;
- le local est équipé d'un ou plusieurs appareils de détection [32] et de mesure du taux d'oxygène, pour signaler un taux inférieur à 19 % :
 - au moins un détecteur par tranche de 50 m³,
 - proches des sources d'émission et des lieux de passage,
 - éloignés des bouches d'arrivée et d'extraction de l'air,
 - installés en partie basse où s'accumule le gaz ;
- une alarme sonore et une alarme visuelle, se déclenchant lors de la baisse du taux d'oxygène, sont situées à l'intérieur et à l'extérieur du local ;
- un appareil de protection respiratoire isolant est disposé à l'extérieur, à proximité de l'entrée ;
- des gants de protection à longue manchette contre le froid, des bottes, des visières et des tabliers de protection contre les éclaboussures sont placés à disposition dans une armoire, près des conteneurs.

Les systèmes automatiques de surveillance du taux d'oxygène doivent pouvoir s'activer selon le protocole de sécurité suivant [31] :

- lorsque le taux d'oxygène mesuré dans le local atteint 19 %, une alarme visuelle prévient les utilisateurs de la nécessité d'évacuer le local et met en marche automatiquement la deuxième vitesse de ventilation ;
- si le taux d'oxygène décroît malgré la ventilation, et lorsqu'il atteint 18 %, l'alarme visuelle est complétée par une alarme sonore. Si le local est équipé d'un système de remplissage automatisé, l'alarme de manque d'oxygène doit entraîner la coupure automatique du transfert d'azote liquide.

5.2 La salle d'entreposage des déchets

5.2.1 Fonctionnalité

En fonction de ses activités, un laboratoire de recherche en biologie génère différents types de déchets, pouvant représenter des volumes importants, devant suivre des filières d'élimination ou de valorisation spécifiques. Des prestataires assurent le plus généralement l'enlèvement de ces déchets. Ces derniers peuvent être des déchets ménagers, des déchets à risques infectieux assimilés aux déchets d'activités de soins à risques infectieux (Dasri), des déchets à risques chimiques ou encore les déchets radioactifs.

Une pièce du laboratoire est réservée à l'entreposage centralisé de l'ensemble de ces déchets :

- les déchets ménagers (eux-mêmes triés selon les recommandations de la commune : papier, verre, organique...) ;
- les Dasri ;
- les déchets à risques chimiques.

Les déchets radioactifs, par contre, sont entreposés dans un local qui leur est exclusivement réservé.

Selon l'organisation du laboratoire, le personnel chargé de la gestion des déchets :

- collecte, dans chaque salle, les emballages de déchets fermés et les remplace par des emballages vides ;
- emmène les emballages pleins dans la salle d'entreposage centralisé des déchets ;
- dépose les emballages pleins dans des zones spécifiques selon la nature des déchets qu'ils contiennent ;
- enregistre les mouvements internes et externes des emballages.

Seul le personnel autorisé du laboratoire peut pénétrer dans ce local.

5.2.2 Emplacement et aménagement

Cette salle doit être située à l'écart des zones d'activité non techniques, pour limiter toute

interaction entre le personnel et les déchets emballés.

La salle d'entreposage centralisé des déchets est localisée en fonction des paramètres suivants :

- sur une issue accessible aux véhicules de collecte des déchets ;
- en relation de proximité avec les salles techniques.

Cette salle doit être suffisamment spacieuse pour :

- créer des zones d'entreposage spécifiques des différents types de déchets (ménagers, infectieux, chimiques...);
- contenir tous les emballages pouvant être entreposés pendant une période déterminée en fonction de la nature et du volume des déchets produits ;
- contenir les chariots servant au transport des emballages dans les différentes salles techniques.

5.2.3 Exigences spécifiques de conception

La conception de la salle d'entreposage des déchets doit concilier les exigences spécifiques liées à chaque type de déchets.

Dasri

Ces déchets doivent être séparés des autres dès leur production et placés dans des emballages spécifiques selon leurs propriétés physiques (perforant, solide, mou, liquide), à l'écart des sources de chaleur [33].

Si la production de Dasri est supérieure à 15 kg/mois, leur entreposage se fait dans un local répondant aux exigences réglementaires suivantes :

- une inscription mentionnant leur usage est apposée de manière apparente sur la porte ;
- sa surface est adaptée à la quantité de déchets entreposés ;
- il offre une sécurité optimale contre les risques de dégradation et de vol ;
- il doit être identifié comme à risques particuliers au sens du règlement de sécurité contre les risques d'incendie ;

- il est correctement ventilé et éclairé ;
- il permet une protection des déchets contre les intempéries et la chaleur ;
- il est muni de dispositifs appropriés pour prévenir la pénétration des animaux ;
- le sol et les parois de ces locaux sont lavables ;
- il fait l'objet d'un nettoyage régulier et chaque fois que cela est nécessaire ;
- il possède une arrivée et une évacuation des eaux de lavage, dotées de dispositifs antiretour permettant d'isoler le local des réseaux d'eaux sanitaires et d'eaux usées. Cette disposition ne s'applique pas aux locaux d'entreposage situés à l'intérieur des unités de soins des établissements de santé.

Lorsque la configuration de l'établissement ne permet pas la création d'un local à l'intérieur du bâtiment, les Dasri peuvent être entreposés dans une aire extérieure située dans l'enceinte de l'établissement. Cette aire répond aux prescriptions ci-dessus et doit être délimitée par un grillage continu et équipée d'un toit et d'une porte permettant une fermeture efficace.

Déchets chimiques

Ces déchets nécessitent un local d'entreposage répondant aux critères de la salle de stockage des produits chimiques neufs (voir chapitre 5.1. Les salles de stockage).

Déchets radioactifs

Lorsque les déchets présentent des dangers multiples (radioactif, chimique et biologique), le danger radioactif est traité prioritairement.

Les déchets à risque radioactif sont entreposés de façon à permettre une décroissance radioactive si :

- la période des radionucléides est inférieure à 100 jours ;
- et les produits de filiation de ces radionucléides ne sont pas eux-mêmes des radionucléides de période supérieure à 100 jours. Dans le cas où les produits de filiation seraient des radionucléides de période supérieure à 100 jours, les déchets peuvent être gérés par décroissance radioactive si le rapport de la période du nucléide père sur

celle du nucléide descendant est inférieur au coefficient 10^{-7} .

Dans le cas contraire, ils sont entreposés dans un local dédié et pris en charge par l'Agence nationale des déchets radioactifs (Andra).

L'entreposage, pour attente de décroissance ou de prise en charge par l'Andra, s'effectue dans un local dédié ou, si cela est possible, dans deux locaux spécifiques de chaque catégorie de déchet radioactif. Le local doit répondre notamment aux critères suivants :

- accès limité au seul personnel habilité ;
- fermé par une porte verrouillable ;
- balisé par le trisecteur signalant le danger radioactif ;
- toutes les parois du local, ainsi que les portes, assurent une protection radiologique compatible avec la destination des locaux adjacents ;
- les revêtements des sols, murs et aménagements doivent être lisses et facilement décontaminables ;
- doté d'un point d'eau, d'un extincteur et d'une installation électrique en bon état ;
- des zones différenciées sont aménagées au sein du local en fonction de la nature des déchets radioactifs ;
- les déchets liquides sont entreposés sur des dispositifs de rétention permettant d'éviter toute dispersion en cas de fuite.

5.3 La laverie

5.3.1 Fonctionnalité

Cette pièce permet le nettoyage et la désinfection du matériel réutilisable ne pouvant pas être substitué par du matériel à usage unique.

Selon l'organisation fonctionnelle du laboratoire, le personnel occupant cette pièce peut effectuer plusieurs opérations :

- collecter dans les salles techniques, le matériel à nettoyer, désinfecter ou stériliser ;
- déposer le matériel sale dans une zone distincte clairement indiquée ;

- procéder au nettoyage du matériel manuellement ou à l'aide de machines ;
- procéder à la stérilisation du matériel au moyen d'un autoclave ;
- réapprovisionner en matériel propre, les salles techniques ou de stockage ;
- organiser la maintenance des équipements de lavage et de stérilisation ;
- éventuellement préparer les milieux de culture pour les salles de microbiologie.

Seul le personnel autorisé du laboratoire peut pénétrer dans la laverie.

5.3.2 Emplacement et aménagement

La laverie est positionnée :

- en relation de proximité avec les salles techniques ;
- à l'écart des zones d'activité non techniques (bureaux, salle de repos...).

Ce local doit être suffisamment spacieux pour contenir :

- des paillasses permettant de déposer et séparer le matériel sale du matériel propre ;
- des bacs de récupération de produits contaminés ;
- un évier avec égouttoir de taille suffisante pour contenir le matériel le plus volumineux ;
- des meubles de rangement pour :
 - le matériel et les produits de lavage,
 - les procédures, les modes opératoires et les documents de maintenance des appareils ;
- des appareils comme :
 - une machine à laver le linge pour les vêtements de laboratoire,
 - une machine à laver la vaisselle de laboratoire,
 - un dispositif permettant la fourniture d'eau distillée et ultrapure, qui peut être relié au lave-verrerie,
 - une étuve de séchage,
 - un autoclave [26] ;
- plusieurs chariots de transport.

5.3.3 Exigences spécifiques de conception

La conception de la laverie doit répondre aux critères suivants :

- le sol, les murs et les aménagements doivent être aisément accessibles et constitués de matériaux lisses, imperméables et résistant aux agents nettoyants et désinfectants ;
- les revêtements plastifiés à joints thermosoudés sont préférés au carrelage avec joints ;
- le sol doit être antidérapant et disposer d'un siphon, permettant l'évacuation de l'eau après nettoyage du matériel volumineux ;
- selon la nature des effluents, il peut être nécessaire de munir les évacuations d'eau d'un système de récupération ;
- une ventilation mécanique du local permet de limiter l'élévation de la température et de l'humidité.

5.4 Les vestiaires

5.4.1 Fonctionnalité

Le local des vestiaires permet aux opérateurs de se changer pour revêtir les vêtements de protection adaptés aux risques auxquels ils sont exposés.

Les personnes exposées à des agents biologiques doivent revêtir au moins une blouse. Celle-ci doit être enlevée en sortant des salles techniques.

Les vêtements de protection réutilisables contaminés sont lavés au sein du laboratoire ou par un prestataire selon une procédure décrivant les risques liés à ces vêtements et les mesures de prévention à respecter (notamment l'usage de sacs hydrosolubles). Les vêtements de protection contre les risques biologiques ne doivent jamais être lavés au domicile des personnels, même moyennant une compensation financière.

Le personnel utilisant les vestiaires :

- arrive de l'extérieur du laboratoire ;
- ôte et range ses vêtements de ville ;

- revêt sa tenue de laboratoire et se dirige vers son poste de travail.

Seul le personnel du laboratoire est autorisé à pénétrer dans les vestiaires, qui doivent pouvoir recevoir toutes les personnes arrivant simultanément.

5.4.2 Emplacement et aménagement

Les vestiaires des personnels masculins et féminins sont séparés et localisés tous deux en fonction des paramètres suivants :

- sur une issue donnant sur l'extérieur du laboratoire ;
- à proximité du passage du personnel se rendant dans les salles techniques.

Les vestiaires doivent être suffisamment spacieux pour contenir :

- un aménagement pour le rangement des vêtements et équipements de protection, séparé du rangement réservé aux effets personnels ;
- un nombre suffisant de sièges et d'armoires individuelles ;
- des armoires individuelles (autant que de personnes) devant :
 - être munies d'une serrure ou d'un cadenas,
 - permettre de suspendre deux vêtements de ville,
 - comprendre des compartiments séparant les vêtements propres des vêtements potentiellement contaminés,
 - être en matériaux résistant aux produits de nettoyage et de désinfection ;
- des conteneurs spécifiques recevant les vêtements sales du laboratoire ;
- des rangements pouvant recevoir les vêtements propres du laboratoire (les tenues doivent être en nombre suffisant pour pouvoir être changées régulièrement et à chaque fois qu'elles sont souillées) ;
- des rangements pour les casques ou sacs du personnel, des porte-parapluies ;
- des lavabos (à raison d'un lavabo pour dix personnes) devant distribuer de l'eau potable à température réglable ;
- un distributeur de savon liquide, des essuie-mains en papier à usage unique et une poubelle pour papiers usagés.

5.4.3 Exigences spécifiques de conception

La conception des vestiaires répond aux critères suivants :

- le sol, les murs et les aménagements doivent être aisément accessibles et permettre un nettoyage efficace ;
- il est préférable que la température ambiante moyenne se situe autour de 20-23 °C, pour tenir compte du confort des personnels amenés à se déshabiller ;
- le niveau d'éclairage recommandé est d'au moins 200 lux.

5.5 Les installations sanitaires

5.5.1 Emplacement et aménagement

Les sanitaires sont localisés en fonction des paramètres suivants :

- ils sont situés à proximité du passage du personnel ;
- ils ne doivent pas communiquer directement avec les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner.

Les installations sanitaires doivent être suffisamment spacieuses pour contenir :

- au moins une toilette et un urinoir pour vingt hommes et deux toilettes pour vingt femmes (l'effectif pris en compte est le nombre maximal de travailleurs présents simultanément dans l'établissement). Les toilettes suspendues sont à privilégier pour faciliter les opérations de nettoyage ;
- un point d'eau à déclenchement automatique équipé d'un distributeur de savon liquide, d'essuie-mains en papier à usage unique et d'une poubelle pour papiers usagés ;
- des distributeurs de papier hygiénique ;
- des patères ou porte-manteaux ;
- les toilettes pour femmes doivent comporter un récipient pour garnitures périodiques.

5.5.2 Exigences spécifiques de conception

La conception des sanitaires répond aux critères suivants :

- les sols et murs sont en matériaux imperméables permettant un nettoyage efficace ;
- les portes sont pleines et munies d'un dispositif de fermeture intérieure décondamnable de l'extérieur ;
- une température comprise entre 20-23 °C permet d'assurer le confort des usagers ;
- la pièce est ventilée de manière à ne dégager aucune odeur ;
- le niveau d'éclairage recommandé est d'au moins 200 lux (la présence d'éclairage est à prévoir dans chaque toilette, si celles-ci sont entièrement closes).

5.6 Les bureaux et salles de réunion

5.6.1 Fonctionnalité

Les bureaux et salles de réunion sont des pièces qui ne contiennent aucun matériel présentant des dangers biologiques, chimiques ou radioactifs.

Le personnel occupant les bureaux :

- travaille sur ordinateur ;
- utilise des moyens de télécommunication ;
- organise des réunions de plusieurs personnes ;
- accueille des personnes extérieures.

5.6.2 Emplacement et aménagement

Les bureaux sont placés préférentiellement :

- sur une issue donnant sur l'extérieur du laboratoire, évitant au personnel de passer par les salles d'activité technique ;
- en relation de proximité avec les salles techniques, pour réduire la distance à parcourir par le personnel.

Ces salles doivent être suffisamment spacieuses pour contenir :

- toutes les personnes travaillant simultanément dans le même local. La surface minimale recommandée est de 10 m² par personne, que le bureau soit individuel ou collectif. S'il est nécessaire d'ajouter du mobilier, des équipements ou d'autres dispositifs, cette surface doit être augmentée en conséquence ;
- des bureaux permettant de s'installer en position assise ;
- des sièges avec un piétement assurant la stabilité, une assise et un dossier réglables [34] ;
- des rangements permettant le classement des documents et pouvant contenir le stock journalier de papeterie, de consommable informatique... ;
- des ordinateurs portables ou fixes ;
- des téléphones ;
- des corbeilles à papier.

Les photocopieuses généralement bruyantes et génératrices d'ozone et de COV¹⁴ sont préférentiellement placées dans des locaux dédiés, situés à proximité, correctement insonorisés et ventilés.

5.6.3 Exigences spécifiques de conception

La conception des bureaux doit répondre aux critères suivants :

- une fenêtre, située à hauteur des yeux (allège maximale de 1,10 m), donne sur l'extérieur ;
- les murs ont une hauteur minimale de 2,5 m ;
- des sols sont en matériaux facilitant le nettoyage ;
- des cloisons assurent une isolation phonique (40 dB(A)) ;
- le renouvellement de l'air de travail est assuré par une ventilation mécanique (débit minimal de 25 m³/h/personne) ou une ventilation naturelle (fenêtre, porte) ;
- le poste de travail ne doit pas être éloigné de plus de 6 m de la façade vitrée pour pouvoir bénéficier de l'éclairage naturel ;

- des écrans sont disposés perpendiculairement aux fenêtres dans une zone où l'opérateur n'est pas gêné par les reflets de la lumière naturelle ou de l'éclairage zénithal artificiel ;
- un niveau d'éclairage général de 300 lux est recommandé avec la possibilité d'un éclairage complémentaire par bureau de 200 lux pour permettre un ajustement individuel ;
- le chauffage assure un confort thermique pour des personnes statiques ;
- des réseaux de câbles électriques, informatiques et de télécommunication permettent la flexibilité de l'espace de travail.

5.7 La salle des archives

5.7.1 Fonctionnalité

La surface de ce local est fonction du volume de documents à archiver. L'organisation et le classement doivent permettre une consultation rapide et facile.

Les personnes utilisant la pièce d'archivage effectuent plusieurs opérations :

- collecter tous les documents devant être archivés ;
- détruire les documents avant leur évacuation ;
- déplacer les documents à éliminer vers la salle d'entreposage des déchets ;
- enregistrer les entrées (avec l'emplacement des documents), sorties et destructions des documents.

5.7.2 Emplacement et aménagement

La salle des archives est en relation de proximité avec les bureaux, pour limiter les déplacements du personnel administratif qui s'occupe généralement des archives.

Ce local doit être suffisamment spacieux pour contenir :

- les meubles de rangement (armoires ou étagères) permettant de stocker la quantité d'archives

14. COV : composés organiques volatils.

générée selon les activités du laboratoire et le temps de conservation de chaque document ;

- des espaces suffisants entre les étagères et les meubles pour le passage des personnels et des chariots de transport ;
- un moyen, stable et aisément déplaçable, pour accéder aux étagères en hauteur, telle qu'une plateforme individuelle roulante légère (PIRL).

5.7.3 Exigences spécifiques de conception

La salle d'archivage papier doit répondre aux exigences suivantes :

- elle est fermée par une porte verrouillable pour assurer la confidentialité des documents ;
- les aménagements et le sol doivent être aisément accessibles et constitués de matériaux résistant aux agents nettoyants ;
- la température et l'hygrométrie doivent permettre de conserver les documents sans altération. Idéalement, une température autour de 18 °C et une hygrométrie de l'ordre de 55 % sont recommandées pour la conservation optimale des archives papier ;
- un extincteur à CO₂ doit être situé à proximité ;
- l'éclairage de la salle d'archivage pourra être asservi à la présence des opérateurs. Le niveau d'éclairage recommandé est d'au moins 200 lux ;
- le positionnement de l'éclairage zénithal sera adapté à celui du mobilier recevant les archives, pour permettre un bon éclairage dans les espaces de circulation.

5.8 La salle des serveurs informatiques

5.8.1 Fonctionnalité

Les serveurs informatiques peuvent varier en taille et en puissance (serveurs de données, serveurs de calcul...) et nécessiter plusieurs salles.

Seules les personnes autorisées peuvent accéder à cette salle pour effectuer des opérations de maintenance et de mise à jour.

5.8.2 Emplacement et aménagement

La salle des serveurs est préférentiellement localisée :

- sur un passage permettant d'éviter au personnel de maintenance extérieur de traverser les salles techniques ;
- à proximité des bureaux des informaticiens du laboratoire.

Ce local doit être suffisamment spacieux pour contenir :

- tous les serveurs informatiques ;
- des meubles de rangement pour classer les procédures et autres fournitures ;
- un plan de travail permettant de prendre des notes et d'étaler ses documents ;
- un siège réglable en hauteur avec un dossier inclinable.

5.8.3 Exigences spécifiques de conception

Il convient que la salle des serveurs réponde aux critères suivants :

- la pièce est fermée par une porte verrouillable pour limiter l'accès aux seules personnes autorisées et assurer la sécurité des installations (ressources de stockage, de calcul...) ;
- les surfaces ont subi un traitement antistatique ;
- les aménagements et le sol doivent être constitués de matériaux résistants aux agents nettoyants ;
- la salle dispose d'un onduleur afin d'éviter toute perturbation du signal électrique ;
- la température et l'hygrométrie doivent permettre le bon fonctionnement des équipements informatiques ;
- la pièce est munie d'une alarme intrusion ;
- la salle est équipée de détecteurs et d'alarme incendie ;

- la salle est dotée d'un ou plusieurs extincteur(s) à CO₂ ou d'une installation d'extinction automatique à gaz ;
- les câbles sont aisément accessibles et doivent être distribués de façon à ne pas entraîner de risques de chute ;
- l'éclairage recommandé est d'au moins 300 lux pour assurer une bonne visibilité.

5.9 La salle de restauration/repos

5.9.1 Fonctionnalité

Lorsque le nombre de salariés désirant prendre habituellement leur repas sur les lieux de travail est :

- ≥ 25 personnes : l'employeur est tenu, après avis des représentants du personnel, de mettre à leur disposition un local de restauration ;
- < 25 personnes : l'employeur est tenu de mettre à leur disposition un emplacement leur permettant de se restaurer dans de bonnes conditions de santé et de sécurité.

La salle de repos permet au personnel de se détendre pendant les pauses. À défaut, lorsque la nature des activités l'exige, après avis des représentants du personnel, le local de restauration doit pouvoir être utilisé en dehors des heures de repas comme local ou emplacement de repos.

Les personnes utilisant ces locaux :

- arrivent des vestiaires où elles ont ôté leurs vêtements de travail ;
- préparent leur repas.

Après chaque repas, l'employeur doit veiller au nettoyage du local de restauration et des équipements qui y sont installés.

5.9.2 Emplacement et aménagement

La salle de restauration/repos est localisée en fonction des paramètres suivants :

- à proximité du passage du personnel ;
- isolée des locaux de travail et notamment des salles techniques.

Ces locaux doivent être suffisamment spacieux pour contenir :

- toutes les personnes mangeant ensemble (généralement 1,30 m² par place assise) ;
- un point d'eau potable, fraîche et chaude pour 10 usagers ;
- des sièges et des tables en nombre suffisant ;
- des sièges confortables avec dossier pour assurer un bon repos ;
- un ameublement permettant de ranger le matériel de cuisine ;
- un réfrigérateur réservé à la conservation des aliments et des boissons non alcoolisées ;
- un micro-onde permettant de réchauffer les plats ;
- un lave-vaisselle.

5.9.3 Exigences spécifiques de conception

La salle de restauration/repos répond aux critères suivants :

- elle bénéficie de préférence d'une vue sur l'extérieur ;
- elle est ventilée mécaniquement (débit minimal de 30 m³/h/personne) ou naturellement (par les fenêtres et la porte) ;
- les sols, murs et plafonds sont traités phoniquement et constitués de revêtements imperméables permettant un nettoyage efficace ;
- le niveau d'éclairement général est de 200 lux ;
- la décoration est propice à la détente (choix des matériaux, des couleurs, des éclairages, de l'ameublement...).

Références



- [1] Conception des lieux et des situations de travail. ED 950, INRS.
- [2] Arrêté du 16 novembre 2021 fixant la liste des agents biologiques pathogènes.
- [3] Arrêté du 26 avril 2023 modifié fixant la liste des micro-organismes et toxines prévue à l'article L. 5139-1 du Code de la santé publique.
- [4] Arrêté du 16 juillet 2007 modifié fixant les mesures techniques de prévention, notamment de confinement, à mettre en œuvre dans les laboratoires de recherche, d'enseignement, d'analyses, d'anatomie et cytologie pathologiques, les salles d'autopsie et les établissements industriels et agricoles où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des agents biologiques pathogènes.
- [5] Art. D 532-3 du Code de l'environnement qui renvoie à l'annexe IV de la directive 2009/41/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 mai 2009 relative à l'utilisation confinée de micro-organismes génétiquement modifiés.
- [6] Arrêté du 23 janvier 2013 modifié relatif aux règles de bonnes pratiques tendant à garantir la sécurité et la sûreté biologiques mentionnées à l'article R. 5139-18 du Code de la santé publique.
- [7] Manipulations dans les laboratoires de chimie. Risques et prévention. ED 953, INRS.
- [8] Appareils électriques émettant des rayons X. FR 18, INRS.
- [9] Sources non scellées *in vitro*. FR 9, INRS.
- [10] Exposition professionnelle aux rayonnements optiques artificiels. Guide d'évaluation des risques sans mesure. ED 6343, INRS.
- [11] Risques photobiologiques liés aux équipements de désinfection UV-C et mesures de prévention. *Hygiène et sécurité du travail*, DC 34, INRS.
- [12] Des enceintes ventilées pour différents usages. ED 157, INRS.
- [13] Norme NF EN 12464-1 – Lumière et éclairage. Éclairage des lieux de travail. Partie 1 : lieux de travail intérieurs. Afnor.
- [14] Arrêté du 20 novembre 1979 modifié, portant règlement sanitaire du département de Paris.
- [15] Ventilation, chauffage, climatisation et sobriété énergétique. ED 6543, INRS.
- [16] Norme NF ISO 22955 – Acoustique. Qualité acoustique des espaces de bureaux ouverts. Afnor.
- [17] Codage couleur des tuyauteries rigides. Fiche pratique de sécurité. ED 88, INRS.
- [18] Incendie et lieu de travail. Prévention et organisation dans l'entreprise. ED 990, INRS.
- [19] Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes. ED 6054, INRS.
- [20] Les agents extincteurs gazeux utilisés dans les installations fixes d'extinction. ED 6063, INRS.
- [21] Consignes de sécurité incendie. Conception et plans associés (évacuation et intervention). ED 6230, INRS.

- [22] Équipements de premiers secours en entreprise : douches de sécurité et lave-œil. ED 151, INRS.
- [23] Norme NF EN 13150 – Paillasse de laboratoire dans les établissements d'enseignement. Dimensions, spécification de sécurité et de durabilité et méthode d'essai.
- [24] Norme NF EN 14056 – Mobilier de laboratoire. Recommandations de conception et d'installation. Afnor.
- [25] Directive 2009/41/CE du parlement européen et du conseil, du 6 mai 2009, relative à l'utilisation confinée de micro-organismes génétiquement modifiés.
- [26] Les autoclaves de stérilisation. Prévention des risques. ED 6452, INRS.
- [27] Manuel du HCB pour l'utilisation confinée d'OGM, version révisée du 4 juillet 2019.
- [28] Champs électromagnétiques : moyens de prévention. ED 4214, INRS.
- [29] Prévention des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. TJ 26, INRS.
- [30] Le stockage des produits chimiques au laboratoire. ED 6015, INRS.
- [31] Avis de l'Afsset relatif aux « Risques liés à l'utilisation de l'azote liquide dans le cadre des activités d'assistance médicale à la procréation ». 2008.
- [32] Norme NF EN 50104 – Appareils électriques de détection et de mesure de l'oxygène. Exigences d'aptitude à la fonction et méthodes d'essai. Afnor.
- [33] Élimination des Dasri et pièces anatomiques humaines. ED 6535, INRS.
- [34] Norme NF EN 1335-2 – Mobilier de bureau. Sièges de travail de bureau. Partie 2 : exigences de sécurité. Afnor.

Toutes les publications de l'INRS sont téléchargeables sur www.inrs.fr

Pour commander les publications de l'INRS au format papier

Les entreprises du régime général de la Sécurité sociale peuvent se procurer les publications de l'INRS à titre gratuit auprès des services prévention des Carsat/Cramif/CGSS.

Retrouvez leurs coordonnées sur www.inrs.fr/reseau-am

L'INRS propose un service de commande en ligne pour les publications et affiches, payant au-delà de deux documents par commande.

Les entreprises hors régime général de la Sécurité sociale peuvent acheter directement les publications auprès de l'INRS en s'adressant au service diffusion par mail à service.diffusion@inrs.fr

Les laboratoires de recherche en biologie doivent être conçus de façon à répondre aux exigences réglementaires destinées à prévenir les risques professionnels et limiter la dispersion des agents biologiques dans l'environnement. Ce document donne des solutions techniques permettant de répondre à ces exigences, en considérant les risques liés aux agents biologiques mais également aux produits chimiques et aux rayonnements. Il permet ainsi de concevoir et d'aménager les salles techniques de différents niveaux de confinement, dans différentes spécialités (microbiologie, biologie moléculaire, biochimie...), ainsi que les salles d'activités supports (laverie, stockage...).



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6552

1^{re} édition | septembre 2025 | 2 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2999-0

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie - Risques professionnels