

Sécurité et hygiène dans les laboratoires de chimie

Octobre 2006

Direction générale Humanisation du travail

Cette publication peut être obtenue gratuitement :

- Par téléphone au 02 233 42 14
- Par commande directe sur le site du Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale:
<http://www.meta.fgov.be>
- Par écrit auprès de la
Cellule Publications du
Service public fédéral Emploi, Travail et
Concertation sociale
Rue Ernest Blerot 1
1070 Bruxelles
Fax : 02 233 42 36
E-mail: publi@meta.fgov.be

Cette publication peut également être consultée sur le site Internet du SPF
<http://www.meta.fgov.be>

Deze publicatie is ook verkrijgbaar in het Nederlands

La reproduction totale ou partielle des textes de cette publication est autorisée moyennant la citation de la source.

La rédaction de cette publication a été achevée le 15 septembre 2006

Coordination: Direction de la communication

Rédaction: Direction générale Humanisation du travail

Supervision graphique: Hilde Vandekerckhove

Couverture et mise en page: Rilana Picard

Impression: Imprimerie Bietlot

Diffusion: Cellule Publications

Editeur responsable: SPF Emploi, Travail et Concertation sociale

Dépôt légal: D/2006/I 205/51

H/F

Les termes « travailleur », « employeur » et « médecin du travail » utilisés dans cette brochure désignent les personnes des deux sexes

Cette brochure traite des principaux risques et mesures de prévention dans les laboratoires de chimie.

Par laboratoires de chimie, il faut entendre ici l'ensemble des locaux et dépendances, destinés à l'exécution à petite échelle de manipulations chimiques telles qu'analyses, préparations d'échantillons... Ce chapitre s'applique également à l'emploi des produits chimiques dans les laboratoires de physique, de (micro) biologie et de métallurgie. Toutefois, il ne se rapporte pas aux installations de fabrication ou installations pilotes (pilot plants). Sortent également de ce cadre: les expériences en laboratoire sur les micro-organismes et les agents physiques.

Les mesures générales de sécurité et d'hygiène valent également pour les laboratoires: l'interdiction d'y fumer et d'y manger doit être une règle absolue.

Le contenu de cette brochure se limite au travail d'exécution dans les laboratoires et ne vise pas la construction et l'aménagement. Il convient cependant de souligner que la sécurité commence précisément lors de la conception de l'implantation. Partant de la destination du laboratoire et de la nature des manipulations qui y seront exécutées, il faut surtout porter son attention aux points suivants: un espace suffisant, des tables de travail et des hottes appropriées, une ventilation générale et locale, une installation et distribution appropriée et sûre d'électricité, de gaz, d'eau..., les mesures de prévention de l'incendie, des lieux sûrs pour le stockage des produits dangereux, l'évaluation sûre des déchets et autres.

Afin de diminuer le nombre de travailleurs exposés, il faut souligner l'intérêt d'une bonne séparation entre le laboratoire proprement dit et les autres locaux dans lesquels se déroulent d'autres activités: l'interprétation des résultats, la rédaction de rapports.

Un point sur lequel il convient particulièrement d'attirer l'attention concerne la formation, l'information et la motivation nécessaires à la sécurité.

Dans cet ordre d'idées, il convient de signaler que tout le personnel de laboratoire n'est pas hautement qualifié, surtout dans les laboratoires de contrôle de la production et que, par ailleurs, une formation supérieure n'entraîne pas automatiquement une meilleure prise de conscience en matière de sécurité et d'hygiène.

Souvent, l'accoutumance à l'utilisation de substances déterminées et le caractère parfois routinier du travail peuvent entraîner une diminution de l'attention.

De là, l'urgence d'une formation et information permanente et du renforcement de la motivation pour la sécurité, en particulier:

- ❖ lors de tout engagement de personnel;
- ❖ lorsque l'on confie une nouvelle tâche;
- ❖ chaque fois que des modifications interviennent dans la nature, les conditions et l'organisation du travail.

Acet effet et afin d'être en mesure de prévoir les risques provenant de réactions imprévues et de produits non connus, il convient de faire précéder toute nouvelle opération inconnue d'une étude bibliographique.

Toute opération ou substance au sujet de laquelle on ne trouve pas d'information sérieuse doit être considérée comme potentiellement dangereuse.

Table des matières

Avant propos	3
Table des matières	5
1 Principaux risques et mesures de prévention	7
1.1 Explosion	8
1.2 Réaction violente	11
1.3 Incendie	14
1.4 Risques pour la santé	21
1.5 Brûlure chimique	26
1.6 Brûlure thermique	28
1.7 Gelure	29
1.8 Electrocutation	30
1.9 Blessures diverses	32
1.10 Radiations ionisantes	35
2 Mesures complémentaires	39
3 Bibliographie	43



1

Principaux risques et mesures de prévention

Sont traités ci-dessous :

- le risque d'explosion;
- le risque de réaction violente;
- le risque d'incendie;
- le risque pour la santé : intoxication aiguë, effets à long terme et risque d'irritation;
- le risque de brûlure chimique;
- le risque de brûlure thermique;
- le risque de gelure;
- le risque d'électrocution;
- le risque de blessure;
- le risque dû aux radiations.

1.1 Explosion

Les principales causes sont :

- ❖ la décomposition de substances à caractère explosif;
- ❖ l'inflammation de mélanges d'air avec des gaz inflammables, des vapeurs de composés inflammables ou des poussières de produits combustibles.

Situations rencontrées

1.1.1 Une explosion peut survenir lorsqu'on travaille avec des composés explosifs ou instables, sous l'effet d'un choc, d'un frottement ou d'une élévation de température.

1.1.2 Dans les locaux où sont utilisés des gaz inflammables (hydrogène, éthylène...) et/ou un échappement de gaz est possible, il y a risque d'explosion.

Solutions à apporter

1.1.1 Installer l'appareillage dans une hotte adaptée au risque.

Ajouter un écran pare-éclats entre l'appareil et la vitre de la hotte.

Porter un écran facial lors de l'ouverture de la hotte.

Automatiser les opérations dangereuses telles que les nitrations, hydrogénations.

1.1.2 Interdire de fumer et d'employer des appareils à flamme nue.

Mettre l'installation électrique en conformité avec le règlement en vigueur et en particulier les dispositions du règlement général sur les installations électriques concernant les risques d'explosion.

Concevoir les éléments de l'installation électrique de telle sorte qu'ils ne présentent aucun danger pendant leur fonctionnement.

Réduire l'installation électrique à ce qui est strictement nécessaire

1.1.3 La distillation de produits peroxydables (ex. : éther isopropylique, éther éthylique, tétrahydrofurane...) stockés depuis plusieurs mois, peut provoquer des explosions.

1.1.4 Les produits très oxydants se combinent à certaines matières organiques (bois, mastic) pour former des composés capables d'exploser au choc.

1.1.5 Dans les réfrigérateurs de type ménager, le stockage de récipients ouverts dégageant des gaz ou des vapeurs inflammables est parfois cause d'explosion ou d'incendie.

1.1.6 Le stockage prolongé de monomères, même dans un réfrigérateur, peut donner lieu à une réaction de polymérisation explosive.

aux besoins du laboratoire. Assurer la ventilation du local.

Envisager si nécessaire un explosimètre possédant un dispositif d'alarme sonore.

Utiliser un détecteur de fuite.

1.1.3 Effectuer un test chimique pour détecter la présence de peroxydes. S'il est positif, éliminer les peroxydes avant d'entreprendre la distillation.

1.1.4 L'emploi fréquent de ces produits nécessite une hotte spéciale équipée de parois en matériau résistant, facilement lavable (ex.: PVC, acier inoxydable).

Ne pas stocker ces produits sur une étagère en bois.

1.1.5 Pour la conservation au froid de liquides inflammables, employer un réfrigérateur spécialement conçu pour cet usage ayant son boîtier thermostatique à l'extérieur de l'enceinte, sans lampe d'éclairage intérieure.

1.1.6 Vérifier régulièrement les produits stockés et éliminer ceux qui sont trop vieux, lorsqu'ils sont susceptibles d'avoir subi une réaction (augmentation de viscosité ou apparition d'un trouble).

1.1.7 Lors des travaux de destruction (par exemple au stade préparatoire d'une analyse) aussi bien dans des récipients à pression (bombes de destruction) que dans des systèmes ouverts, il existe un danger réel d'explosion.



1.1.7 Il y a lieu d'être extrêmement prudent lors de la destruction d'échantillons nouveaux et inconnus tant au stade de l'organisation que celui de l'exécution :

- limiter autant que possible les quantités de matières organiques à détruire surtout pour des échantillons riches en graisses;
- pour les chauffer (maximum 170° C), utiliser exclusivement un four protégé contre la surchauffe. De préférence, installer ce four dans un local séparé;
- toujours contrôler les récipients à pression d'une manière approfondie afin d'en détecter les dégradations;
- éviter la nitration en ajoutant éventuellement de l'eau. Ne jamais ajouter uniquement du HClO₄ à l'échantillon, mais toujours diluer et mélanger avec du HNO₃ ou détruire d'abord avec du HNO₃ jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un peu de matière organique.

1.2 Réaction violente

Situations rencontrées

1.2.1 Une réaction exothermique peut être incontrôlable dans certaines conditions et donner lieu à un débordement et un brusque dégagement de vapeurs ou de gaz.

Solutions à apporter

1.2.1 Lorsqu'on réalise une réaction exothermique, par exemple l'addition d'un produit B à un produit A, il est conseillé d'opérer à une température telle que la réaction soit immédiate dès la première addition. Si on opère à une température trop basse sous prétexte d'augmenter la sécurité, la réaction se trouve retardée, ce qui incite le chimiste à poursuivre l'addition. Après un certain temps, la concentration en B devient importante, la réaction se déclenche alors brutalement et peut devenir violente, provoquer un débordement ou des projections. En opérant à une température où B réagit immédiatement sur A, on peut, par de petites additions, contrôler parfaitement la réaction.

Consulter des listes ou manuels dans lesquels sont décrits les produits qui réagissent dangereusement entre eux.

S'il faut faire réagir deux produits inconnus entre eux, expérimenter d'abord avec des quantités très limitées derrière une protection efficace et appropriée.

1.2.2 L'utilisation d'autoclaves ou de bombes pour effectuer une réaction sous haute pression crée un risque d'éclatement.

1.2.3 Une réaction violente accompagnée de projections se produit lorsque de l'eau vient au contact de certains composés (métaux alcalins, acides, anhydrides, chlorures d'acides, amidures).

1.2.4 Quand on utilise une trompe à eau et qu'on ferme lentement son robinet d'alimentation, il se produit un retour d'eau vers le récipient sous vide. Si le récipient sous vide contient un composé facilement hydrolysable, une réaction violente peut avoir lieu.

1.2.2 Avant d'utiliser ces installations, on doit s'assurer qu'elles sont en bon état et qu'elles n'ont pas subi de corrosion capable de les affaiblir.

N'utiliser un récipient sous pression que s'il est équipé d'un manomètre et d'une soupape de sécurité ou d'un disque de rupture.

Mettre la pression progressivement et décompresser lentement en fin de réaction.

Installer les récipients à hautes pressions dans un local particulier permettant de suivre l'opération de l'extérieur à travers une fenêtre de faible surface équipée de verre épais résistant aux chocs.

Placer les commandes à l'extérieur à côté de la fenêtre.

1.2.3 Verser ou introduire le composé réactif dans l'eau et non l'inverse.

Opérer par petites quantités.

1.2.4 Prévoir un récipient de garde avec mise à l'air possible entre la trompe et le récipient à vider et une soupape anti-retour.

Commencer toujours par fermer le robinet d'isolement de la trompe avant d'arrêter l'alimentation en eau.

Attention aux produits sensibles à l'eau.

1.2.5 L'addition de produits solides pulvérulents à un liquide proche de l'ébullition provoque de façon brutale un dégagement de vapeurs, un débordement ou une surpression.

1.2.6 Une réaction violente peut être déclenchée à la suite d'une confusion de produits.

1.2.5 L'addition de produits pulvérulents doit être effectuée à froid ou par quantités très faibles de façon à garder le contrôle de la réaction.

1.2.6 Etiqueter correctement tous les flacons et ballons contenant un réactif.



1.3 Incendie

Le risque provient des produits inflammables et des nombreuses sources d'ignition souvent présentes dans un laboratoire.

Il provient également des réactions entre certains oxydants et réducteurs ou certains composés et l'eau.

Situations rencontrées

1.3.1 Certaines substances sont spontanément inflammables à l'air (ex.: alkylmétaux, métaux finement divisés, hydrures, phosphore...).

1.3.2 L'utilisation simultanée dans un même laboratoire de produits comburants et combustibles crée un risque d'incendie. Ex. : les composés suroxygénés (chlorates, peroxydes...), additionnés de produits combustibles ou facilement oxydables, forment des mélanges qui s'enflamment aisément sous l'action d'une élévation de température, d'un choc ou d'un frottement.

1.3.3 L'emploi d'appareils de chauffage à flammes à proximité de liquides volatils inflammables peut provoquer des incendies.

Solutions à apporter

1.3.1 Le transvasement de ces composés doit être effectué dans une atmosphère non réactive, par exemple sous gaz inerte ou liquide approprié.

1.3.2 Quand on doit faire de tels mélanges, ne préparer que de petites quantités, éviter de chauffer, ne broyer que les ingrédients purs séparément, mélanger les produits à froid doucement avec un dispositif non métallique.

Ne pas graisser ou huiler les raccords ou les filetages des bouteilles d'oxygène, air comprimé, protoxyde d'azote (gaz hilarant) et tout autre gaz comburant.

Tenir des récipients avec des produits oxydants à l'écart de substances inflammables.

1.3.3 Ce risque est accru par le fait que les becs alimentés en gaz naturel ont une flamme peu visible, surtout lorsque la table de travail est ensoleillée.

1.3.4 L'emploi d'appareils générateurs d'étincelles (moteurs électriques à collecteurs, interrupteurs, thermostas...) ainsi que de radiateurs électriques peut provoquer des incendies.

1.3.5 Certains produits peuvent s'enflammer spontanément à l'air à une température relativement peu élevée (température d'auto-inflammation), par exemple:

- Sulfure de carbone : 102° C;
- Oxyde de diéthyle (éther éthylique) : 180°C.

En présence de liquides inflammables volatils, ne pas employer de becs Bunsen ou Mecker. Choisir un moyen de chauffage approprié: bain-marie, bain d'huile, manteaux, rubans chauffants (éventuellement utilisable en atmosphère explosive).

1.3.4 Eloigner ces appareils électriques des zones où sont employés des liquides et gaz inflammables (voir point 1.1.2.).

Utiliser des moteurs à air comprimé.

Ne pas transvaser un liquide inflammable près d'une source de chaleur, d'étincelles ou d'une flamme.

Choisir des appareils de chauffage équipés d'un voyant lumineux de mise sous tension permettant de les repérer facilement lorsqu'ils sont en fonctionnement.

Signaler sans délai au service entretien tout appareil ou conducteur électrique chauffant anormalement.

1.3.5 Ne pas déposer de produits chimiques inflammables à proximité d'une source de chaleur telle que four, étuve, bain de sable, bain-marie, canalisation de vapeur, radiateur électrique, emplacement ensoleillé...

1.3.6 Des produits, à point d'éclair bas, peuvent former avec l'air un mélange pouvant s'enflammer sous l'influence d'une ignition.

1.3.7 Lorsqu'on distille un liquide inflammable, un manque d'eau dans le réfrigérateur de l'appareil à distiller provoque l'échappement dans l'atmosphère des vapeurs du composé en ébullition.

1.3.8 Un manteau-chauffant dont le calorifugeage est en mauvais état peut être une cause de surchauffe locale capable de casser le récipient en verre d'un appareil à distiller.

Si le liquide est inflammable, un incendie éclate alors brusquement.

Le même accident se produit si le récipient est fêlé.

1.3.9 L'ébullition d'un liquide s'effectue parfois irrégulièrement avec des soubresauts.

Ne pas fumer dans les laboratoires où sont manipulés des liquides et gaz inflammables.

1.3.6 Les tenir à l'écart de toute source d'ignition.

Ne pas fumer.

1.3.7 Fixer solidement les arrivées d'eau sur les embouts du réfrigérant.

Surveiller ou contrôler le débit d'eau de réfrigération.

Utiliser un contacteur manométrique qui coupe le chauffage en cas d'interruption de la circulation d'eau pour les appareils qui fonctionnent sans surveillance.

1.3.8 Veiller au bon état du manteau-chauffant et du récipient utilisé comme bouilleur.

Envisager éventuellement l'utilisation d'un appareil à distiller métallique qui évite les risques de casse.

1.3.9 Régulariser l'ébullition en introduisant avant le chauffage quelques billes de verre ou grains de pierre ponce dans le bouilleur.

1.3.10 L'évaporation de liquides inflammables donne lieu à une émission de vapeurs qui peuvent s'enflammer à distance.

1.3.11 Quand on extrait un composé chimique au moyen d'un éther, une surpression ou une fuite de vapeur d'éther peut provoquer un incendie.

1.3.12 Répandre un liquide inflammable volatil (casser, renverser... un récipient) crée un risque d'incendie car les vapeurs se répandent rapidement à des distances de plusieurs mètres.

1.3.13 Un incendie peut se propager plus ou moins vite.

1.3.10 Ne pas effectuer cette opération à l'air libre sur la table de travail mais dans une hotte ventilée ou un appareil approprié tel qu'une étuve munie d'une aspiration des vapeurs, un dessiccateur approprié maintenu sous vide ou un évaporateur rotatif.

1.3.11 Employer un chauffage doux au bain-marie ou au bain d'huile approprié.

Au-dessus d'une batterie importante d'extracteurs à l'éther, installer un dispositif d'extinction d'incendie automatique.

Placer les appareils dans une hotte.

1.3.12 Eteindre aussitôt tous les appareils à flamme ou producteurs d'étincelles placés dans le voisinage.

Si la quantité de liquide répandu est importante, fermer le robinet d'alimentation générale du gaz souvent placé à l'extérieur du laboratoire.

Recouvrir le liquide répandu d'une poudre absorbante. Pour une petite quantité, utiliser du papier absorbant.

1.3.13 Dans un laboratoire où sont utilisés des produits inflammables, ne pas installer de cloisons, étagères ou plafonds capables de propager rapidement

l'incendie (matières plastiques expansées).

Prévoir des extincteurs portatifs (à hydrocarbures halogénés non toxiques, à CO₂, à poudre). L'eau pulvérisée refroidit plus efficacement que le CO₂, mais il ne faut pas l'utiliser sur des produits sensibles à l'eau, ni sur les appareils électriques sous tension.

Enseigner le maniement des extincteurs.

Ne pas placer d'objets encombrants devant les extincteurs afin qu'ils restent toujours accessibles.

Installer les extincteurs à une distance des postes de travail telle qu'ils puissent être rapidement accessibles sans toutefois être trop près du foyer d'incendie et donc hors d'atteinte. On en placera près des portes et environ un par rangée de tables avec un minimum de deux par laboratoire.

Prévoir des consignes d'alerte et d'alarme incendie et faire des exercices de lutte contre l'incendie et d'évacuation une fois par an au moins.

Chaque incendie doit provoquer l'alerte et éventuellement l'alarme.

Porter des vêtements adaptés.

Eviter les vêtements en tissus inflammables.

Equiper le laboratoire d'une couverture appropriée pour envelopper toute personne dont les vêtements sont enflammés.

Placer les liquides inflammables dans des armoires appropriées en limitant les quantités.

Lorsque cela est techniquement possible, acheter les liquides inflammables, conditionnés en bidons métalliques à fermeture automatique avec protection anti-retour de flamme.





1.4 Risques pour la santé

Les effets sur la santé peuvent se manifester directement (toxicité aiguë) ou à long terme (toxicité chronique).

Un grand nombre de composés chimiques solides, liquides ou gazeux ont des propriétés toxiques par inhalation, ingestion ou contact.

Un produit à faible tension de vapeur peut également intoxiquer si la toxicité est élevée.

Principaux risques

1.4.1 Le transport de flacons ou récipients en verre contenant des produits toxiques volatils présente un risque de casse, et par suite un risque d'intoxication qui peut être rapide si le local est petit et confiné (ex. : ascenseur).

1.4.2 Des fuites dans des récipients à gaz ou dans des appareils peuvent provoquer des dégagements accidentels de gaz toxiques.

Mesures de prévention

1.4.1 Transporter les récipients en verre dans des paniers à bouteilles ou autres protections anti-chocs, par exemple un seau en plastique.

Utiliser un monte-charge et non l'ascenseur destiné aux personnes.

S'il n'y a pas de monte-charge, le transport de substances dangereuses peut s'effectuer dans un ascenseur ordinaire pour autant que les produits soient conditionnés d'une manière appropriée et sûre.

1.4.2 Les travaux avec des gaz toxiques doivent se faire dans une hotte.

Sur les lieux où peuvent éventuellement se produire des fuites de gaz, les masques nécessaires avec filtre adéquat doivent toujours se trouver à portée de main.

1.4.3 Des produits toxiques sont utilisés parfois dans les laboratoires, par exemple : benzène, tétrachlorure de carbone, sulfure de carbone, alcool méthylique, mercure...

1.4.4 Certaines réactions sont accompagnées d'un dégagement de produits toxiques gazeux.

1.4.5 Le dioxyde de carbone solide se volatilise d'une manière continue. Une trop forte concentration peut devenir dangereuse.

1.4.3 Leur utilisation à l'air libre crée un risque d'intoxication par inhalation de vapeurs et aussi par contact cutané.

Lors de l'utilisation de produits chimiques dangereux, il faut toujours se demander si leur utilisation est bien nécessaire. Il faut toujours rechercher des alternatives donnant plus de sécurité en faisant attention de ne pas introduire de nouveaux risques, parfois inconnus.

L'utilisation de substances à haut risque tels que le benzène, les amines aromatiques n'est justifiée que dans les cas où il n'y a pas d'alternatives. Un exemple de ceci est l'utilisation de ces substances comme standards pour une analyse. Manipuler les produits cancérogènes avec précaution: des instructions spécifiques doivent être données à ce sujet.

1.4.4 Le séchage de certains produits peut s'accompagner d'un dégagement de vapeurs toxiques.

Les appareils susceptibles de dégager des vapeurs toxiques (réacteurs, étuves) doivent être placés dans une hotte raccordée vers l'extérieur.

1.4.5 Stocker à l'extérieur les cartons contenant ce produit ou dans des récipients isothermes.

1.4.6 Après avoir été utilisé, le matériel peut être souillé par une certaine quantité de produits dangereux.

1.4.7 L'atmosphère du laboratoire peut être polluée accidentellement par un réacteur qui éclate, un flacon de verre brisé, un récipient renversé, une fuite...

L'interprétation des résultats demande une certaine habitude.

1.4.6 Laisser bouchés les récipients ayant contenu des produits dangereux.

Procéder à un pré lavage.

1.4.7 Lorsque l'atmosphère d'un laboratoire a été contaminée par un produit toxique volatil, il est indispensable de connaître la concentration résiduelle du polluant dans l'air avant de reprendre le travail normal.

Si la pollution est faible, assurer une rapide ventilation.

Eteindre les sources de température élevée dans les environs.

Absorber les liquides répandus au moyen de sable ou d'un absorbant adéquat qui sera récupéré dans un récipient adéquat à éliminer le plus rapidement possible.

Si la pollution est importante, évacuer tout le personnel. Eteindre les sources de température élevée dans le bâtiment.

Faire décontaminer sans tarder le laboratoire par une équipe d'intervention munie d'équipement de protection adéquat.

La concentration approximative peut être mesurée au moyen d'appareils de contrôle.

1.4.8 Les opérations suivantes présentent des risques d'intoxication par ingestion: pipetter à la bouche, goûter un produit chimique (reconnaissance galénique). Manger ou boire dans un laboratoire.

1.4.9 Introduire des produits dangereux dans des récipients habituellement réservés à l'usage

1.4.8 Proscrire le pipetage à la bouche.

Employer des pompes manuelles en caoutchouc adaptables sur les pipettes et des seringues.

Proscrire formellement cette pratique.

Interdire de prendre ses repas dans les laboratoires et d'y introduire de la nourriture.

1.4.9 Ces pratiques sont interdites.



alimentaire ou inversement des produits alimentaires dans des récipients ayant servi à contenir des substances dangereuses ou toxiques.

1.4.10 Fumer dans un laboratoire où sont utilisées des substances qui peuvent provoquer une intoxication crée un risque d'intoxication par ingestion.

1.4.11 Malgré les mesures préventives, il peut quand même y avoir une exposition par inhalation.

1.4.12 Dans certains laboratoires, l'amiante est encore présente sous forme de cordes, carton, plaques en guise d'isolation thermique et protection contre les flammes.

1.4.10 La cigarette qui est portée fréquemment à la bouche peut en effet être posée sur un emplacement contaminé ou prise avec des doigts souillés. En outre, la combustion de la cigarette décompose les vapeurs de certains produits et substances toxiques qui sont inhalées avec la fumée.

Il est interdit de fumer dans les locaux où sont manipulés des substances dangereuses pour la santé ou des produits pouvant générer de telles substances.

1.4.11 Lorsque l'exposition à une substance ne peut être exclue, l'exposition doit être évaluée.

Une telle évaluation doit se faire par une personne compétente en la matière.

1.4.12 Des produits exempts d'amiante pour utilisation en laboratoire sont disponibles. Les objets et les matériaux contenant de l'amiante mis hors service sont éliminés dans un double emballage pourvu d'une étiquette conforme aux dispositions réglementaires.

1.5 Brûlure chimique

Les brûlures chimiques sont provoquées par:

- ❖ des produits gazeux, liquides ou solides qui ont une forte réaction acide ou alcaline ou qui s'hydrolysent facilement au contact de l'humidité en produisant des dérivés acides ou alcalins;
- ❖ de nombreux produits corrosifs tels que : peroxydes, halogènes, certains oxydes et sels.

Principaux risques

1.5.1 Le transvasement de ces produits crée un risque d'éclaboussures.

1.5.2 Le chauffage sur une flamme peut provoquer la casse brutale des récipients en verre contenant des solutions.

Mesures de prévention

1.5.1 Pour transvaser un liquide corrosif à partir d'une bonbonne ou d'une tourie, employer une pompe manuelle.

Porter des moyens de protection individuelle nécessaire.

Pour siphonner ces liquides au moyen d'air comprimé, ne pas dépasser une pression d'air de 0,1 à 0,2 bar.

On peut aussi siphonner par dépression.

1.5.2 Pour le chauffage des récipients en verre tels que ballons, bêchers, fioles coniques..., sur une flamme nue, il faut interposer un grillage métallique. Dans le cas de liquides inflammables il y a lieu d'utiliser des manteaux chauffants, des bains-marie ou des bains d'huile. Les tubes à essai en verre résistant à la chaleur peuvent être chauffés dans une flamme nue à

1.5.3 Un grand nombre d'opérations présente un risque de projections de liquides corrosifs sur le corps.

1.5.4 Verres de contact

Les verres de contact remplacent les lunettes de correction, mais certainement pas les lunettes de sécurité.

condition qu'elle ne soit pas trop chaude et qu'on ne laisse pas le tube immobile dans la flamme. Un chauffage par le fond provoque inévitablement une projection de liquide hors du tube.

Le matériel en verre à paroi épaisse ne peut pas être exposé à une flamme nue ou une autre source de chaleur localisée. Ne jamais chauffer des récipients en verre qui présentent des griffes, fêlures ou éclats. Eviter de déposer du verre mouillé sur des surfaces froides ou chaudes.

La surface d'une plaque chauffante doit être plus grande que le fond du récipient à chauffer.

1.5.3 Dans les laboratoires où ces risques existent, une douche fixe est indispensable.

Elle peut être mise en action au moyen d'une chaîne ou d'une pédale ou de tout autre moyen de commande automatique.

Il s'impose également l'installation de lave-œil indépendant ou associé à la douche et distribuant de l'eau potable.

1.5.4 Eviter les verres de contact.

Si vous portez des verres de contact, informez-en vos collègues.

Une éclaboussure de solvant, d'acide ou de base dans l'oeil provoque de l'irritation voire une brûlure intense, même sous les verres de contact.

Portez vos lunettes de sécurité.

En cas d'accident avec un solvant, enlevez IMMEDIATEMENT vos verres de contact et rincez abondamment les yeux à l'eau pendant au moins 15 minutes.

En cas d'accident avec un acide ou une base, rincez IMMEDIATEMENT et abondamment les yeux à l'eau pendant au moins 15 minutes. Même s'il y a de fortes chances que les verres de contact soient perdus, un verre de contact ne vaut pas un oeil !

Le contrôle par un médecin spécialiste (ophtalmologue) est nécessaire.

1.6 Brûlure thermique

Principaux risques

1.6.1 Ce sont principalement les bains d'eau, d'huile ou de métal fondu qui créent les risques de brûlures thermiques.

1.6.2 Un ballon en verre contenant un liquide volatil peut casser s'il est plongé brusquement dans un bain très chaud.

Mesures de prévention

1.6.1 Ne pas trop remplir les bains chauffants.

Veiller à la stabilité des bains chauffants installés sur des supports à hauteur variable.

1.6.2 Il s'ensuit des projections de liquide brûlant.

Choisir pour cet usage des pièces de verrerie résistant aux chocs thermiques.

Examiner leur état avant de les utiliser. Une fêlure ou une étoile peut être à l'origine d'un accident.

Plonger progressivement les ballons dans les bains chauds.

1.7 Gelure

Principaux risques

1.7.1 Le risque peut venir de l'utilisation de liquides cryogéniques (gaz liquéfiés). Ex.: azote liquide à -196°C , bains de solvants refroidis à la glace carbonique...

1.7.2 On provoque une ébullition brutale d'un liquide réfrigérant lorsqu'on y plonge brusquement un récipient chaud.

Mesures de prévention

1.7.1 Ne jamais tremper les doigts dans un gaz liquéfié.

Saisir les morceaux de glace carbonique avec une pince et non avec les doigts.

1.7.2 Plonger le récipient dans le bain froid lentement.

Eviter de plonger des récipients chauds dans un bain de liquide cryogénique.

1.8 Electrocutation

Principaux risques

1.8.1 Dans les laboratoires de chimie, on emploie un grand nombre d'appareils électriques fonctionnant sur 230 V.

1.8.2 Un risque d'électrocution existe lorsque des conducteurs sont dénudés ou arrachés.

1.8.3 Un défaut d'isolement peut porter l'enveloppe métallique de l'appareil à une tension dangereuse.

Mesures de prévention

1.8.1 Il existe un danger d'électrocution lorsqu'on déplace des appareils électriques.

Les tables de travail sont souvent encombrées de nombreux fils électriques, surtout lorsque les prises de courant sont éloignées.

Lorsqu'on déplace un appareil, on ne peut jamais tenir les mains en-dessous de celui-ci, sans d'abord s'être assuré que l'appareil ait bien une plaque de fond.

Il peut s'y trouver des condensateurs qui restent chargés, même après avoir mis l'appareil hors circuit. Ne jamais déplacer un appareil avant d'avoir coupé le courant.

Ne pas oublier que la position "off" de l'interrupteur ne signifie pas pour autant que l'appareil est entièrement déchargé.

1.8.2 Vérifier fréquemment l'état des câbles et fiches électriques. Faire effectuer les réparations éventuelles par une personne qualifiée.

1.8.3 Les appareils électriques doivent être conformes au règlement général sur les installations électriques.



1.9 Blessures diverses

Principaux risques

1.9.1 L'implosion d'un appareil en verre sous vide peut projeter des éclats avec violence.

1.9.2 De l'air comprimé introduit brusquement dans un ballon en verre pour le sécher peut provoquer son éclatement.

1.9.3 Les centrifugeuses sont dangereuses lorsque le capot est ouvert alors que le rotor tourne à grande vitesse.

1.9.4 La mise en place manuelle d'un tube en verre dans un bouchon en caoutchouc exige

Mesures de prévention

1.9.1 Installer un tel appareil dans un lieu où il ne risque pas d'être heurté.

On peut, en outre, soit l'entourer d'une bande adhésive ou enveloppe soit le placer dans une enceinte métallique.

Ne pas appliquer le vide sur des récipients à fond plat de PVC ou en verre mince.

1.9.2 Pour sécher un récipient en verre, employer de l'air à faible pression, par exemple 0,1 bar.

1.9.3 Les centrifugeuses doivent être pourvues d'un système de verrouillage construit de telle façon qu'elles ne puissent être mises en marche avant que le couvercle ne soit fermé, et que celui-ci ne puisse être ouvert tant que le rotor est en mouvement.

A l'intérieur du rotor d'une centrifugeuse, répartir toujours les charges symétriquement par rapport au centre et les équilibrer soigneusement.

1.9.4 Utiliser des tubes bordés (bords fondus dans une flamme), mettre un lubrifiant près de l'ex-

quelques précautions pour éviter les blessures aux mains.

1.9.5 Les aiguilles de seringues peuvent provoquer des blessures avec injection de produits dangereux.

1.9.6 Certains produits provoquent le grippage des bouchons en verre rodé (hydroxyde de soude, potasse).

1.9.7 La verrerie cassée, jetée dans les poubelles, peut causer des blessures aux personnes chargées de les vider.

1.9.8 Les bonbonnes de gaz comprimé sont des objets très lourds et peu stables puisqu'elles sont utilisées en position debout.

trémité du tube, enfoncer le tube doucement en tournant, les mains étant efficacement protégées contre les risques de coupure.

1.9.5 Se faire soigner aussitôt par une personne compétente.

1.9.6 Eviter de mettre de tels produits dans des flacons à bouchons en verre rodé.

Ne pas essayer de dégripper un bouchon avec les mains nues.

Employer des dispositifs décoin-
ceurs spéciaux.

1.9.7 Rassembler dans une boîte spéciale les pièces de verrerie endommagées qui peuvent être réparées. Les pièces non récupérables sont à jeter dans une poubelle réservée au verre cassé.

1.9.8 Les entourer d'une chaîne fixée à un mur ou à tout autre emplacement fixe et solide.



1.10 Radiations ionisantes

Les radiations ionisantes (rayons radioactifs et rayons X) sont émises respectivement par des isotopes radioactifs ou par des appareils à rayons X.

La distinction la plus importante entre un radio-isotope et un appareil à rayons X se situe dans le fait que les isotopes émettent des rayons de façon continue et qu'un tube à rayons X n'émet de rayonnement que s'il est mis sous tension.

Parmi les ISOTOPES RADIOACTIFS, on distingue trois types importants selon le rayonnement émis : a (alpha), b (bêta) et g (gamma).

Les caractéristiques les plus importantes de ces rayons sont les suivantes:

- ❖ rayons alpha: ces rayons, ou plus exactement ces particules (noyaux d'hélium), ont un faible pouvoir de pénétration. Ils pénètrent seulement à travers quelques centimètres d'air et sont retenus, entre autres, par une feuille plastique. Par exemple : Polonium 210;
- ❖ rayons bêta : ce sont des électrons émis par le noyau de l'atome. Leur pouvoir de pénétration est plus élevé que celui des rayons X. Ils pénètrent à travers quelques mètres d'air et également à travers les matières synthétiques. Ils sont absorbés par des métaux légers comme l'aluminium. Par exemple : Krypton 85;
- ❖ rayons gamma : les rayons électromagnétiques ont un très grand pouvoir de pénétration. L'air, les matières synthétiques, l'aluminium ne retiennent pas ces rayons. Ces rayons ne sont absorbés que par des matériaux lourds comme le plomb, l'uranium appauvri, le béton dense. Par exemple : Américium 241, Cobalt 60, Uranium 235.

Selon leur "conditionnement", les isotopes peuvent être divisés en deux catégories, les "scellés" et les "non scellés". Il est évident que ces derniers sont les plus dangereux du point de vue de la sécurité.

Les rayons X sont de la même famille que les rayons g. La différence essentielle est que les rayons X sont générés artificiellement en appliquant une très haute tension à la cathode d'un tube cathodique. Ainsi se dégagent des électrons qui sont attirés par une anode et entrent en

collision à très grande vitesse avec celle-ci et qui produisent des rayonnements X.

Tous ces appareils et sources de radiations sont utilisés pour diverses applications dans les laboratoires, tels les microscopes électroniques, les jauges d'épaisseur et les densimètres, les appareils à fluorescence, les molécules marquées.



RISQUES

Les radiations ionisantes ne sont pas perceptibles, elles sont invisibles et inodores.

Néanmoins, elles peuvent détruire temporairement ou définitivement des tissus vivants.

Un isotope radioactif est un émetteur permanent.

La dispersion de matériel radioactif (par exemple lors de travaux avec des isotopes liquides) peut provoquer une contamination et des irradiations incontrôlées.

La respiration, l'ingestion ou l'absorption d'une préparation radioactive provoque 24 heures sur 24, une irradiation de l'organe dans lequel l'isotope se trouve.

PREVENTION

- S'assurer avant d'entamer le travail de la nature et de la force de la source (radiotoxicité, nature des radiations émises, activité) ou de l'appareil à rayons X;
- S'en tenir strictement aux règles de sécurité en vigueur, et s'informer préalablement auprès du service de contrôle physique de votre employeur des mesures collectives et individuelles de protection à prendre en ce qui concerne le travail spécifique à effectuer. Appliquer strictement les consignes à suivre;
- Le travail doit en tous cas être organisé de telle façon que la durée de l'exposition soit limitée à un strict minimum;
- Pour les sources non-scellées, il y a lieu de prendre des mesures de protection individuelle, non seulement contre une radiation mais également contre une contamination;
- Après le travail, contrôler avec les moyens appropriés, s'il ne reste pas de résidus radioactifs et traiter les déchets radioactifs selon les prescriptions. Consulter à cet effet le service de contrôle physique.



Mesures complémentaires

Outre les mesures de prévention spécifiques déjà citées, diverses mesures générales de sécurité doivent être respectées.

Nombre de dispositions sont à prévoir au stade de la conception du laboratoire. Il est impossible d'énoncer ici toutes les règles de bonne pratique à respecter lors de la conception, de l'installation ou de l'aménagement d'un laboratoire de chimie. Le lecteur intéressé consultera utilement des ouvrages spécialisés.

Par ailleurs, certaines mesures d'organisation font l'objet d'une préparation minutieuse et d'un suivi rigoureux. Parmi ces mesures, six méritent une attention particulière :

- la prévention et la lutte contre l'incendie;
- les moyens de protection collective et individuelle;
- l'organisation des premiers soins;
- l'élimination des déchets;
- les opérations effectuées sans surveillance;
- les travaux effectués par des tiers.

Les premiers soins sont organisés conformément aux prescriptions du règlement général pour la protection du travail. Le médecin du travail assiste de ses conseils l'employeur et les personnes chargées de dispenser les premiers soins. Si nécessaire, il propose des mesures complémentaires. Il veille à ce que l'organisation et le matériel des premiers soins restent opérationnels au fil du temps. Il s'assure fréquemment que le matériel et le contenu des boîtes de secours soient complets, et en tout cas à l'occasion de sa visite annuelle.

En plus des installations sanitaires réglementaires, il faut prévoir à proximité du laboratoire une douche pour les cas de souillures ainsi qu'une fontaine pour le rinçage des yeux et du visage. L'eau des douches oculaires devra avoir une température de l'ordre de 15° C et sera une eau salubre, non pathogène.

L'employeur veille à ce que l'ensemble du personnel, et tout spécialement le personnel de laboratoire, soit informé de la procédure à suivre en cas d'urgence et notamment les noms des services et des personnes à appeler, ainsi que de la localisation du local des premiers soins et des pharmacies de secours.

Pour rappel, certains points importants sont repris ci-dessous:

- ❖ il ne faut jamais tenter de faire boire une personne évanouie;
- ❖ en cas de brûlure thermique grave, il ne faut surtout pas retirer les vêtements, mais emballer la plaie dans un linge ou un drap stérile et évacuer le blessé vers un centre hospitalier approprié;
- ❖ en cas de brûlure chimique, il y a lieu en principe de retirer les vêtements sous la douche et de laver abondamment la plaie pendant 15 minutes, en évitant que l'eau ne s'écoule sur la peau saine. Ensuite, appliquer un pansement stérile et transférer la victime vers un centre hospitalier. Si les yeux sont atteints, les rincer également sous un filet d'eau, paupières ouvertes, durant 15 minutes.

L'élimination des déchets se fait en respectant les procédures établies à cet effet, notamment en application de la réglementation.

En attendant leur élimination, les déchets sont conservés séparément dans des récipients adaptés en fonction des caractéristiques de produits: substance liquide ou solide, matières contaminées, émanations gazeuses, déchets en verre, degré d'inflammabilité. On veille à éviter les réactions incontrôlées. Les aiguilles à infection sont conservées séparément afin d'éviter tout mauvais usage ou blessure accidentelle. Les récipients sont nettement distincts, par exemple par la taille, la couleur ou leur localisation. Leur destination est mentionnée de façon à éviter tout risque de confusion.

Pour l'élimination des déchets, il faut faire appel à des entreprises spécialisées. Les procédures pour la collecte séparée, la conservation et l'emballage de produits chimiques sont convenues de préférence à l'avance afin de réduire les risques dans le laboratoire et l'usine traitant les déchets.

Travaux sans surveillance

Si tous les appareils peuvent être arrêtés à l'issue de la journée de travail, il est recommandé de couper l'alimentation électrique, ainsi que les vannes générales d'arrivée d'eau et de gaz.

Si dans des cas exceptionnels certains appareils doivent rester en fonctionnement après les heures de travail, des consignes facilement compréhensibles sont apposées sur les vannes ou interrupteurs.



Les opérations se déroulant sans surveillance humaine en dehors des heures de travail, se font en principe sous le contrôle d'appareils à conduite automatique. Dans ces circonstances, la préparation de substances très instables ou explosives est déconseillée à moins que la conception des installations et la fiabilité des appareils de contrôle ne soient prévues à cet effet.

Les travaux sans surveillance font toujours l'objet d'une préparation attentive et le chef du laboratoire en sera informé.

Travaux effectués par les tiers

Le responsable de la sécurité dans le laboratoire doit porter une attention particulière aux travaux effectués par des tiers.

Par des tiers il faut entendre ici :

- ◆ le personnel d'entretien;
- ◆ le personnel d'une autre société ou des sous-traitants effectuant des travaux de nettoyage, d'entretien ou d'aménagement, tant des installations que des locaux proprement dits;
- ◆ des visiteurs;
- ◆ des personnes autorisées à effectuer des travaux ou recherches dans le laboratoire pour leur propre compte ou pour le compte d'une société tierce.

L'examen détaillé des mesures de sécurité à envisager pour les divers cas possibles sort du contexte de cet ouvrage. Le lecteur intéressé consultera les ouvrages spécialisés.

Suivant une procédure à convenir entre la société et les tiers, ceux-ci (ou leurs sous-traitants) sont informés des risques (entre autres de maladie professionnelle) et des mesures de prévention et de sécurité mises en place. Les tiers (ou leurs sous-traitants) respecteront les consignes de sécurité et s'abstiendront d'introduire des produits inflammables ou explosibles, ainsi que de procéder à des travaux à flamme nue sans accord préalable du responsable de la sécurité.

3

Bibliographie

J. LELEU, Aide-mémoire, travaux dans les laboratoires de chimie, dans Cahiers de notes documentaires, Institut national de recherche et de sécurité, Paris, n° 1313-103-81.