

CONSEILS GENERAUX D'HYGIENE ET DE SECURITE

- Protection contre l'incendie
- Risques d'origine électrique
- Radioprotection
- Risques chimiques
- Risques biologiques
- Risques en animalerie
- Rayonnements non ionisants
- Lasers
- Manutention - Circulation - Engins de levage
- Machines dangereuses
- Réipients sous pression

PROTECTION CONTRE L'INCENDIE

Un début de feu non maîtrisé peut conduire à un incendie généralisé d'autant plus destructeur qu'il peut être alimenté, dans les laboratoires de recherche, par des produits très combustibles et explosifs.

Pour prévenir et éviter la propagation des incendies

Il faut que chacun, à son poste de travail :

- lutte contre le désordre, l'imprudence, la négligence ;
- limite les stockages de matériaux ou de produits inflammables ;
- proscrire tout stockage de papiers ou d'emballages dans des gaines techniques ;
- vérifie la qualité des circuits électriques.

Pour lutter contre un début d'incendie

Il faut :

- agir vite mais sans affolement ;
- donner l'alarme suivant les consignes intérieures ;
- utiliser les moyens d'extinction à disposition.

Trois types d'extincteurs sont généralement disponibles dans les laboratoires :

- Extincteurs à eau pulvérisée plus additif : principalement utilisables sur feux dits secs, c'est-à-dire feux de matériaux solides. A ne pas utiliser sur les conducteurs électriques sous tension.
- Extincteurs à poudre : utilisables sur les feux de liquides ou d'hydrocarbures et les feux de gaz.
- Extincteurs à dioxyde de carbone (CO²) : principalement utilisables sur les feux de liquides, mais aussi sur l'électronique et le matériel informatique, ils ont l'avantage de ne pas laisser de traces, au contraire de la poudre.

L'utilisation d'un extincteur, pour être efficace, demande des connaissances que chacun peut acquérir lors d'exercices en écoles de feu périodiquement organisés par l'IRHS.

En cas de début d'incendie

- Alerter immédiatement l'entourage et le service de sécurité ; garder son calme.
- Attaquer le feu avec l'extincteur approprié en restant toujours dans le sens du courant d'air pour éviter d'être gêné par la fumée ; diriger le jet à la base des flammes et avancer progressivement en balayant le feu.
- Si le feu est déjà trop important, fermer les portes et les fenêtres du ou des locaux concernés ; arrêter, à moins de consignes contraires, les ventilations ; fermer les vannes de barrage de gaz et, après avoir pris les précautions nécessaires (évacuations des ascenseurs, par exemple), couper l'alimentation électrique ; faire arroser les portes.
- En cas de fumée gênant l'évacuation, se déplacer en se tenant le plus près possible du sol.
- Evacuer les bouteilles de gaz comprimé et les produits inflammables.
- Lors de leur arrivée, guider les pompiers et leur donner toutes indications utiles.

Règles fondamentales

- Lire les consignes de sécurité affichées dans les laboratoires et avoir, immédiatement accessibles, les numéros de téléphone spécialisés dans l'alerte.
- Lire le mode d'emploi des extincteurs proches de son poste de travail.
- Connaître les issues de secours ou cheminements particuliers.

RISQUES D'ORIGINE ELECTRIQUE

L'utilisation de l'énergie électrique expose à des risques dont les conséquences peuvent être graves :

- pour le manipulateur

Le passage du courant à travers le corps, appelé électrisation, peut dans certaines circonstances entraîner la mort.

Le jaillissement d'un arc électrique est source de brûlures, par l'arc lui-même et par projection de métal ou d'isolant en fusion.

- pour l'environnement et les installations

L'échauffement anormal des câbles électriques et la production d'étincelles ou d'arc par court-circuit sont une source d'incendie.

Une installation réalisée conformément aux normes, correctement protégée, entretenue et bien utilisée, met à l'abri de ces incidents.

Risques pour les personnes

Un contact avec deux parties métalliques soumises à une différence de potentiel supérieure à 48 volts (24 volts en milieu humide) peut conduire à l'accident. Ce contact peut être **direct** (conducteurs ou pièces conductrices normalement sous tension) ou **indirect** (pièces métalliques mises accidentellement sous tension à la suite notamment d'un défaut sur l'isolation des conducteurs électriques).

EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE

Suivant son intensité et son cheminement dans l'organisme, le courant électrique provoque :

- des mouvements réflexes qui peuvent entraîner, dans certaines circonstances, des chutes graves ou des contusions ;
- une contraction des muscles de la main, empêchant la libération de l'élément sous tension ;
- Le blocage de la respiration, voire l'asphyxie - une désorganisation complète du cycle cardiaque entraînant l'arrêt circulatoire.

Aux points d'entrée et le long du passage du courant, au-delà d'une certaine intensité, on observe des brûlures électrothermiques.

Le jaillissement de l'arc électrique peut entraîner de graves brûlures en raison des projections et de l'intense chaleur dégagée.

MESURES PREVENTIVES

Pour limiter et supprimer les risques d'origine électrique, on se doit de respecter un certain nombre de règles.

En voici quelques-unes :

- Les interventions ou le travail sous tension sont normalement interdits. Si cela est indispensable, il est impératif d'appliquer scrupuleusement les consignes prévues.
- Capoter les pièces nues, les bornes sous tension.
- Avant d'intervenir ou de travailler sur le matériel ou une installation hors tension, il faut :
 - **séparer** l'installation ou l'équipement de toute source possible de tension ;

- **condamner** le ou les appareils de séparation en position d'ouverture ;
- **contrôler** l'absence de tension.
- Repérer le moyen de coupure (disjoncteur, arrêt d'urgence...) du courant électrique. Le laisser accessible et facilement manœuvrable.
- N'utiliser que des appareils dont la prise de terre est correctement réalisée (classe I) ou un matériel à double isolement (classe II).

Marque NF de conformité

La marque nationale de conformité NF certifie que le matériel ayant fait l'objet d'essais dans un laboratoire agréé est conforme aux normes de sécurité. Elle n'est accordée pour un matériel que lorsque le prototype de ce matériel a subi avec succès toutes les épreuves dans la norme.

CLASSES DE MATERIEL

Symbole	désignation
⊥	Matériel de classe I
□	Matériel de classe II
<>	Matériel de classe III

Classe I matériels comportant des dispositions constructives permettant de relier les parties métalliques accessibles à la terre.

Classe II : matériels dont la protection contre les contacts directs est assurée par des éléments à double isolation ou à isolation renforcée.

Classe III : matériels dans lesquels la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation en très basse tension (50 ou 25 volts).

- Vérifier que le matériel possède bien les caractéristiques ou correspondant au local ou à l'emplacement auquel il est destiné ; en particulier, des règles strictes s'imposent pour le travail en milieu humide ou conducteur (très basse tension, classe III).

EN CAS D'ACCIDENT

- Couper le courant. Dans certains cas, prévoir la chute de l'électrifié.
- Appeler au faire appeler les secours extérieurs.
- Si la victime est inconsciente, il y a urgence à appliquer les mesures suivantes
 - cas de l'asphyxie ventilatoire seule : assistance respiratoire par la bouche à bouche ;
 - cas d'arrêt circulaire : assistance respiratoire et massage cardiaque par deux secouristes, jusqu'à l'arrivée des secours spécialisés.

Risque d'incendie

Tout défaut (court-circuit, surcharge, ruissellement sur une armoire électrique, fuite à travers un isolant détérioré) sur une installation électrique doit entraîner immédiatement la coupure du courant par les organes de protection (disjoncteurs, fusibles...).

Si ceux-ci sont inopérants, soit parce qu'ils sont mal calibrés ou mal adaptés, soit parce qu'ils sont détériorés, le défaut peut entraîner la production d'étincelles et l'échauffement anormal de la ligne électrique d'alimentation parcourue alors par un courant incompatible avec ses caractéristiques.

Ces effets peuvent conduire à un incendie générale ou à une explosion, si des matières inflammables se trouvent à proximité.

PRECAUTIONS ELEMENTAIRES

- Ne jamais toucher au réglage des disjoncteurs ou au calibre des fusibles, surtout pour diminuer leur sensibilité.
- Ne pas surcharger les prise de courant par des montages multiples.
- N'utiliser que des appareils en bon état.
- Sauf à être habilité, s'abstenir de faire des extensions d'installations existantes ; leur réalisation obéit à des règles strictes.

RADIOPROTECTION

Les manipulations de radioéléments sous forme de sources non scellées, l'utilisation de sources non scellées, le travail auprès des générateurs électriques de rayonnements ionisants tels que les accélérateurs de particules, séparateurs d'isotopes, implanteurs, tubes à rayons X,... entraînent une éventualité d'exposition externe et/ou interne.

Cette exposition correspond à une cession d'énergie par les rayonnements à l'organisme humain, phénomène qui peut entraîner la dose absorbée (directement liée à la quantité d'énergie cédée) des effets biologiques plus ou moins importants. Il importe donc de savoir apprécier les risques présentés par les sources de rayonnements ionisants utilisés et de connaître les moyens de protection.

Unités fondamentales

L'unité d'activité est le becquerel. Bq correspond à une désintégration par seconde. L'ancienne unité, le *curie*, ne devrait plus être utilisée. $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$.

Le **gray** (Gy) est l'unité de dose absorbée. $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$.

Le **sievert** (Sv) est l'unité é d'équivalent de dose. Il représente le produit de la dose absorbée par un facteur lié à la qualité du rayonnement. Cette grandeur est destinée à quantifier les effets des rayonnements sur la matière vivante. Elle s'évalue également en J.kg^{-1} .

Les anciennes unités *rad* et *rem* ne sont plus utilisées.

Mesures à prendre

Des règlements définissent les limites à respecter et les mesures à prendre lors de l'utilisation de sources de radiations :

- établissement d'une zone contrôlée et de zones surveillées balisées par des signes conventionnels : trèfle vert et trèfle gris-bleu (trisecteurs) sur le fonds blancs ;
- équivalents de dose et limites annuelles d'incorporation à ne pas dépasser ;
- moyens de contrôle de ces valeurs ;
- surveillance médicale indispensable et définition de la fiche d'aptitude pour les travailleurs professionnellement exposés de la catégorie A, et suivi éventuel pour les catégories B ;
- désignation d'une personne compétente, formée par un organisme agréé, qui connaisse les méthodes de travail offrant les meilleures garanties de sécurité et capable d'intervenir en cas d'incident.

Principes de protection

Les expositions professionnelles doivent être maintenues à une valeur aussi basse qu'il est raisonnablement possible en dessous des limites fixées par les normes (principe ALARA) ; pour ne pas être exposé inutilement, respecter les indications des panneaux de signalisation ainsi que les consignes particulières établies dans chaque installation.

MOYENS DE PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION EXTERNE

Au cours du travail auprès des générateurs électriques de rayonnements ionisants, avec des sources scellées et aussi avec certaines sources non scellées, il s'agit de maintenir la dose absorbée à des valeurs aussi basses que possible compatibles avec les manipulations à effectuer. Cela peut être obtenu par les moyens suivants : mise en place d'**écrans** absorbant le rayonnement (Plexiglas, aluminium pour les rayonnements bêta, plomb pour les gamma, polyéthylène ou béton pour les neutrons) ; augmentation de la distance de manipulation (utilisation de pinces ou télémanipulation (utilisation de pinces ou télémanipulateurs) ; diminution du **temps d'exposition**.

La dose absorbée est contrôlée réglementairement par un dosimètre photographique mensuel qu'il est obligatoire de porter lors des travaux en zone contrôlée. Les débits de dose absorbée sont mesurés par des appareils portatifs (chambre d'ionisation, compteur Geiger Muller) adaptés aux rayonnements considérés.

MOYENS DE PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION INTERNE

Pendant la manipulation de substances radioactives en sources non scellée, le radioélément lui-même peut en outre pénétrer dans l'organisme par inhalation de gaz, aérosols ou poussières, par ingestion accidentelle ou par contamination de la peau (mains). Il s'élimine alors plus ou moins lentement suivant ses caractéristiques physiques et le métabolisme de l'organisme humain vis-à-vis de cette molécule.

Pour limiter au mieux ces risques, il faut, lors des manipulations de recherche :

- porter des gants et une blouse ;
- identifier le matériel réservé à l'utilisation des radioéléments ;
- ne pas fumer, boire ou manger dans les zones réservées aux manipulations ;
- travailler sous sorbonnes ou en boîtes à gants ventilées munies de filtres ;
- contrôler systématiquement l'absence de contamination de surface (peau, vêtements, installation et locaux) avant de quitter les lieux de travail ;
- se soumettre aux analyses radiotoxicologiques demandés par le médecin de prévention.

En cas d'accident entraînant un épandage du radioéléments, il faut :

- faire appel à la personne compétente en radioprotection du laboratoire ;
- limiter la zone contaminée ;
- la baliser et l'interdire à toute personne non autorisée ;
- quitter ses vêtements de protection ; contrôler sa propre contamination et l'éliminer éventuellement sous contrôle de la personne compétente ou du service médical.

TRAITEMENT DES DECHETS RADIOACTIFS

Toute manipulation de radio-isotope en source non scellée entraîne la production de matériaux contaminés dont l'élimination est soumise à des règles bien précises. Pour la sécurité de chacun et le respect de l'environnement, il convient de prendre connaissance du règlement intérieur en la matière et d'utiliser les moyens disponibles en vue de recueillir les différentes sortes de déchets.

RISQUES CHIMIQUES

L'utilisation des produits chimiques, largement répandue dans tous les laboratoires de recherche, impose le respect de strictes précautions pour éviter des accidents dont la gravité peut être importante ; le premier réflexe de tout chimiste utilisant pour la première fois un produit est de s'informer sur celui-ci pour en connaître les risques afin de ne faire courir aucun danger à d'autres membres de son entourage et à lui-même.

Les renseignements sont obtenus principalement :

- par interprétation de l'étiquetage des flacons (normalisation des pictogrammes et des mesures de sécurité à prendre) et des fiches de données de sécurité transmises par le fournisseur ;
- par consultation des catalogues édités par les fournisseurs en vérifiant par recoupement l'exactitude des informations ;
- par étude des documents spécialisés en sécurité détenus par les correspondants sécurité et l'Ingénieur sécurité (fiches toxicologiques, réactions chimiques dangereuses, liste des cancérogènes...) ;
- Par recherche d'informations auprès de collègues compétents et consultation des banques de données spécialisées.

D'une manière générale, les problèmes de sécurité posés par les produits chimiques se situent au niveau de l'emploi, du stockage et de l'élimination. Ils sont liés à leur nature dangereuse :

- inflammabilité ;
- instabilité : explosion inhérente au produit, ou consécutive à un apport d'énergie (choc, chaleur...), ou suite à une réaction (groupements explosophores présents sur la molécules) ;
- agressivité : irritation, asphyxie, troubles nerveux, digestifs et hépatorénaux, effets génotoxiques.

Règles élémentaires de prévention

AU MOMENT DE LA MISE EN ŒUVRE

- Port de la **blouse** obligatoire dans les laboratoires pour se protéger contre les diverses projections ; cette blouse sera en coton ou en matière non inflammable, elle ne sera pas conservée en dehors du laboratoire.
- Port de **lunettes** obligatoires dans les laboratoires, les salles de distillation et en tout lieu susceptible de mettre les yeux en danger.
- port de **gants** lors de la manipulation de produits corrosifs ou hautement toxiques par contact (produits allergisants...).
- Utilisation des **sorbottes** pour les produits volatils et toxiques par inhalation ou pour toute réaction susceptible de dégager des gaz dangereux.
- Utilisation de **pipettes** automatiques pour les prélèvements.
- Utilisation d'**écrans** de protection ou de masque à visière (polycarbonate) pour toute réaction inconnue présentant des risques potentiels. Pour toute réaction de ce type, les quantités mises en oeuvre seront réduites au minimum possible.
- Observation stricte du règlement intérieur pour toute manipulation devant se poursuivre en l'absence de l'expérimentateur (nuit, week-end);

POUR LE STOCKAGE

Tout récipient contenant un produit chimique doit porter une étiquette indiquant sa nature et, éventuellement, les risques particulières qui lui sont propres ; le double étiquetage, et à plus forte raison l'utilisation de flacons commerciaux étiquetés pour un autre usage, sont strictement prohibés.

- Les quantités de produits sur paillasse doivent être, dans la mesure du possible, limitées à la consommation prévue pour une journée ; une limite maximale dans chaque laboratoire doit être définie en fonction de l'utilisation globale dans le bâtiment. L'usage de bidons métalliques de sécurité est recommandé pour les solvants très volatils (éther diéthylique en particulier).
- Les produits doivent être placés le plus loin possible des sources à proximité des issues ; si les produits inflammables doivent être conservés à froid, ils ne seront placés que dans des réfrigérateurs ou congélateurs sécurisés du point de vue électrique (pas de possibilité d'étincelles à l'intérieur de la cuve).
- Les produits neufs doivent être conservés, si possible dans une soute extérieure au bâtiment, sinon dans une pièce, convenablement située, isolée et ventilée. En aucun cas, on ne devra utiliser les placards abritant les canalisations techniques.

LORS DE L'ELIMINATION DES PRODUITS

- Aucun solvant ne sera rejeté à l'évier ; ils doivent être collectés, en prenant en compte les incompatibilités, dans des bidons spéciaux repris par une entreprise de traitement.
- Les produits hautement toxiques devront être détruits ou neutralisés avant d'être éliminés ; si cela n'est pas possible (sels, de métaux lourds, par exemple), ils seront conservés dans des récipients étiquetés qui seront confiés à une entreprise de traitement spécialisée.

L'ETIQUETAGE DES PRODUITS CHIMIQUES

L'étiquette de sécurité

- constitue la première source d'information pour une manipulation sûre des produits chimiques ;
- indique les conseils de stockage adapté au produit ;
- signale la conduite à tenir en cas d'accident ;
- conseille sur la gestion des déchets.

Cet étiquetage s'impose à tous : fabricants, vendeurs, importateurs, responsables des entreprises utilisatrices.

En cas de reconditionnement pour une utilisation donnée, le nouvel emballage ou flaconnage doit être pourvu de cet étiquetage au produit utilisé.

RISQUES BIOLOGIQUES

Les laboratoires de biologie associent, aux risques liés à l'utilisation de produits chimiques et radioactifs, des risques tels que ceux résultant de la manipulation de produits sanguins, d'agents pathogènes (micro-organismes, virus prions...) modifiés ou non, et de composés chimiques toxiques.

Contre la propagation des infections

- Des mesures d'hygiène générale et de sécurité pendant le travail seront impérativement respectées :
 - port d'une blouse qui ne quittera pas le laboratoire, sinon pour être décontaminée ;
 - lavage fréquent des mains ;
 - nettoyage des paillasses et des instruments à l'aide de solution d'eau de Javel 12° chlorométrique ou de glutaraldéhyde à 2 % ;
 - prélèvement à la bouche formellement proscrit ;
 - interdiction de stocker et de consommer des boissons et des aliments dans le laboratoire ;
 - utilisation de matériel à usage unique ; aiguilles souillées, et dans l'utilisation des centrifugeuses.
- En fonction du degré de risque, et afin d'éviter toute dissémination, les agents pathogènes (classement en groupes de 1 à 4) seront manipulés dans des laboratoires (L), serres (S) ou animalerie (A) :
 - de confinements différents (de 1 à 4) ;
 - sous enceinte à flux vertical à recyclage partiel ou total (protection de la manipulation) ou sous poste à sécurité microbiologique (PSM) de type I (protection du manipulateur et l'environnement) ou types II et III (protection de la manipulation, du manipulateur et de l'environnement) ;
 - avec du matériel adapté : autoclave à double entrée (L3 et L4), centrifugeuse avec tubes étanches et système aerosol free (L3-L4),

SONT PAR AILLEURS OBLIGATOIRES

- des moyens de prévention individuels renforcés : à partir de L2, port d'une tenue spécifique, et surbottes en L3-L4 ;
- une formation du personnel autorisé à pénétrer dans le laboratoire (L2 à L4) ;
- un affichage de la conduite à tenir en cas de contamination (L2 à L4) ;
- un enregistrement des dates d'expérience, de la nature du matériel biologique et du nom du responsable (L3-L4) ;
- un traitement approprié de tous les déchets et matériels souillés par des solutions décontaminantes tels que eau de Javel ou glutaraldéhyde, l'autoclave ou (et) l'incinération. **Il est indispensable de s'assurer, avant de commencer à manipuler, que les moyens de décontamination ont bien été validés.**
- un contrôle et un entretien périodique du matériel (autoclave, centrifugeuse...) et des installations

Les Organismes Génétiquement Modifiés (OGM)

La manipulation d'OGM (micro-organismes, virus, animaux et plantes transgéniques) doit se faire en confinements adaptés en fonction du classement défini par la commission de génie génétique.

Ce classement est fonction des risques liés au matériel biologique, mais également aux procédés de préparation et de modification de ce matériel.

Les prions

Les prions, reconnus comme responsables de diverses maladies infectieuses et génétiques pour lesquelles il n'existe actuellement pas de thérapeutique, doivent être manipulés avec un maximum de précautions. Il est obligatoire de faire les expériences en confinement L3 sous PSM de type II.

Les modes de décontamination classiques (alcool, formol, rayons UV) n'ont pas d'action sur ces molécules. Des traitements de décontamination sont actuellement proposés : l'autoclave à 138°C pendant au moins 18 minutes, la soude (1N pendant 1 heure à 20°C), l'hypochlorite de sodium (à 2 % de chlore libre 1 heure à 20°C : 250 ml d'eau de Javel commerciale à 48° Cl/1,750 l d'eau), et la chaleur sèche 175°C pendant 2 heures.

Les déchets seront décontaminés avant leur incinération.

Les produits génotoxiques

Des risques de contamination peuvent se présenter au cours de la manipulation de produits reconnus ou suspectés d'être génotoxiques (leur liste mise à jour périodiquement peut être trouvée dans les publications de Centre international de recherche sur le cancer).

Il s'agit, comme pour les autres produits dangereux, d'éviter soigneusement toute contamination externe et interne ; cependant, étant donné les incertitudes sur les seuils de risques et les sensibilités différentes suivant les individus, des précautions supplémentaires doivent être prises dans certaines phases du travail :

- pour la manipulation des solutions, le port de gants résistants à usage unique est indispensable ; si la manipulation est longue et porte sur des composés très pénétrants, le port de deux paires de gants superposés peut s'avérer nécessaire ;
- les manipulations de produits pulvérulents, en particulier les pesées, se feront dans un endroit calme, à l'abri des effets électrostatiques, en procédant avec rigueur et, bien entendu, en portant des gants. On veillera à contrôler l'absence de contamination après chaque manipulation et à nettoyer soigneusement les traces de produits ;
- l'élimination ne se fera qu'après destruction du produit. L'incinération à haute température semble à ce jour la méthode la plus efficace pour détruire les produits de toxicité certaine.

Pour un transport, les cancérogènes et mutagènes doivent être placés dans un récipient étanche et incassable qui ne s'ouvre ni ne se brise en cas de chute.

Les flacons doivent être étiquetés et porter la mention «*dangers cancérogènes chimiques potentiels*».

Cette mention sur les portes d'armoire, réfrigérateurs... contenant les solutions mères.

Le problème de la conduite à tenir en cas d'accident doit être étudié ainsi que des recommandations précises définies et portées à la connaissance du personnel.

ANIMALERIE

La manipulation et le contact avec les animaux au laboratoire exigent le respect d'un certain nombre de précautions.

Une formation initiale de base et le strict respect du règlement intérieur sont indispensables.

Risques particuliers dus aux animaux

- Risques de contamination par virus bactéries, parasites, champignons... :
 - par voie cutanée : morsures, griffures, piqûres de seringues... ;
 - par voie respiratoire ou digestive.
- Risques de blessures lors des manipulations ou en cas d'agressions.

Risques physiques généraux

- Risques électriques dans les locaux humides.
- Travail isolé.
- Utilisation de produits toxiques : désinfectants, insecticides, anesthésiants, euthanasiques, produits incompatibles (eau de Javel et acides)...
- Utilisation de matériels spéciaux dont il faut connaître le fonctionnement et les précautions d'emploi : autoclaves, machines à laver matériels en verre.

Précautions de base

MESURES MEDICALES

- suivre les vaccinations préconisées par le médecin de prévention ;
- répondre à toute convocation du service médical ;
- signaler immédiatement au service médical tout incident (coupure, piqûre, morsure...) ou toute épizootie décelée.

PROPHYLAXIE

- prévoir une visite périodique du vétérinaire ;
- s'informer sur l'état sanitaire des animaux. Respecter les règles d'hygiène : changement de litières, propreté des locaux et du matériel, lavage fréquent des mains ;
- ne pas manger, boire, fumer dans les salles d'élevage ;
- éviter le transfert des germes en respectant le changement de vêtements et de chaussures ;
- baliser soigneusement les cages d'animaux en expérimentation ;
- nettoyer et désinfecter régulièrement le matériel ;
- respecter les procédures autorisées pour l'élimination des litières et des déjections.

MANIPULATION DES ANIMAUX

- être calme, observer le comportement de l'animal ;
- utiliser des pinces pour les petits animaux et des appareils de contamination ;

- respecter les techniques et les protocoles expérimentaux ;
- pour les gros animaux, prendre garde aux agressions, aux chutes de cage ;
- respecter les règles d'hygiène pour les prélèvements bactériologiques, la microchirurgie, l'autopsie ;
- prévoir un stockage spécifique pour les cadavres d'animaux marqués par radio-isotopes, en attente de leur prélèvement.

Recommandations

informer le responsable de tout événement ou comportement anormal, mauvais état sanitaire d'un animal, accident léger (coupure, morsure), mauvais fonctionnement du matériel et en particulier, des éléments de sécurité

RAYONNEMENTS NON IONISANTS

Les sources de rayonnements non ionisants sont nombreuses dans les ateliers et les laboratoires : machines tournantes et vibrantes, certains appareils et vibrantes, certains appareils électriques, postes de soudure, générateurs d'ultraviolets, etc...

Les risques généraux peuvent résulter :

- de l'exposition directe du corps humain ;
- de l'interaction de ces rayonnements avec les dispositifs techniques qui peuvent réagir sous leur influence.

Les effets sur le corps humain sont souvent conjugués, liés à l'intensité et à la durée d'exposition.

La lumière

Les effets de la dose (énergie communiquée) ; ils peuvent se manifester dès qu'un seuil est dépassé, par exemple « coups de soleil » (UV), brûlures (UV et IR) et vieillissement de la peau. Des effets différés sans seuil quantifiable peuvent également être observés sous forme de cancérisation de la peau.

Parmi les mesures de protection :

- Pour les générateurs d'UV, système d'extinction complète n'est pas possible.
- Dans tous les cas, protéger les yeux (port de lunettes adaptées à la longueur d'onde) et la peau (masque facial, manches de vêtements non relevées, gants...)

Les micro-ondes et radiofréquences

Le risque est lié à la densité de puissance du faisceau émis par l'appareil.

Les effets sont de diverses natures : lésions thermiques, effets cellulaires, effets cardiovasculaires...

Parmi les mesures de prévention :

- suppression des fuites ;
- protection par écrans réfléchissants ou absorbants ;
- balisage par obstacles dans les zones dangereuses.

Les fours à micro-ondes sont nombreux dans les laboratoires ; par construction, ils sont en principe étanches à condition que le joint de la porte soit tenu en bon état. Rappelons qu'il ne faut jamais y introduire d'objets métalliques (agitateurs magnétiques par exemple), ni des flacons fermés de façon étanche : l'explosion du four ou la surfusion du produit sont probables, avec des conséquences graves.

Les ondes sonores

Elles correspondent à des vibrations de pression engendrées dans l'air par une source ; du point de vue physiologique, elles sont caractérisées par l'amplitude (niveau de pression sonore), la fréquence, et la durée de perception.

Le niveau de pression sonore s'exprime en décibel (db) ; dans l'échelle des fréquences, on trouve les infrasons (au dessous de 20 Hz), les fréquences audibles (entre 20 et 20 000 Hz), et au-delà les ultrasons.

L'oreille n'étant pas également sensible aux différentes fréquences, on introduit une unité, le *décibel A* (db A), qui prend en compte cette pondération.

Les risques des fréquences audibles, liés au niveau sonore, à la durée d'exposition, à la composition spectrale et au type de bruit peuvent aller de la fatigue auditive et nerveuse jusqu'à une surdité partielle définitive. Les infrasons ont des actions physiologiques différents : oppression, fatigue, nausées ; on les trouve auprès des compresseurs ou plus généralement auprès des machines vibrantes ; ils peuvent transmettre à longue distance par les structures. Les ultrasons sont fréquemment utilisés dans les laboratoires (nettoyage, broyage de cellules) ; leur effet biologique varie beaucoup avec l'intensité ; on peut constater des brûlures importantes à la source.

Parmi les mesures de prévention : générales :

- ne jamais enlever les capots et les écrans prévus par le constructeur ;
- veiller au bon état des amortisseurs pour les appareils vibrants ;
- porter si nécessaire un casque antibruit ou des bouchons d'oreille, s'il est impossible d'agir sur les sources de bruit ;
- se soumettre à la surveillance médicale.

LASER

Les divers lasers produisent des faisceaux électromagnétiques, situés dans le domaine spectral de l'ultraviolet, du visible et de l'infrarouge.

Suivant les valeurs de puissance ou d'énergie émises par le laser et accessibles par l'utilisateur, on les situe dans plusieurs classes de risques :

- Classe 1 : sans danger ;
- Classe 2 : possibilité de fatigue visuelle en exposition répétée ;
- Classe 3A : à travers un système optique, leur vision est toujours dangereuse ;
- Classe 4 : dispositifs de haute puissance, supérieure à 0,5 milliWatts dans le visible.

Ainsi , deux types de dangers sont à prendre en compte lors de l'utilisation des lasers dans les laboratoires de recherche : d'une part des brûlures et lésions (particulièrement aux yeux) provoquées par le rayonnement laser en tant que tel, d'autre part lors des opérations de maintenance, les risques d'électrisation dus aux tensions élevées utilisées dans l'alimentation électrique du laser. De plus, les lasers continus de puissance accroissent les risques d'incendie par irradiation accidentelle du milieu environnant.

Les mêmes dangers existent dans l'utilisation des diodes laser et dans la mise en oeuvre des fibres optiques pour la transmission.

Des précautions à respecter

- baliser le local de travail pour en protéger l'accès ;
- éviter de travailler avec des faisceaux à hauteur des yeux et dans une pièce obscure ;
- fixer solidement tout appareillage destiné à conduire le faisceau et matérialiser le trajet de celui-ci par un conduit ; ne pas négliger de fixer rigidement les extrémités des fibres optiques ;
- procéder aux alignements optiques et aux réglages en travaillant au minimum de puissance.
- porter des lunettes spéciales adaptée à la longueur d'onde du laser.

CONTRE LES BRULURES, L'INCENDIE OU L'INTOXICATION

- prévoir des écrans absorbants incombustibles sur le trajet direct ou prévisible du faisceau ;
- disposer des caches évitant tout contact accidentel avec le faisceau ;
- placer des extincteurs à proximité du laser de puissance ;
- manipuler des colorants avec les précautions requises pour les produits chimiques.

CONTRES LES RISQUES DUS AUX HAUTES TENSIONS ELECTRIQUES

- ne jamais intervenir pour dépannage lorsque l'appareil es t sous tension ;
- ne jamais les neutraliser ; décharger obligatoirement les condensateurs et mettre les bornes à la terre.

MANUTENTION - CIRCULATION - ENGINES DE LEVAGE

Lors du déplacement manuel ou mécanique d'objets lourds, toute personne est soumise à des risques corporels. Selon les statistiques générales d'accident publiées par l'Institut national de recherche et de sécurité, un accident sur trois a pour origine les manipulations au poste de travail ou lors de transports manuels.

Lorsque l'on soulève une charge

MANUELLEMENT

Cette manutention est fréquemment à l'origine d'accidents dorsaux, en particulier lombaires. C'est pourquoi le poids des charges manutentionnées ne doit pas dépasser 30 kg pour les hommes et 15 pour les femmes (norme AFNOR NF X 35-109).

MECANIQUEMENT

Avec des outils ou appareils légers tels que crics, vérins, voire des leviers simples, on veillera toujours au bon état de fonctionnement et au bon positionnement : calage ou blocage. Réduire les risques de glissement en utilisant des cales, en bois par exemple. Avec des engins tels que palans, poulies, ponts roulants, monte-charge, chariots élévateurs, transpalette etc. :

- si l'on doit travailler en suspension : vérifier le bon état des élingues et leur bon positionnement (pas de contact direct avec une arête vive), mettre l'élingue en tension avant de soulever, éviter de soulever en biais ;
- si l'on doit lever la charge par dessous, s'assurer que les charges sont équilibrées, calées et amarrées sur leur support ; engager toujours les deux bras de la fourche à fond sous la charge ou son support. Avec tous ces appareils mécaniques, ne pas lever des charges supérieures à la capacité de l'appareil, ne pas rester sous la charge, respecter les visites d'entretien et d'inspection.

Lorsque l'on déplace une charge

Afin d'éviter les manipulations superflues, repérer au préalable le lieu de dépose et les itinéraires d'accès.

Les circulations seront bien dégagées, les sols propres, exempts d'obstacles.

Pour cela on veillera à l'utilisation :

- de ponts de roulement qui protègent d'éventuelles canalisations reposant au sol ;
- des rampes pour franchir les escaliers ;
- des ponts de chargement etc.

On se déplacera **sans précipitation**, sans outils dans les poches, en utilisant les moyens adaptés au conditionnement de l'objet, par exemple : diables simples, diables pour escaliers, porte-bouteilles, roule-fûts chariots, roll transpalette, etc.

On gardera à l'esprit que le produit transporté peut être explosif, inflammable, corrosif, irritant, toxique : **s'informer au préalable**.

Il est conseillé de toujours travailler avec des protections individuelles : casque, gants, chaussures de sécurité.

On doit être prêt à exécuter toute manoeuvre imprévue, aussi surveillera-t-on et la charge et l'environnement pendant tout le temps du transport.

Si l'on doit travailler en hauteur

N'utiliser l'échelle que pour des travaux ponctuels.

Attention aux appuis précaires, aux mauvaises inclinaisons, aux échelons défectueux, aux gestes brusques. Veiller avant tout usage à ce que les pieds de l'échelle soient bien bloqués.

Ne jamais tenter d'atteindre un point inaccessible autrement que par déplacement de l'échelle.

Le plus souvent possible, recourir aux échafaudages, en veillant à leur verticalité et à leur immobilisation. Attention aux chutes : fixer les garde-corps et ne pas faire d'équilibrisme.

Attention aux chutes d'objets : ne pas surcharger le plateau de l'échafaudage et le maintenir en parfait état de propreté ; baliser le terrain d'assise.

Attention aux risques de contact avec les installations électriques sous tension.

MACHINES ET APPAREILS DANGEREUX

Les statistiques des accidents du travail ont montré que la plupart des machines et des équipements de travail d'usage courant dans les ateliers étaient potentiellement dangereux. Une réglementation spéciale définissant la conformité à des normes européennes de prévention a donc été élaborée à l'attention des constructeurs et des utilisateurs.

Cette réglementation vise :

- les dangers «**machines et appareils les plus dangereux**», parmi lesquels on cite certaines machines à bois (scies, dégauchisseuses, toupies, mortaiseuses à chaîne, combinées, machines à outils rotatifs) ; les presses et cisailles-guillotines pour le travail des métaux à froid ;
- d'autres «**machines et appareils dangereux**», parmi lesquels on cite les margeurs et les plieuses d'imprimerie ; les machines-outils pour le travail des métaux et du verre ; les machines et appareils portatifs pour emploi à la main ; les centrifugeuses, ; les machines et appareils aux gaz pour le soudage ; les meules.

Nul ne doit utiliser l'un de ces appareils ou machines sans avoir au préalable :

- obtenu l'accord de la personne qui en est responsable ;
- pris connaissance de la notice d'instructions indiquant notamment les conditions d'utilisation (mise en place des protecteurs obligatoires) et les mesures d'hygiène et de sécurité à prendre ;
- bien repéré les organes principaux, les arrêts d'urgence et les déplacements possibles des outils et des pièces.

Les vêtements de travail seront ajustés et non flottants. Attention aux cheveux longs. Des lunettes de protection seront portées chaque fois qu'il y a risque de projection ou de copeaux métalliques.

Nul ne doit pénétrer ou stationner dans les zones de danger associées à chaque machine et appareil.

RECIPIENTS SOUS PRESSION

Réipients sous pression de vapeur

Ces appareils doivent être soumis à des visites effectuées par un organisme agréé par le Service des mines et à des réépreuves périodiques.

- la **visite**, qui doit avoir lieu tous les 18 mois, consiste à vérifier l'état des joints, l'entartrage des canalisations et le bon fonctionnement des soupapes de sécurité.

Dans nos laboratoires, il s'agit des réipients et générateurs contenant ou produisant de la vapeur d'eau surchauffée, répondant simultanément aux conditions suivantes :

- chaudières (générateurs) de contenance supérieures à 25 litres ; réipients de contenance supérieure à 100 litres ;
 - pression effective de la vapeur d'eau supérieure à 0,5 bar ;
 - température du fluide supérieure à 110°C.
- la **réépreuve** consiste à remplir l'appareil d'eau à une pression égale à 1,5 fois la pression d'utilisation normale et à vérifier sa tenue. Généralement, elle doit avoir lieu tous les dix ans.

Réipients sous pression de gaz

Les autoclaves pouvant contenir du gaz ou de la vapeur sous pression doivent lors de leur mise en service et réévalués sous contrôle du Service des mines. Ce contrôle doit être fait tous les deux ans si les autoclaves contiennent des gaz corrosifs, et tous les cinq ans pour les gaz ordinaires. Ces contrôles sont obligatoires dès que le produit VxP (Volume en litre et Pression du gaz en atmosphère) est supérieur à 80 et si la pression du gaz contenu dans l'autoclave est supérieure à 3 bars.

Ces autoclaves doivent être munis d'une soupape de sécurité tarée à 1,5 fois la pression maximale d'utilisation. Cette soupape doit être reliée directement à l'extérieur du laboratoire.

CAS DES BOUTEILLES

Les conditions de réépreuves sont identiques à celles des autoclaves.

- Pour transporter une bouteille de gaz sous pression, utiliser un chariot destiné à cet usage. Lors du transport, fixer les bouteilles sur le chariot et veiller à ne pas laisser tomber les bouteilles et à ne pas les heurter violemment. Une bouteille de gaz toxique doit voyager seule dans un monte-charge.
- Lors de l'emploi d'une bouteille de gaz comprimé, il faut la protéger des chocs ou des chutes qui peuvent blesser l'utilisateur, en la fixant par des chaînes à un plan de travail fixe. Une bouteille de gaz équipée d'un manodétendeur peut se transformer en une fusée lorsqu'à la suite d'une chute la vanne se fêle ou se brise. A la suite de la chute, le manodétendeur peut acquérir une énergie cinétique telle, qu'il peut se séparer de la bouteille et blesser les personnes se trouvant sur son trajet.
- Lorsqu'un manodétendeur est fixé sur une bouteille, il faut vérifier qu'après sa mise en place, il ne provoque pas de fuite. Un manodétendeur ne doit jamais être forcé. Au repos, la membrane doit être tendue. Le manodétendeur sera purgé après utilisation ; tout manodétendeur défectueux doit être échangé. Ne jamais graisser des raccords sur des conduits d'oxygène, ne jamais employer de cuivre sur l'acétylène.
- La pression peut provoquer la rupture des tuyaux qui alimentent les montages réactionnels en gaz. Dans un tel cas, certains tuyaux souples se transforment en fouet.

- Tout montage sous pression sera protégé par une soupape de sécurité qui, en cas de défaillance du détendeur ou de surpression dans le montage , permettra à la pression de se détendre vers l'extérieur . Cette soupape devra être réalisée à l'extérieur du laboratoire.
- Les bouteilles de gaz seront stockées sous abri ou dans un local bien ventilé, éloigné des sources de chaleur, à l'abri des flammes et des rayons du soleil. Elles seront fixées et placées en position verticale. Acheter seulement les quantités nécessaires à l'utilisation.
- Au laboratoire, seules les bouteilles nécessaires aux expériences seront présentes. Le volume des bouteilles sera limité afin de diminuer la quantité de gaz se répandant dans l'atmosphère en cas de fuite. Indépendamment de leur toxicité, ces gaz se substituent à l'oxygène de l'air ; même un gaz inerte peut provoquer une asphyxie.
- Pour éviter toute pollution dans le laboratoire ou à l'extérieur du laboratoire, il est impératif de piéger ou de neutraliser les gaz toxiques en fin de montage réactionnel.
- Les bouteilles de gaz toxiques doivent être placées à l'air libre. Une vérification d'étanchéité doit être effectuée à la réception . Une canalisation amènera le gaz au montage réactionnel. Si les bouteilles ont des volumes faibles, elles pourront être placées sous hottes ventilée.
- A proximité de chaque expérience avec des gaz toxiques, il faudra prévoir soit un appareil autonome, soit un masque à cartouche filtrante lorsque cette protection est suffisante.
- Un contrôle permanent de la concentration de gaz toxique dans l'atmosphère asservi à une alarme sonore ou lumineuse permettra de détecter les fuites de gaz.
- Pour ouvrir la vanne des bouteilles, utiliser la clé fournie par le constructeur à l'exclusion de tout autre outil.

CAS DE RESERVOIRS CUVES ETC.

Les conditions de réépreuve sont identiques à celles des autoclaves. Des précautions spéciales sont à respecter (tant du point de vue électrique que pour la prévention d'une asphyxie) si l'on doit pénétrer dans une cuve ayant contenu des gaz inertes, toxiques ou inflammables.

Attention

La réglementation française en matière d'appareils sous pression s'applique à tous les appareils de ce type fonctionnement sur le territoire français. Il y a donc lieu de veiller , lors de l'achat d'un appareil de fabrication étrangère, à la conformité aux normes françaises.