

## CHAPITRE 7 : RISQUES PHYSIQUES

### Aperçu

Les risques physiques comprennent les risques mécaniques et électriques, ainsi que les risques liés à la chaleur, au bruit et aux rayonnements pouvant survenir lors d'activités de physique en laboratoire et d'autres activités scientifiques. Les risques associés à chacune de ces catégories sont susceptibles de provoquer des blessures (voire, dans certains cas extrêmes, des décès). Toutefois, en prenant des précautions élémentaires, telles que l'utilisation d'un équipement de protection approprié et l'insistance sur les consignes de sécurité, les risques physiques peuvent être facilement minimisés.

### Risques mécaniques

En général, la sécurité peut être renforcée :

- en s'assurant que les équipements sont bien entretenus;
- en s'assurant que les équipements sont éteints avant que l'enseignant et les élèves quittent les lieux;
- en s'assurant que les élèves n'utilisent les équipements que sous la supervision d'un enseignant.

### Machines tournantes

Les vêtements amples, les mains et les cheveux peuvent se coincer dans des machines comportant des pièces tournantes, ce qui risque de provoquer des blessures graves. En outre, les parties non recouvertes de la machine risquent de se détacher, créant un risque supplémentaire, notamment de blessures oculaires.

Pour minimiser les risques :

- assurez-vous que les arbres, les courroies et les poulies tournantes sont recouverts de dispositifs de protection (couvercles);
- vérifiez les dispositifs reliés à un rotor avant de l'utiliser pour veiller à ce qu'ils soient bien attachés;
- portez (et faites en sorte que les élèves portent) des lunettes de protection lorsque vous utilisez des éléments découverts qui tournent rapidement, comme pour démontrer la force centripète et le mouvement circulaire ou périodique;
- un écran protecteur devrait être disponible dans les laboratoires de sciences.

## Outils

L'utilisation imprudente d'outils ou l'utilisation d'outils en mauvais état peut provoquer des blessures aux mains, aux yeux, à la tête et aux membres.

Pour minimiser les risques :

- vérifiez régulièrement que les outils ne comportent pas de défauts et ne sont pas abîmés;
- rangez les outils abîmés pour éviter que les élèves ne les utilisent;
- donnez des instructions précises aux élèves sur la façon d'utiliser les outils en toute sécurité avant qu'ils n'aient accès à ces outils.

## Instruments coupants (scalpels, lames de rasoir)

Ces instruments sont conçus pour être très coupants; une utilisation imprudente de ces outils peut rapidement se traduire par des coupures profondes au niveau des doigts et des mains.

Pour minimiser les risques :

- manipulez les instruments coupants avec une extrême précaution et veillez à ce que les élèves fassent de même;
- laissez le soin aux enseignants ou aux techniciens de remplacer les lames;
- portez des lunettes de protection lors de l'utilisation d'instruments coupants pour protéger vos yeux en cas de rupture de la lame.

## Aimants

Les grands aimants puissants ou les électroaimants peuvent attirer d'autres aimants ou objets en fer ou en nickel avec une force surprenante. Les mains et les doigts se trouvant entre les deux éléments attirés risquent de se faire pincer très fort.

Pour minimiser les risques :

- informez les élèves de ce risque avant d'utiliser de tels aimants.

## Objets en verre

Tous les objets en verre peuvent se casser et provoquer des coupures ou des renversements de substances.

Pour minimiser les risques :

- portez des lunettes de sécurité pour protéger vos yeux;
- utilisez des objets en verre résistant à la chaleur, afin de limiter le risque de fêlure lorsque vous les chauffez;
- évitez d'utiliser des récipients en verre fêlés ou ébréchés qui risquent de s'abîmer davantage au cours de l'expérience;

- nettoyez immédiatement le verre cassé et jetez-le dans un bac à ordures spécifique;
- ne ramassez pas le verre cassé avec vos mains; utilisez un porte-poussière et un balai ou une brosse.

## Lanceurs de projectiles

Il est courant d'utiliser des lanceurs de projectiles pour étudier le mouvement; les lanceurs peuvent servir de dispositifs de démonstration ou d'équipement pour les élèves dans les laboratoires. L'équipement utilisé comprend des dispositifs tels que des pendules balistiques, des appareils disponibles sur le marché qui lancent des balles de plastique et d'acier et des appareils mis au point par les enseignants pour lancer divers objets. Pour décider quels appareils utiliser – et qui les utilise et comment –, il est nécessaire de prendre conscience des facteurs de risques potentiels. Ces facteurs incluent la puissance du lanceur, la nature du projectile ainsi que la maturité de l'utilisateur, ses compétences et ses connaissances des principes de sécurité. L'emplacement du lanceur et la façon dont il est orienté par rapport aux élèves au moment de son utilisation sont également des facteurs qu'il ne faut surtout pas négliger. Les élèves ne doivent jamais se trouver dans la ligne de tir de ces dispositifs.

Pour minimiser les risques :

- portez des lunettes de sécurité pour protéger vos yeux;
- veillez à ce que les participants et les spectateurs se trouvent derrière la ligne de tir;
- évitez d'utiliser des projectiles à bout pointu;
- veillez à ce que les participants ou les spectateurs ne se trouvent pas en danger si le lancement venait à échouer.

## Tests de résistance des conceptions structurelles

Les programmes d'études aux niveaux primaire et intermédiaire comprennent plusieurs activités où les élèves doivent tester une variété de structures pour leur conception, leur stabilité, leur force et leur efficacité. Ces tests, en particulier ceux visant à déterminer la force, exigent souvent de soumettre les modèles à des contraintes pour déterminer leur résistance, ce qui demande certaines précautions.

Pour minimiser les risques :

- évaluez tous les risques inhérents au test pour définir les mesures de précaution nécessaires;
- portez des lunettes de sécurité pour protéger vos yeux;
- limitez la hauteur à laquelle le test est effectué pour les structures susceptibles de s'effondrer;
- surveillez attentivement le déroulement de toute activité comportant l'utilisation d'objets lourds;

- les tests devraient seulement être effectués sous la supervision d'un enseignant;
- les tests devraient se dérouler dans une aire clairement démarquée, à une distance sécuritaire des élèves.

## Risques électriques

Les deux principaux risques liés à l'électricité sont les décharges et les incendies. Quelques risques et précautions spécifiques sont décrits ci-après. Tout laboratoire ou salle de classe qui contient des appareils électriques doivent comprendre un interrupteur de secours. Une affiche doit être visible pour identifier clairement cet interrupteur.

### Installation électrique défectueuse

Des fils électriques mal fixés, sectionnés ou éraillés peuvent créer un court-circuit. Ce problème risque d'être la cause d'incendies, de décharges électriques et de détérioration de l'équipement.

Pour minimiser les risques :

- vérifiez le câblage externe de l'équipement avant de l'utiliser;
- vérifiez que l'équipement fonctionne normalement avant de le mettre à la disposition des élèves;
- assurez-vous que la troisième broche de mise à la terre est présente sur la rallonge électrique. Ne jamais retirer la troisième broche;
- ne tirez pas sur les cordons pour enlever les fiches des prises.

### Usage intensif d'un équipement léger

Des détériorations et des surchauffes de l'équipement et, par conséquent, des incendies peuvent se produire en cas d'usage prolongé de l'équipement à une puissance supérieure à celle pour laquelle il a été conçu.

Pour minimiser les risques :

- utilisez l'équipement comme il se doit.

### Installation électrique à proximité de l'eau

Un risque de décharge existe lorsque vous utilisez un équipement électrique à proximité de l'eau et si cette eau s'infiltre dans le système électrique. De plus, l'équipement risque de ne pas fonctionner correctement ou de tomber en panne.

Pour minimiser les risques :

- assurez-vous que les installations situées près d'éviers ou d'autres sources d'eau sont isolées et mises à la terre correctement;

- utilisez des disjoncteurs de fuite de terre si possible;
- débranchez immédiatement la prise de courant située sur le mur ou l'appareil si de l'eau s'infiltré dans l'équipement électrique et ne réutilisez pas l'appareil tant qu'il n'est pas complètement sec.

### Installation électrique à proximité de liquides inflammables

Le rotor d'un moteur électrique produit des étincelles qui peuvent dégager des vapeurs inflammables dans des pièces mal aérées.

Pour minimiser les risques :

- assurez-vous que l'équipement électrique est utilisé uniquement dans des pièces correctement aérées et ne se trouve pas à proximité de liquides inflammables;
- le moteur du ventilateur dans une hotte aspirante doit être résistant aux explosions. Cela signifie que s'il y a une étincelle produite par le moteur, elle n'entre pas en contact avec les vapeurs inflammables qui pourraient se retrouver à l'extérieur du moteur.

### Courts-circuits avec des piles sèches

Les courts-circuits se produisant dans les dispositifs qui ne sont pas protégés par un fusible risquent de créer une surchauffe et des incendies ou des accidents. Ces risques existent lorsqu'un circuit ne comprend pas de résistance (ampoule ou autre appareil électrique) entre les bornes d'une ou de plusieurs piles sèches. Le contact avec des fils surchauffés peut provoquer des brûlures de la peau ou causer un incendie si les fils électriques se trouvent à proximité de matériaux inflammables. Les courts-circuits graves peuvent également faire fondre les piles, en dégager des fumées toxiques et risquer de les faire exploser.

Pour minimiser les risques :

- veillez à ce que le circuit ait au moins une source de résistance (ampoule ou moteur électrique, par exemple);
- tous les circuits devraient comprendre un interrupteur mécanique lorsque cela est possible;
- si le circuit ne comporte pas d'interrupteur, reliez la pile en dernier.

### Équipement à haute tension

Certaines installations électriques de laboratoire destinées aux élèves et certains équipements de démonstration élaborés par les enseignants peuvent produire une décharge de haute tension.

Parmi les facteurs de risque courants, il est à noter que :

- les condensateurs qui accumulent le courant peuvent se décharger, générant une décharge électrique puissante;

- les condensateurs polarisés peuvent exploser s'ils ne sont pas raccordés correctement à un circuit;
- les bobines Tesla peuvent provoquer de graves brûlures de la peau;
- les générateurs électrostatiques, en particulier les générateurs Van de Graaf, peuvent être à l'origine de décharges électriques graves si les élèves se donnent la main;
- les transformateurs d'isolement à 120 V en courant alternatif peuvent être la cause d'accidents mortels, car le fait de toucher un seul fil suffit à provoquer un accident.

Pour minimiser les risques :

- veillez à manipuler les appareils à haute tension avec une extrême prudence;
- assurez-vous que l'utilisation de ces équipements se fait toujours sous la supervision directe d'une personne qualifiée, en suivant ses conseils;
- vérifiez que l'équipement est en bon état avant de l'utiliser en classe.

## Risques liés à la chaleur

Les appareils à chauffage occasionnent des risques d'incendies et de blessures. Les risques potentiels liés à ces appareils varient selon le dispositif de chauffage utilisé et le mode d'utilisation.

Pour minimiser les risques :

- utilisez des porte-tubes à essais ou des pinces pour manipuler des appareils et des récipients chauds;
- portez des gants résistants à la chaleur pour manipuler des objets ou des récipients chauffés;
- avertissez les élèves des dangers lorsqu'on tend le bras au-dessus d'une flamme ou d'une source de chaleur;
- utilisez des objets en verre résistant à la chaleur pour chauffer les substances, afin d'éviter qu'ils ne se cassent et que le contenu chaud ne se renverse;
- laissez suffisamment refroidir les objets chauffés avant de les toucher.

## Becs Bunsen

Figure 14

**Bec Bunsen**



Les brûleurs ou becs Bunsen procurent une source directe de chaleur très efficace pour les expériences en laboratoire. Cependant, les élèves sont susceptibles de se brûler, notamment au niveau des doigts et des mains. De plus, si le bec Bunsen est utilisé pour chauffer de l'eau ou une solution, le liquide bouillant risque de jaillir au moment où il atteint sa température d'ébullition. Il est préférable d'utiliser d'autres sources de chaleur que les becs Bunsen à l'école primaire et, autant que possible, au niveau intermédiaire.

Pour minimiser les risques :

- utilisez des becs Bunsen uniquement si l'activité requiert une forte chaleur et si les élèves sont suffisamment matures;
- apprenez aux élèves à se servir des becs Bunsen, en particulier à les allumer et à régler l'intensité de la flamme;
- afin d'éviter le « bouillonnement brusque » (lorsqu'un liquide atteint une température plus élevée que son point d'ébullition quand il est chauffé rapidement et que les bulles formées peuvent éclater avant d'atteindre la surface du liquide et donc éclabousser), utilisez des copeaux à ébullition;
- chauffer des liquides dans un tube à essai peut être dangereux. La flamme devrait être à une intensité la plus basse possible et le tube à essai devrait être tenu fermement à l'aide de pincettes à essai. Pour un chauffage graduel, inclinez le tube et déplacez-le dans la flamme pour éviter de chauffer au même endroit. Agitez aussi continuellement le liquide. Si le chauffage n'est pas égal, il peut se produire un bouillonnement brusque et donc un éclaboussement de liquide bouillant;
- orientez le tube à essai de sorte qu'il ne soit pas dirigé vers les personnes se trouvant à proximité;
- ne jamais chauffer un tube à essai qui a un bouchon;
- utilisez des plaques chauffantes lorsque des liquides inflammables se trouvent dans le laboratoire.

## Plaques chauffantes

Figure 15

**Plaque chauffante**



Les plaques chauffantes électriques avec commandes thermostatiques constituent une source de chaleur plus sécuritaire, maîtrisable et fiable, adaptée aux besoins des cours de sciences. Toutefois, elles peuvent malgré tout être à l'origine de brûlures.

Pour minimiser les risques :

- veillez à manipuler avec précaution les plaques chauffantes, ainsi que les substances et les récipients chauffés, en utilisant des techniques appropriées;
- évitez si possible d'utiliser des plaques chauffantes en spirale, et soyez particulièrement vigilant si vous devez en utiliser.

## Bougies

Les bougies fournissent une chaleur de faible intensité. De ce fait, leur utilité est limitée. Toutefois, leur usage est concevable lorsqu'une faible intensité de chaleur suffit pour l'expérience. Le problème principal lié à l'utilisation de bougies est l'instabilité; elles risquent de se renverser, ce qui peut renverser de la cire chaude ou causer des incendies.

Pour minimiser les risques :

- fixez la bougie fermement sur un socle pour l'empêcher de se renverser. Par exemple, vous pouvez enfoncer le fond de la bougie sur un clou saillant planté dans un socle. Placer la bougie dans une petite quantité de cire fondue qui se solidifie ensuite ne suffit généralement pas à assurer un maintien correct.



## Brûleurs à alcool (NON RECOMMANDÉS)

Figure 16

### Brûleur à alcool



**Ces brûleurs ne devraient pas être utilisés dans les classes ou les laboratoires de sciences** étant donné les risques associés à leur utilisation. L'alcool est inodore et incolore lorsqu'il brûle. De nombreux accidents causant de graves brûlures aux enseignants et aux élèves ont résulté de l'utilisation de ce type de brûleur.

## Brûleurs à cartouche Primus (NON RECOMMANDÉS)

**Ces brûleurs ne devraient pas être utilisés dans les classes ou les laboratoires de sciences.** Ce type de brûleur, souvent utilisé en camping, présente des risques non négligeables de brûlures. L'un des principaux inconvénients de cette source de chaleur réside dans le fait qu'il est impossible de régler l'alimentation en air de la flamme. Par conséquent, l'intensité de la flamme est importante (la flamme est bleue), quelle que soit sa taille. Les cartouches de butane sont généralement étroites et de diamètre uniforme et doivent être stabilisées pendant l'utilisation. De plus, elles sont à usage unique et non recyclables, ce peut soulever des préoccupations pour l'environnement.

## Brûleurs au butane (NON RECOMMANDÉS)

Figure 17

### Brûleur au butane



**Ces brûleurs sont relativement faciles à utiliser et leur fonctionnement est comparable à celui des becs Bunsen, mais ils ne sont pas recommandés pour l'utilisation dans les classes ou les laboratoires de sciences. Ils disposent de réglages distincts pour le gaz et pour l'air.** Cependant, les cartouches de gaz ne sont pas rechargeables et doivent être remplacées lorsqu'elles sont vides. Leur utilisation est, par conséquent, plus coûteuse que celle des becs Bunsen et peut soulever des préoccupations pour l'environnement.

## Risques liés aux fusées

Les fusées sont des dispositifs contenant des agents propulseurs combustibles qui génèrent la propulsion en expulsant du gaz chaud. Selon leur taille et la taille de leur moteur, les fusées sont classées en deux catégories : les fusées miniatures et les fusées à forte puissance. Les instructions et les conditions réglementaires à observer diffèrent pour ces deux types de fusées.

### Fusées miniatures

Aucune formation ou attestation spéciale n'est requise pour la construction, l'installation et le lancement de fusées miniatures fabriquées avec des matériaux légers, pesant au maximum 1,5 kg. Les fusées de cette catégorie sont limitées aux moteurs de types A à G, d'une impulsion maximale de 160 newtons-secondes et dont l'impulsion totale ne peut excéder 320 newtons-secondes. Pour les moteurs A à F moins puissants, l'utilisateur doit avoir plus de 12 ans et doit être surveillé par un adulte. Pour acquérir des moteurs de type G, l'intéressé doit être âgé au minimum de 18 ans. Les fusées miniatures utilisent des moteurs de fusée à propulseur solide préfabriqué avec de la poudre noire ou d'autres composites.

Le lancement de fusées miniatures doit être opéré conformément au code de sécurité de l'Association canadienne de fuséologie. Ce code peut être consulté au <http://www.canadianrocketry.org> (en anglais seulement). Renseignez-vous également auprès des autorités locales sur les arrêtés relatifs au lancement de telles fusées.

### Fusées à haute puissance

Les fusées de cette catégorie ont des moteurs dont l'impulsion est supérieure à 160 newtons-secondes, mais n'excède pas 40 960 newtons-secondes. Seules les personnes de plus de 18 ans possédant une attestation d'utilisation de fusées à haute puissance de l'Association canadienne de fuséologie et une autorisation de lancement peuvent installer et lancer de telles fusées. Transports Canada a établi des règles relatives au lancement de fusées à haute puissance au Canada. Vous pouvez les consulter sur le site Internet de l'Association canadienne de fuséologie au <http://www.canadianrocketry.org> (en anglais seulement). Les principaux risques associés au lancement de fusées incluent les risques de brûlures et l'impact potentiellement mortel de fusées mal dirigées.

## Risques liés au bruit

Une exposition prolongée à un niveau sonore excédant 85 décibels engendre des lésions cumulées des cellules ciliées de l'oreille interne qui peuvent se traduire par une perte définitive de l'audition aux fréquences spécifiques captées par les cellules ciliées endommagées. Ces niveaux sonores peuvent être atteints, par exemple, lorsque le volume de la musique d'une fête est trop élevé

ou lorsque des générateurs importants fonctionnent dans des salles techniques. Par ailleurs, un bruit d'impact élevé peut causer une perforation du tympan. Un tel bruit est généré par des outils pneumatiques tels que des marteaux perforateurs. Les perforations du tympan guérissent, mais le tissu cicatriciel qui se développe sur le tympan le rend moins sensible aux ondes sonores. Tout équipement ou instrument produisant un son important doit être soumis à un examen visant à déterminer le niveau sonore pour veiller à ce qu'il ne dépasse pas les limites autorisées d'exposition au travail, telles que définies dans la *Loi sur la sécurité et l'hygiène du travail*.

## Risques liés aux rayonnements

Les rayonnements ne sont pas un risque courant dans les salles de classe ni ne sont souvent abordés lorsqu'il s'agit de sécurité au laboratoire. Les rayonnements représentent un risque insidieux associé à la désintégration d'un élément radioactif tel que les isotopes de l'uranium et du thorium, ainsi qu'aux émissions des équipements électroniques et d'autres sources. Les rayonnements sont des émissions d'énergie sous la forme de particules ou d'électromagnétisme. Ils sont généralement classés en deux catégories : rayonnements ionisants et non ionisants.

### Rayonnements non ionisants

Les rayonnements non ionisants augmentent l'énergie cinétique des molécules des tissus de l'organisme, ce qui entraîne une production de chaleur, mais pas assez pour changer la composition chimique des tissus. Ce type de rayonnement inclut les ondes radio, les rayons de la lumière visible, les rayons ultraviolets et les micro-ondes à basse fréquence.

### Rayonnements ultraviolets

Lorsque les rayons ultraviolets (dont la longueur d'onde est très courte) sont absorbés par la peau ou les yeux à une intensité ou une période d'exposition suffisamment élevée, le résultat peut être un coup de soleil et l'éblouissement du soudeur, une brûlure oculaire douloureuse. L'exposition prolongée ou chronique aux rayons ultraviolets peut également provoquer un vieillissement prématuré de la peau. À des intensités suffisamment élevées, le rayonnement non ionisant peut bouleverser des processus physiologiques. Toutefois, dans les conditions de laboratoire normales dans les écoles, en utilisant des sources de rayonnement de faible intensité pour des périodes d'exposition réduites, les niveaux sont bien en deçà des limites spécifiées et il n'est généralement pas nécessaire de mesurer l'intensité de champ.

Pour minimiser les risques :

- exposez au minimum la peau;
- ne regardez jamais directement la source de rayons ultraviolets sans porter de lunettes de protection adaptées.

Parmi les sources potentielles de rayons ultraviolets se trouvent les lasers, les stéthoscopes, les fours à micro-ondes, les lampes à UV, les soudeuses, les ampoules fluorescentes, les tubes à décharge gazeuse et les rubans de magnésium.

### **Lumière visible et lasers**

Le fait de regarder une source de lumière visible intense, directe ou réfléctée (des arcs électriques, un ruban de magnésium, le soleil, voire des faisceaux de lampes à incandescence ordinaires) peut provoquer des lésions rétiniennes. Ainsi, il est nécessaire d'utiliser un filtre solaire comparable à celui d'un masque de soudeur pour regarder le soleil. Le cristallin de l'œil se focalise sur le faisceau de lumière visible d'un laser, ce qui peut causer de graves lésions rétiniennes, même si l'exposition est très brève, dans le cas d'un laser puissant.

Pour minimiser les risques :

- ne laissez pas les élèves utiliser les lasers sans surveillance;
- utilisez les lasers dans une pièce bien éclairée pour que les élèves n'aient pas les pupilles dilatées;
- positionnez les lasers de sorte que le faisceau ne puisse pas pénétrer dans les yeux, directement ou par réflexion;
- l'émission des rayonnements des lasers de démonstration ne doit pas dépasser un milliwatt et doit être dans le domaine de longueurs d'onde comprises entre 400 et 780 nanomètres (lumière visible). Pour de tels lasers, le temps de clignement normal (0,25 seconde) est suffisant pour éviter les lésions rétiniennes.

### **Stroboscopes**

Les pulsations rythmiques de la lumière, en particulier entre 3 et 7 hertz, peuvent provoquer des effets physiologiques désagréables ou dangereux chez certaines personnes, y compris des nausées et des crises d'épilepsie.

Pour minimiser les risques :

- évitez l'intervalle allant de 3 à 7 hertz;
- avertissez les élèves des effets potentiels et surveillez-les attentivement pour détecter tout comportement inhabituel ou début de nausée lorsqu'ils utilisent des stroboscopes;
- dispensez de l'activité les élèves qui savent qu'ils sont sensibles à la lumière.

### **Micro-ondes**

Tous les fours à micro-ondes fabriqués depuis 1971 font l'objet d'une norme fédérale relative aux rayonnements, garantissant leur sécurité. Cette norme limite les fuites des micro-ondes à des valeurs bien en deçà du niveau auquel les tissus humains pourraient chauffer ou brûler, même à 5 cm du four.

## Rayonnements ionisants

Le terme « rayonnements ionisants » fait référence à des rayonnements sous différentes formes :

- particules alpha;
- particules bêta;
- rayons gamma;
- rayonnements ultraviolets (en particulier à des fréquences plus élevées).

La possession et l'utilisation de matériel émettant de tels rayonnements font l'objet d'un contrôle rigoureux de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) par l'intermédiaire de l'application de plusieurs ensembles de règlements. Le rayonnement ionisant peut rompre des liaisons chimiques et provoquer des lésions tissulaires chez l'humain, augmentant ainsi le risque de mutations génétiques nocives et de cancers. Les effets nocifs potentiels sont proportionnels à l'énergie absorbée, qui, pour sa part, dépend de la quantité de rayonnement au moment de l'exposition. Les particules alpha peuvent être bloquées par une feuille de papier et les particules bêta par une couche de vêtements, mais ces deux éléments sont beaucoup plus dangereux lorsqu'ils sont ingérés ou inhalés. Par ailleurs, les rayons gamma et les rayons X peuvent facilement traverser le corps humain. Il est nécessaire d'utiliser des blindages de plomb afin de se protéger de ces rayons. Normalement, les tubes cathodiques ne présentent pas de risques en matière de rayonnements, mais ils peuvent émettre des rayons X si le voltage est très élevé.

Il convient de noter qu'il n'existe aucune norme aisément applicable précisant la limite d'exposition aux rayonnements au-delà de laquelle l'exposition est nocive. En général, le taux de radioactivité des matériaux considérés comme acceptables pour les activités à l'école secondaire est tellement bas qu'il est comparable au niveau de rayonnement naturel. Des niveaux aussi bas ne nécessitent pas l'obtention d'un permis de la CCSN étant donné que les risques sanitaires potentiels sont minimes. Il est facile de se procurer ces sources à faible niveau de radioactivité par l'intermédiaire d'entreprises de fourniture de matériel scientifique. Le niveau de radioactivité de ce matériel se mesure en microcuries et le matériel peut généralement être jeté dans un site d'enfouissement local. Il convient de se renseigner auprès de la municipalité pour s'assurer que cela est possible. Par ailleurs, aucun équipement de sécurité et aucune mesure de protection ne sont requis.

Les matières radioactives peuvent être achetées dans des récipients scellés ou non scellés. Les matières radioactives se trouvant dans des récipients scellés sont recouvertes de façon permanente d'un métal, d'une matière plastique ou autre. Ces sources sont plus faciles à gérer et leur utilisation est généralement plus sûre que les sources non scellées contenant les mêmes matières. De plus, les sources scellées en quantité respectant les limites d'exemption de permis peuvent être facilement jetées.

## Protection contre les rayonnements ionisants

Pour minimiser les risques potentiels liés aux rayonnements ionisants :

- utilisez des matières peu radioactives, dont les émissions se mesurent en millicuries;
- réduisez au maximum la période d'exposition potentielle;
- éloignez-vous le plus possible de la source de rayonnement. De manière générale, lorsque la distance est doublée, l'exposition est réduite par quatre;
- contrôlez les niveaux de rayonnement tout au long de l'exposition à l'aide d'un compteur Geiger;
- rangez les matières dans un récipient blindé adapté (p. ex., un contenant en plomb rangé dans une armoire qui sert peu et qui porte une étiquette).