

# **LA SÉCURITÉ EN SCIENCES**

**Fredericton, Nouveau-Brunswick  
1997**

Gouvernement du Nouveau-Brunswick  
Ministère de l'Éducation  
Direction des services pédagogiques  
1997

ISBN 1-55137-928-7

# TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	6
<b>1. GÉNÉRALITÉS .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Les sciences au primaire .....</b>	<b>9</b>
1.1.1 La sécurité en sciences au primaire .....	10
1.1.2 Règles de conduite en sciences de l'école primaire .....	10
1.1.3 Règles de conduite pour l'enseignement des sciences de la nature au niveau primaire (maternelle à 4 <sup>e</sup> année) .....	14
1.1.4 Règles de conduite pour l'enseignement des sciences de la nature au niveau primaire (5 <sup>e</sup> à 8 <sup>e</sup> année) .....	16
<b>1.2 Les sciences au secondaire .....</b>	<b>19</b>
<b>2. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE SÉCURITÉ .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Aménagement des locaux .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 L'équipement de sécurité et son utilisation appropriée .....</b>	<b>24</b>
2.2.1 Douche de sécurité .....	24
2.2.2 Bain oculaire .....	24
2.2.3 Équipement pour combattre un feu .....	25
2.2.4 Hotte .....	28
2.2.5 Trousses chimiques .....	29
2.2.6 Sarraus ou tabliers en plastique .....	29
2.2.7 Gants de protection .....	29
2.2.8 Lunettes protectrices, lunettes à coque et visière faciale .....	30
2.2.9 Récipients en métal ou en plastique pour placer les déchets .....	31
2.2.10 Affichage .....	31
2.2.11 Écrans protecteurs .....	32
2.2.12 Contenants pour le transport de bouteilles .....	32
2.2.13 Cabinets d'entreposage .....	32
2.2.14 Trousse de premiers soins .....	32
<b>2.3 Utilisations appropriées de certains instruments de laboratoire .....</b>	<b>33</b>
2.3.1 Centrifugeurs .....	33
2.3.2 Appareils de chauffage .....	33
2.3.3 Appareils électriques .....	33
2.3.4 Verrerie .....	35

2.3.5	Pipettes .....	35
2.3.6	Bouchons .....	35
<b>2.4</b>	<b>Manipulations pouvant poser certains dangers au laboratoire .....</b>	<b>36</b>
2.4.1	Préparation de solutions et addition de réactifs .....	36
2.4.2	Les extractions .....	36
2.4.3	La distillation .....	37
2.4.4	Le refroidissement .....	37
2.4.5	Le transvasement .....	38
2.4.6	La manipulation sous vide .....	38
2.4.7	La manipulation des gaz sous pression .....	39
<b>2.5</b>	<b>Femmes enceintes au laboratoire .....</b>	<b>41</b>
<b>3.</b>	<b>SÉCURITÉ AUX LABORATOIRES DE BIOLOGIE, DE CHIMIE</b>	
	<b>ET DE PHYSIQUE .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>La sécurité au laboratoire de biologie .....</b>	<b>48</b>
3.1.1	La sécurité du personnel enseignant .....	48
3.1.2	La sécurité de l'élève .....	52
3.1.3	Les sorties sur le terrain .....	52
3.1.4	Précautions contre certains animaux .....	54
3.1.5	Précautions contre certaines plantes .....	56
<b>3.2</b>	<b>La sécurité au laboratoire de chimie .....</b>	<b>64</b>
3.2.1	La sécurité du personnel enseignant .....	64
3.2.2	La sécurité de l'élève .....	67
3.2.3	Expériences à proscrire .....	70
3.2.4	Produits chimiques interdits dans les écoles .....	73
3.2.5	Suggestions de remplacements ou de précautions à prendre .....	81
3.2.6	Produits chimiques dangereux et mesures préventives .....	83
<b>3.3</b>	<b>La sécurité au laboratoire de physique .....</b>	<b>100</b>
3.3.1	La sécurité à du personnel enseignant .....	100
3.3.2	La sécurité de l'élève .....	101
3.3.3	Le danger des radiations .....	101
<b>4.</b>	<b>RÈGLES D'ENTREPOSAGE .....</b>	<b>109</b>
<b>4.1</b>	<b>L'entreposage .....</b>	<b>111</b>
4.1.1	La salle d'entreposage .....	111
<b>4.2</b>	<b>Étiquettes .....</b>	<b>118</b>

<b>5. ÉLIMINATION DES DÉCHETS ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>121</b>
<b>5.1 L'élimination des déchets</b>	<b>123</b>
5.1.1 L'inventaire	124
5.1.2 L'élimination des déchets dangereux	125
5.1.3 L'élimination de déchets non dangereux	128
<b>5.2 Produits à effets résiduels et nocifs sur l'environnement</b>	<b>130</b>
<b>5.3 Les déversements et les fuites</b>	<b>131</b>
5.3.1 Déversement de substances à risque de feu ou d'explosion	132
5.3.2 Déversement d'acide	132
5.3.3 Déversement de bases	132
5.3.4 Déversement de métaux alcalins	132
5.3.5 Déversement de mercure	133
5.3.6 Déversement de liquides corrosifs	133
5.3.7 Fuite de cylindres de gaz toxiques	133
<b>6. PREMIERS SOINS</b>	<b>135</b>
<b>6.1 Importance des premiers soins</b>	<b>137</b>
<b>7. GRILLE DE VÉRIFICATION</b>	<b>139</b>
<b>7.1 Évaluation de la sécurité au niveau du département ou d'une école</b>	<b>141</b>
7.1.1 Grille d'évaluation des mesures sécuritaires du département ou d'une école	141
7.1.2 Ressources	141
7.1.3 Aménagement des locaux	142
7.1.4 Équipement de sécurité	143
7.1.5 Entreposage	144
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>147</b>
ANNEXE A	150
ANNEXE B	151
ANNEXE C	152
ANNEXE D	156

*Nota : Dans le but d'alléger le texte, lorsque le contexte de rédaction l'exige, le genre masculin est utilisé à titre épiciène.*

## AVANT-PROPOS

C'est avec plaisir que le ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick publie le présent document sur la sécurité en sciences de la nature. Ce document s'adresse au personnel enseignant et autres intervenants scolaires. Il se veut un outil de référence venant appuyer leur travail dans le cadre des cours de sciences de la nature.

La Direction des services pédagogiques reconnaît les efforts de M<sup>me</sup> Jacqueline Boudreau, qui occupait le poste de chef de département de sciences à la Polyvalente Louis-J.-Robichaud de Shédiac, lorsqu'elle a rédigé ce document. Nous la remercions sincèrement.

Nous espérons que ce document saura informer les enseignants et autres intervenants en sciences de la nature en ce qui a trait à la sécurité dans les écoles francophones du Nouveau-Brunswick.

# **1. GÉNÉRALITÉS**



## 1.1 LES SCIENCES AU PRIMAIRE

Règle générale, il n'y a pas de laboratoire dans les écoles du niveau primaire. Les expériences se font normalement dans la salle de classe ou sur le terrain. Ces expériences ont été conçues de sorte à répondre aux besoins de ce niveau. Malgré ceci, certaines expériences peuvent présenter un certain danger.

Afin de guider l'enseignant du niveau primaire, la sous-section 1.1.1 **La sécurité en sciences au primaire** a été insérée dans ce cahier. Nous recommandons aux enseignants de ce niveau de se familiariser avec le contenu de cette sous-section et de consulter les sections 2.2 **L'équipement de sécurité et son utilisation appropriée** numéros 6, 7 et 8, ainsi que 2.3 **Utilisations appropriés de certains instruments de laboratoire** de ce guide pour de l'information supplémentaire. La section 4.1 **L'entreposage** comprend le tableau 5,1,1 **Produits domestiques incompatibles**, qui pourrait s'avérer utile au niveau primaire.

## 1.1.1 La sécurité en sciences au primaire

Il est très important que les élèves soient initiés à l'importance d'exercer des mesures sécuritaires dès leurs premières manipulations en sciences.

De bonnes habitudes de travail doivent être inculquées à un jeune âge et doivent être maintenues de façon vigilante. L'enseignant doit faire comprendre à l'élève qu'il est responsable de sa propre sécurité ainsi que celle des autres dans la salle de classe et au laboratoire.

Les règles de conduite qui suivent ont été placées dans trois grandes catégories : **1.1.2** - celles qui s'appliquent à tous les niveaux du primaire, **1.1.3** - celles qui s'appliquent plus particulièrement à **l'enseignement des élèves de la maternelle à la quatrième année** et, **1.1.4** - celles qui s'appliquent surtout à **l'enseignement des élèves de la cinquième à la huitième année**. L'enseignant doit, en premier lieu, se familiariser avec les règlements de la section 1.1.2 et, par la suite, se familiariser avec la section 1.1.3 ou 1.1.4 selon le niveau de son enseignement. Ceci a été fait en fonction du degré de risque associé aux activités suggérées à différents niveaux. Il est évident que l'élève, en travaillant en sciences dès ses premières années à l'école, développera de plus en plus d'habiletés lui permettant d'effectuer des manipulations plus délicates et demandant plus de précision.

Nous recommandons que chaque enseignant du niveau primaire se familiarise avec la totalité de ces règles de sécurité au laboratoire afin qu'il se sente à l'aise peu importe son niveau d'enseignement.

## 1.1.2 Règles de conduite en sciences de l'école primaire

Responsabilité de l'enseignant :

L'enseignant doit se préoccuper constamment de la sécurité de tous ceux qui sont présents dans le local dont il a la responsabilité. Il doit se poser les trois questions suivantes, et agir en conséquence :

- a) Quel danger peut exister dans une situation donnée ?
- b) Quelles précautions permettront d'éviter un accident ?
- c) Quelle est la marche à suivre en cas d'accident ?

Le simple « bon sens » et l'esprit attentif sont importants, mais les règles suivantes peuvent aussi servir de guide :

1. Aviser la direction de la présence de dangers possibles dans la salle de classe ou le laboratoire. Faire un rapport écrit pour tout accident, même s'il n'y a pas de victime. Son contenu pourra servir ensuite à appliquer les correctifs appropriés (voir annexe A, **Rapport d'accident**).
2. Garder à jour un inventaire des substances périssables (produits chimiques tels que des colorants, des acides, des bases, etc.) présents dans chacune des salles de préparation, salles de classe ou de laboratoire.

S'assurer que ces produits ne sont pas périmés.

Dans la mesure où certains le seraient, voir à faire évacuer ces composés chimiques s'il n'est pas possible de les éliminer par soi-même au laboratoire ou en salle de classe (voir section 5, **Élimination des déchets et protection de l'environnement**).

3. S'assurer que tout l'équipement de sécurité soit bien identifié et en bon état. Son emplacement doit être facilement accessible, bien indiqué et connu de tous.

Voir à ce que la salle de classe ou le laboratoire soit sécuritaire en tout temps en gardant le passage aux portes de sortie et aux appareils de sécurité (douche de sécurité, bain oculaire, couverture ignifuge) libre de tout objet. Garder les portes d'armoires et les portes d'entrées et de sorties du laboratoire fermées. L'armoire contenant les produits chimiques devrait être gardée sous clé en tout temps et il en est de même pour le local lorsqu'il n'est pas occupé.

4. Les règles de conduite de sécurité au laboratoire devraient être affichées sur de grandes pancartes dans la salle de classe ou dans le local où les élèves effectueront les différentes manipulations proposées dans ce plan d'étude. Ceci permettra aux élèves de les consulter au besoin.
5. Avant le début de l'expérimentation, l'enseignant doit faire un rappel des règlements spécifiques se rapportant à l'expérience qui sera effectuée. Il devra voir à ce que ces règlements soient respectés pendant toute la durée de l'expérience. Même si un enseignant a vu plusieurs répétitions d'une expérience de laboratoire sans incident, il n'y a aucune garantie qu'il en sera toujours ainsi.

Dans le cas où un élève ne respecte pas ces règlements et compromet la sécurité des autres, il devrait être expulsé du local et référé au préposé à la discipline.

6. Éviter de faire l'essai d'une expérience de laboratoire provenant d'un vieil ouvrage ou encore d'une revue récente à moins que le document présente une discussion des différents risques impliqués lors des manipulations ou encore que vous soyez conscients des dangers d'une telle expérience.
7. Toute manipulation doit être expérimentée par l'enseignant s'il ne lui est pas familière avant de le faire exécuter par les élèves. Cela permettra à l'enseignant de déceler les situations problématiques qui pourraient créer des risques pour la sécurité de tous. Un échange avec un ou des collègues peut éclairer la démarche.
8. Éviter toute expérience ou démonstration qui pourrait compromettre la sécurité des élèves ou de l'enseignant dans le local. Éviter toute expérience impliquant la production de gaz toxiques.

9. S'assurer que l'équipement de sécurité tel que des lunettes protectrices, des masques de protection pour les voies respiratoires et des gants de caoutchouc soient présents dans le local où seront effectuées les différentes manipulations.
10. Exiger le port de visières ou de lunettes protectrices en tout temps pour toute expérience ou démonstration ayant le moindre risque de projection de particules solides ou liquides.
11. Vérifier soigneusement tout appareil ou équipement apporté à l'école par les élèves avant d'en autoriser l'utilisation.
12. Au cours d'expériences avec des produits chimiques qui peuvent être jetés dans l'évier, laisser couler l'eau dans l'évier principal, de sorte que ces produits ne s'accumulent pas en quelque point dans les tuyaux d'écoulement (voir section 5.1.3 **L'élimination de déchets non dangereux**).
13. Voir à ce que la supervision soit adéquate s'il y a utilisation d'une source de chaleur quelconque (ex. : plaque chauffante).
14. Utiliser du Pyrex pour tout montage de verre devant être chauffé. Ne jamais autoriser l'utilisation de cylindres gradués pour des réactions chimiques. Ne jamais chauffer un cylindre gradué.
15. S'assurer qu'une trousse de premiers soins soit disponible dans le local et qu'il y en ait une portative pour les excursions.
16. S'assurer que les articles utilisés dans la trousse de premiers soins soient remplacés immédiatement.
17. Expliquer et montrer la façon correcte de soulever des objets lourds. En souligner les avantages et les risques.
18. S'assurer qu'il y ait une supervision adéquate lors de l'utilisation d'objets pointus tels que des ciseaux, des aiguilles ou des punaises.
19. Expliquer et montrer la marche à suivre pour vérifier l'odeur d'un produit. (En utilisant un mouvement de va-et-vient de la main, déplacer quelques vapeurs provenant de la substance vers le nez afin de pouvoir la sentir.)
20. Indiquer aux élèves qu'ils ne doivent jamais porter d'objets à la bouche, près des yeux ou au nez. Ils ne doivent jamais goûter une substance, à moins d'avis contraire, lorsqu'ils travaillent à l'expérimentation. Ceci comprend les stylos, les crayons, les gommes à effacer, les mains, les substances toxiques, les objets pointus ou tout autre objet manipulé.

21. Reconnaître que certaines plantes communes sont toxiques (ex. : feuilles de rhubarbe, feuilles de plants de tomates, herbe à puce... (voir section 3.1.5 **Précaution contre certaines plantes**)).
22. Connaître les allergies aux aliments des différents élèves dans la salle de classe et connaître les élèves qui sont atteints de diabète. Ceci est important, surtout lors d'expériences impliquant le goût.
23. Connaître toute autre forme d'allergie qui a été identifiée chez un élève, qu'il s'agisse d'allergies aux animaux, au pollen, à la poussière, aux levures, etc.
24. Apporter une trousse portative de premiers soins lors des excursions à l'extérieur.
25. Se familiariser et familiariser les élèves avec les modes d'utilisation de l'équipement de sécurité.
26. S'assurer que les élèves se lavent les mains après toute manipulation au laboratoire ou sortie sur le terrain.
27. Éviter d'acheter des thermomètres à mercure. Si le laboratoire ou la salle de classe est équipé avec ce genre de thermomètre, les remplacer par des thermomètres à alcool. (Si le thermomètre casse, l'élimination du déchet devient très difficile. Les vapeurs de mercure sont toxiques et cette substance s'absorbe à travers la peau.)
28. Bien connaître les règles de premiers soins relatifs aux coupures et aux brûlures occasionnées soit par la chaleur, soit par des réactifs chimiques. Tout en administrant les premiers soins pour une blessure grave, faire appeler la personne qualifiée à cet égard dans l'école, une infirmière ou un médecin.
29. Connaître et expliquer aux élèves la procédure d'évacuation d'urgence. Un exercice d'évacuation doit être effectué annuellement lors des cinq premiers jours de classe et si nécessaire, faire la correction immédiate de problèmes encourus. Chaque personne doit connaître l'emplacement des sorties d'urgence ainsi que l'emplacement et le fonctionnement des manettes du système d'alarme. Des panneaux permanents indiquant la route pour la sortie d'urgence doivent être localisés aux endroits stratégiques et facilement lisibles.
30. Il faut aussi porter une attention spéciale aux élèves ayant un handicap physique. Les appareils de sécurité tels que la douche de sécurité et le bain oculaire doivent être accessibles pour ces personnes. Il faut confier à une personne responsable le soin de s'en occuper en cas d'urgence. Elle doit connaître la procédure personnalisée qui s'y applique.

31. En cas d'incendie, de danger imminent d'explosion ou de dégagement incontrôlé de vapeurs toxiques, faire sortir les élèves immédiatement, fermer la porte et sonner l'alarme.
32. Laisser le laboratoire ou la salle de classe dans un état acceptable à la fin de la journée. Il faut voir à ce que le matériel qui demeure dans la salle ne présente aucun danger pour le personnel de soutien. Il faut aussi s'assurer que les renversements ont été nettoyés et que le verre cassé soit placé dans un contenant identifié à cet effet. S'assurer que la soupape centrale qui commande le débit de gaz dans le laboratoire soit soigneusement fermée après chaque usage.

### **1.1.3 Règles de conduite pour l'enseignement des sciences de la nature au niveau primaire (maternelle à 4<sup>e</sup> année)**

#### a) Responsabilité de l'enseignant :

1. S'assurer que les élèves connaissent la procédure correcte lors d'un déplacement avec un objet pointu. (Le bout pointu doit être dans la paume de la main et recouvert des doigts. Le déplacement se fait toujours en marchant.)
2. Ne jamais laisser d'allumettes entre les mains d'un élève. Si une manipulation exige la présence d'une flamme, s'assurer qu'une personne responsable allume l'allumette.
3. Ne jamais laisser les élèves travailler à proximité de ou déplacer un liquide chaud.
4. Dans la mesure du possible, éviter d'utiliser des récipients en verre. Voir à équiper la classe ou le laboratoire de récipients non cassants.
5. Surveiller les élèves de près lorsqu'ils construisent des structures en hauteur.
6. Ne pas permettre l'utilisation de couteaux pointus, tel qu'un « exacto ».
7. S'assurer que les élèves n'utilisent pas des pailles que d'autres élèves auraient déjà utilisées.
8. Voir à ce que les élèves ne respirent pas les vapeurs émises par des substances telles que de la colle ou de l'alcool.

b) Responsabilité de l'élève :

1. Apprendre à manipuler et transporter correctement des objets pointus.
2. Ne jamais goûter une substance au laboratoire (à moins d'avis contraire de son enseignant).
3. Ne jamais courir ou se bousculer au laboratoire lorsqu'il effectue une expérience.
4. Respecter en tout temps l'enseignant et les autres élèves. Travailler de façon calme et méticuleuse.
5. Bien écouter les directives de l'enseignant.
6. Porter l'équipement sécuritaire exigé (masque, gants, lunettes) lors d'une manipulation.
7. Ne jamais allumer d'allumettes.
8. Sentir une substance en suivant la bonne procédure.
9. Avertir immédiatement l'enseignant de toute situation qui semble anormale.
10. Ne pas porter ses mains à sa bouche ou à ses yeux lorsqu'il travaille au laboratoire.
11. Ne pas toucher aux plantes à moins d'être certain qu'elles ne sont pas toxiques.
12. Se laver les mains avant de sortir du laboratoire.
13. Ne jamais placer sa bouche sur une paille qui a déjà été utilisée.
14. Éviter de respirer des vapeurs provenant de substances telles que de la colle ou de l'alcool.
15. Informer son enseignant d'allergies ou de situations médicales qui pourraient compromettre sa santé dans une situation particulière.

### 1.1.4 Règles de conduite pour l'enseignement des sciences de la nature au niveau primaire (5<sup>e</sup> à 8<sup>e</sup> année)

#### a) Responsabilité de l'enseignant :

1. Vérifier périodiquement (une fois par mois) le fonctionnement des douches de sécurité et des bains oculaires. S'assurer que tous ces appareils sont munis d'un régulateur de température de sorte à éviter l'hypothermie chez la victime.  
  
En cas d'un déclenchement accidentel, les douches doivent pouvoir être coupées rapidement.
2. Toujours avoir à la portée de la main une trousse, soit commerciale ou maison, permettant de neutraliser les déversements d'acides et de bases.
3. Ne permettre à aucun élève de transporter des produits chimiques dangereux ou d'y avoir accès sans surveillance. (Notons, à titre d'exemple, les acides et les hydroxydes concentrés.)
4. Ne permettre à aucun élève de faire des expériences sans autorisation ou de travailler avec des réactifs dangereux, à moins d'être sous la surveillance immédiate d'un enseignant.
5. Lors d'une démonstration pouvant présenter un certain danger (projections, éclaboussures), voir à ce que les élèves se trouvent à une distance d'au moins deux (2) mètres du montage. Un écran protecteur devrait être placé entre le montage et les élèves, et ces derniers devraient porter leurs lunettes protectrices. Pour démontrer des réactions spontanées, n'utilisez que les quantités strictement nécessaires de réactifs.
6. S'assurer que l'utilisation de liquides volatiles et inflammables (l'alcool, à titre d'exemple) se fasse en absence de toute flamme nue. Manipuler sous la hotte chaque fois que c'est possible.
7. Mettre au rebut, par le moyen approprié, tout réactif contaminé en surplus, indésirable ou non identifié (voir section 5, **Élimination des déchets et protection de l'environnement**).
8. Jeter tout article de verre brisé. Voir à ce qu'il y ait dans chaque laboratoire un récipient en grès ou en matière inerte pour recevoir le verre brisé et les résidus insolubles. Ce récipient doit être bien identifié et ne doit pas recevoir de papier ou autres déchets ordinaires.

9. S'assurer qu'il y ait aussi une corbeille à papier.
10. Poncer les rebords acérés de tout appareil de verre ou de métal à l'aide de papier d'émeri. Roder à la flamme les tubes de verre de petit diamètre : ne pas laisser les élèves couper des tubes de verre de grand diamètre. Utiliser un coupe-verre approprié pour ce travail et poncer les bords avec du papier d'émeri.
11. Ne pas laisser les élèves tenter d'enlever un bouchon de verre qui est soudé à la bouteille. Faire soi-même cette opération en utilisant une technique appropriée.
12. Remplir les pipettes en utilisant une poire de sécurité ou un autre appareil mécanique conçu à cet effet. Ne jamais remplir une pipette en aspirant par la bouche (voir section 2.3.5 **Pipettes**).
13. BANNIR toute consommation de nourriture ou de boisson dans le laboratoire. Insister sur l'importance de ne RIEN porter à la bouche surtout lors d'expérimentation en chimie.
14. S'assurer que les élèves n'utilisent pas des pailles que d'autres élèves ont déjà utilisées.
15. Voir à ce que les élèves ne respirent pas les vapeurs émises par des substances telles que de la colle ou de l'alcool.
16. Il est recommandé de fréquenter des ateliers et des colloques portant sur la sécurité au laboratoire.

b) Responsabilité de l'élève :

1. Ne jamais goûter une substance au laboratoire (à moins d'avis contraire de son enseignant).
2. Ne jamais courir ou se bousculer lors de l'expérimentation.
3. Respecter en tout temps l'enseignant et les autres élèves. Travailler de façon calme et méticuleuse.
4. Bien écouter les directives de l'enseignant.
5. Porter l'équipement sécuritaire exigé (masque, gants, lunettes... ) lors d'une manipulation.
6. Ne pas porter ses mains à sa bouche ou à ses yeux lorsqu'il travaille au laboratoire.

7. Ne pas toucher aux plantes à moins d'être certain qu'elles ne sont pas toxiques.
8. Se laver les mains après toute expérience en sciences ou une sortie sur le terrain.
9. Sentir une substance en suivant la bonne procédure.
10. Avertir immédiatement l'enseignant de toute situation qui semble anormale.
11. Faire vérifier tout montage par l'enseignant avant de procéder.
12. Porter des vêtements adéquats au laboratoire (vêtements pas trop amples et pas trop coûteux ainsi que des chaussures qui protègent complètement les pieds).

Idéalement, les vêtements devraient être en coton ou en laine. Ces fibres naturelles brûlent mais ne s'enflamment pas.

13. Attacher les cheveux s'ils sont longs.
14. Ne jamais laisser sans surveillance une source de chaleur allumée, un montage ou encore une expérience.
15. Ne jamais placer sa bouche sur une paille qui a déjà été utilisée.
16. Éviter de respirer des vapeurs provenant de substances telles que de la colle ou de l'alcool.
17. Informer son enseignant d'allergies ou de situations médicales qui pourraient compromettre ta santé dans une situation particulière.

## **1.2 LES SCIENCES AU SECONDAIRE**

Au secondaire, les expériences scientifiques se font normalement au laboratoire. Ce document devrait être assez élaboré pour fournir aux enseignants certains renseignements qu'on pourrait peut-être difficilement trouver ailleurs.

L'enseignant des sciences trouvera donc, dans la plupart des sections qui suivent dans cet ouvrage, des renseignements qui visent particulièrement le secondaire.

Il ne s'agit pas, comme nous l'avons déjà fait remarquer, de semer la crainte au point qu'on n'osera plus « faire des sciences » ; mais si ce document, par l'information qu'il fournit, peut entraîner une attitude plus sécuritaire chez ceux à qui il s'adresse, il aura atteint son but.



## **2. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE SÉCURITÉ**



## 2.1 AMÉNAGEMENT DES LOCAUX

1. Il est très important que l'école soit muni d'un bon système de ventilation permettant l'évacuation rapide des gaz ou vapeurs toxiques. Il s'agit de la meilleure façon de réduire l'exposition à un produit chimique toxique pouvant être absorbé par l'inhalation. À titre d'exemple, une source de radiation ultraviolette produit toujours de l'ozone. Ce contaminant, comme bien d'autres, doit être dirigé très vite vers l'extérieur de l'édifice afin d'éviter qu'il se rende dans les autres locaux de l'école.
2. Un entrepôt pour les substances chimiques doit être aménagé à proximité des laboratoires et un système d'évacuation de l'air doit être installé avec commande manuelle dans la salle d'entreposage des produits chimiques. Cet entrepôt devrait être gardé sous clé et rester inaccessible à des élèves sans surveillance (voir section 4, **Règles d'entreposage**).
3. Il est aussi important de remplacer les lampes défectueuses pour maintenir un éclairage adéquat, surtout dans les laboratoires.
4. Il faut maintenir en bon état les thermostats et autres commandes pour assurer une température confortable.
5. Il faut aussi s'assurer que le mobilier soit robuste, solide et que son revêtement n'absorbe pas l'eau, soit résistant à la chaleur et soit à l'épreuve des déversements de produits corrosifs .
6. L'espace réservé à chaque élève doit être suffisamment grand pour lui permettre de faire ses expériences sans encombrement. La grandeur de cet espace varie selon le genre de laboratoire, la nature du cours ou le degré d'individualisation de l'enseignement.
7. Chaque laboratoire où il n'y a aucun accès à la lumière naturelle doit être équipé d'un système d'éclairage de secours qui s'actionne automatiquement en cas de panne d'électricité dans ce local.
8. Les prises électriques doivent être mises à terre dans tous les locaux. Les panneaux de distribution électrique doivent être facilement accessibles. Les prises de courant aux postes où se trouvent les élèves devraient être protégées par un système de relais ou de disjoncteurs de circuit en cas de fuite à la terre.
9. Chaque laboratoire doit avoir deux portes de sortie. Ces sorties ne doivent pas donner sur une pièce fermée ni une salle de préparation. Elles doivent permettre l'accès à un corridor ou à l'extérieur de l'école. Elles doivent pouvoir s'ouvrir de l'intérieur en tout temps.
10. Les micro-ordinateurs ont de plus en plus leur place au laboratoire. Il serait important que le local soit aménagé en fonction de l'utilisation des nouvelles technologies. Il faudrait donc planifier la disposition du laboratoire en tenant compte de l'équipement nécessaire pour l'utilisation de l'ordinateur, de l'Internet et de l'équipement audiovisuel.

## **2.2 L'ÉQUIPEMENT DE SÉCURITÉ ET SON UTILISATION APPROPRIÉE**

Chaque laboratoire devrait être muni de l'équipement de sécurité énuméré ci-dessous. Toute personne qui utilisera le laboratoire doit être informée de l'utilisation et du lieu de chaque appareil. Une description écrite de l'usage devrait être affichée sur le mur à côté des appareils tels que la douche de sécurité, l'extincteur, la couverture ignifuge, le bain oculaire et la trousse de premiers soins.

### **2.2.1 Douche de sécurité**

La douche devrait être située dans un endroit libre de tout obstacle et facilement accessible, permettant à un individu de s'y rendre en moins de 10 secondes. Elle doit aussi se trouver loin de toute source de courant électrique, de sorte que l'eau provenant de celle-ci ne puisse pas venir en contact avec le courant.

Elle devrait être branchée à l'eau froide et à l'eau chaude afin de pouvoir contrôler la température de l'eau pendant l'usage (éviter d'utiliser une eau trop chaude qui pourrait activer un contaminant ou encore une eau trop froide qui pourrait causer l'hypothermie chez la personne).

Elle doit être munie d'une valve de contrôle pouvant demeurer en position ouverte de façon indépendante.

Elle doit être munie d'une chaîne de longueur adéquate (prévoir l'accessibilité pour une personne en fauteuil roulant).

L'enseignant devrait garder des vêtements de rechange dans la salle de laboratoire en cas de besoin.

La douche doit fournir un débit minimal de 113 dm<sup>3</sup> d'eau par minute.

Il doit y avoir la présence d'un drain sur le plancher à proximité de la douche afin de permettre l'évacuation de l'eau.

Il faut vérifier mensuellement le bon fonctionnement de la douche. Cette manipulation permet aussi l'élimination des contaminants et des bactéries pouvant s'accumuler dans la tuyauterie.

### **2.2.2 Bain oculaire**

Il doit être installé de façon permanente et branché à l'eau froide et à l'eau chaude (voir numéro 2.2.1 **Douche de sécurité**).

Le bain doit fournir un débit minimal de 11 dm<sup>3</sup> par minute.

Il doit être muni d'une valve de contrôle pouvant demeurer ouverte sans l'utilisation des mains afin de permettre ces dernières de maintenir les paupières en position ouverte.

L'emplacement doit être connu de tout le personnel dans le cas où la victime serait un membre du personnel.

Il doit être situé près de la douche de sécurité puisque l'utilisation simultanée de deux appareils peut être nécessaire.

Le temps minimum de rinçage devrait être de 15 minutes.

LES BOUTEILLES DE RINÇAGE NE DOIVENT EN AUCUN TEMPS REMPLACER L'INSTALLATION PERMANENTE DU BAIN OCULAIRE. Ces bouteilles ne contiennent pas assez d'eau pour assurer un bon rinçage et le contenu de ces bouteilles peut devenir contaminé avec le temps. Toutefois, ces dernières peuvent être utilisées lors du déplacement de l'individu vers un bain oculaire.

Le fonctionnement du bain doit être vérifié périodiquement.

### **2.2.3 Équipement pour combattre un feu**

Une couverture ignifuge ainsi que des extincteurs appropriés devraient être installés dans chaque laboratoire et salle de préparation où il y a danger d'incendie.

#### **A. EXTINCTEUR**

- Les extincteurs doivent être inspectés périodiquement et rechargés immédiatement après un usage (même si le cylindre n'a pas été complètement vidé). La date de vérification doit être indiquée sur une étiquette attachée à l'extincteur et cette même date doit apparaître dans un registre.
- Les catégories de feux sont classés selon les types de combustibles (voir tableau 2.2.3A - page suivante).

Tableau 2.2.3A

Catégories de feux	Combustibles
Classe A	bois, papier, textiles, plastiques et caoutchouc
Classe B	gaz ou liquides inflammables tels que le propane, les huiles, les graisses, les solvants, l'essence, les peintures à l'huile
Classe C	appareils électriques sous tension
Classe D	métaux combustibles tels que le magnésium, le titane, le sodium, le potassium, le lithium, le zirconium

La nature des matières combustibles dans un local doit déterminer le type d'extincteur à y installer. Les extincteurs devraient avoir une capacité minimum de 5 kg d'agent extincteur. Le tableau 3,2,3B de la page suivante, indique le ou les types d'agents d'extinction recommandés pour les différentes catégories de feux. Il indique aussi les avantages et les inconvénients associés avec l'usage d'un agent particulier.

- ☞ NE JAMAIS UTILISER UN EXTINCTEUR SUR LES FLAMMES QUI ONT ATTEINT LES VÊTEMENTS D'UNE PERSONNE (utiliser plutôt la couverture ignifuge).
- ☞ NE JAMAIS UTILISER UN EXTINCTEUR RECOMMANDÉ POUR LES FEUX DE TYPES A, B OU C SUR UN FEU DE TYPE D (ceci activera la combustion et pourrait causer une explosion).

Voici une liste d'extincteurs à éliminer s'ils sont présents dans les édifices :

- a) extincteurs à eau à cartouches pressurisées ou soda-acide : l'ouverture devient facilement obstruée et peut éclater durant l'usage ;
- b) extincteurs à base Halon 1211 ou 1301 : ils ont un effet destructeur sur la couche d'ozone (voir section 3.2.4 **Produits chimiques interdits dans les écoles** : trifluoromono bromométhane) ;
- c) extincteurs à base de tétrachlorure de carbone : l'agent d'extinction est toxique (voir section 3.2.4 **Produits chimiques interdits dans les écoles** : tétrachlorure de carbone).

Tableau 2.2.3B

Agents d'extinction	Types de feux	Avantages	Inconvénients
1. Poudre à usages multiples de types ABC	A, B, C	Pratique pour éteindre plusieurs types de feux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réignition est possible (peu d'effets de refroidissement).</li> <li>- Peut endommager les appareils électriques et électroniques.</li> <li>- Difficile à nettoyer.</li> </ul>
2. Eau sous pression	A		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peut causer beaucoup de dégâts d'eau.</li> </ul>
3. Poudre ou mousse de type BC	B	Efficace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficile à nettoyer.</li> <li>- Cause des dégâts à l'équipement.</li> </ul>
4. Poudre sèche BC	C	Efficace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficile à nettoyer.</li> </ul>
5. Dioxyde de carbone	B, C	Efficace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peut endommager l'équipement par contact chaud-froid ou par accumulation de charges d'électricité statique.</li> <li>- Peut causer l'asphyxie dans une pièce mal aérée.</li> <li>- Ne jamais envoyer sur une personne puisqu'il peut brûler la peau au contact.</li> </ul>
6. Poudre spéciale pour feux de métaux	D		
7. Sable sec	D		<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'assurer pour (7, 8 et 9) qu'ils sont secs et qu'ils ne contiennent aucun déchet solide.</li> </ul>
8. Graphite	D		
9. Chlorure de sodium	D		

## B. COUVERTURE IGNIFUGE

- Ne doit pas être attachée au mur. Par contre, si elle est rangée dans une boîte métallique cette dernière devrait être fixée au mur de façon à encourager un usage horizontal ;
- Dans le cas où les vêtements d'une personne sont en feu, il faut coucher la victime et par après l'envelopper avec la couverture. **NE JAMAIS ENVELOPPER UNE PERSONNE DANS UNE POSITION VERTICALE** puisque ceci pourrait provoquer un effet de cheminée et brûler la victime au visage. Aussitôt le feu éteint, la couverture doit être enlevée afin de disperser la chaleur et de minimiser les dommages aux tissus. Il faut demeurer aux aguets puisque le feu pourrait se ranimer ;
- De l'eau peut aussi être utilisée afin d'éteindre le feu dans des vêtements ;
- La couverture peut aussi être utilisée pour garder des blessés au chaud en attendant les services d'urgence.

### 2.2.4 Hotte

Toute manipulation de produits inflammables, toxiques ou corrosifs doit être faite sous la hotte. Le but d'une hotte est de capturer, retenir et en fin de compte, éliminer toutes vapeurs, poussières dangereuses ou toxiques qu'elle contient. En d'autres mots, la hotte ne doit pas servir de système de ventilation pour l'évacuation d'un gaz toxique présent dans le laboratoire.

L'éclairage à l'intérieur de la hotte doit être adéquat.

Il faut vérifier régulièrement son bon fonctionnement soit avec de la fumée, du fil ou du papier fin, ou encore, à l'aide d'un vélocimètre.

Il faut voir à ce que le système d'évacuation de la hotte soit adéquat (le tuyau de sortie sur le toit de l'école doit être assez haut pour permettre une bonne évacuation et le système doit être à une bonne distance du système d'aération de l'édifice ou encore du système de ventilation du laboratoire).

Au-dessus des instruments de chromatographie en phase gazeuse et liquide ou d'un appareil d'absorption atomique, il devrait y avoir un système de ventilation pouvant éliminer du local toute fumée ou vapeur provenant de ce local.

La hotte ne doit jamais servir de lieu d'entreposage.

### **2.2.5 Trousses chimiques**

Il faut voir à l'installation de trousses chimiques (soit commerciales ou maison) dans le laboratoire, pouvant absorber rapidement des renversements d'acides, de bases ou d'autres solvants.

### **2.2.6 Sarraus ou tabliers en plastique**

En général, les sarraus et les tabliers devraient être assez longs pour protéger les jambes.

Les sarraus devraient être munis de boutons-pression afin de pouvoir les enlever rapidement en cas d'accident. Ils devraient être fabriqués de tissus forts, non inflammables.

En plus d'être facilement lavables, les tabliers devraient être résistants au feu et aux produits chimiques.

### **2.2.7 Gants de protection**

Il faut choisir les gants selon leur compatibilité avec les produits utilisés. Il peut même être nécessaire de porter simultanément deux sortes de gants. Voici un aperçu du degré de protection offert par différents modèles :

- a) gants jetables (latex, polyéthylène, polyuréthane) : protection minimale ;
- b) gants de caoutchouc butyle : bonne résistance aux produits mais résistance à l'abrasion est faible ;
- c) gants de caoutchouc néoprène : à peu près imperméable aux solvants réguliers, résistance à l'abrasion est moyenne ;
- d) gants de caoutchouc nitrile : hautement résistant, protection maximale pour les liquides ;
- e) gants de caoutchouc Vitron : excellente résistance aux composés organiques tels que les huiles, les essences, les lubrifiants, les acides minéraux, ainsi qu'aux hydrocarbures aliphatiques et aromatiques. D'autre part, ces gants ne sont pas recommandés pour les esters et les éthers ayant une faible masse molaire, ou les cétones, certains aminés et certains acides.
- f) gants multicouches : à utiliser pour des travaux à haute ou basse température ;
- g) gants isolants ou aluminisés (Zetex) : à utiliser lors de la manipulation d'objets chauds ;

Des gants résistants à la pénétration devraient être portés lorsqu'il y a manipulation du verre. (À titre d'exemples : pour insérer un tube de verre ou un thermomètre dans un bouchon ; pour dégripper un robinet de verre.)

Il faut avoir, en tout temps, des gants jetables à la portée de la main.

Il faut soigneusement se laver les mains après avoir manipulé des produits toxiques, biologiquement actifs ou allergisants.

La protection des mains peut aussi être obtenue par des crèmes protectrices ou des crèmes barrières, mais en règle générale, elles ne paraissent pas posséder des caractéristiques suffisantes de performance et de tolérance.

## 2.2.8 Lunettes protectrices, lunettes à coque et visière faciale

Le port de verres protecteurs est obligatoire en tout temps où il y a manipulation de substances à risques. Ceci comprend :

- a) l'utilisation de sources de chaleur ou de matériaux ayant une température dépassant 60° C, à l'exception d'ampoules électriques fixées dans une douille appropriée ;
- b) la manipulation de tout liquide autre que l'eau ;
- c) la manipulation de solides en poudre ou dont les particules ont en moyenne un volume inférieur à 1 mm<sup>3</sup> (à l'exception de particules de nourriture), ou de tout autre solide constituant un danger quelconque ;
- d) l'utilisation de gaz ou de vapeurs inflammables ;
- e) une manipulation pouvant déclencher une projection rapide, comme par exemple, le fait d'écraser des roches avec un marteau, de tendre un ressort, ou d'utiliser un contenant sous des pressions différentes de celle de l'atmosphère.

☞ ATTENTION AUX MODÈLES MUNIS D'UNE COURROIE EN CAOUTCHOUC. Il faut s'assurer que cette courroie n'est pas trop longue puisqu'elle pourrait prendre en feu si l'élève se penche au-dessus de la flamme d'un brûleur à gaz.

☞ Le port des lentilles cornéennes **devrait être interdit au laboratoire**, puisque des vapeurs toxiques ou corrosives présentes dans le local, ou encore, produites lors des manipulations peuvent se dissoudre dans le liquide lacrymal et rester emprisonnées entre l'oeil et le verre, causant ainsi des dommages irréparables. Ce phénomène est accentué avec les lentilles cornéennes souples. Lors des dissections, les agents préservatifs comme le formol peuvent provoquer une

irritation de la conjonctive. Il en est de même lorsque le travail au laboratoire comprend des micro-organismes. Ces derniers peuvent se coller à la lentille et s'y multiplier causant ainsi des problèmes sévères aux yeux.

- ☞ Il est fortement recommandé de protéger les yeux avec une visière faciale ou des lunettes à coque dans les situations suivantes :
  - a) pour recouvrir les verres correcteurs, puisque les verres correcteurs à l'épreuve des éclatements ou les verres fumés, disponibles commercialement, n'offrent pas une protection adéquate dans les laboratoires ;
  - b) lorsqu'il y a risque, soit d'éclaboussement ou d'explosion ;
  - c) lorsqu'une réaction implique des températures élevées ou même lorsque la verrerie est utilisée à des pressions inférieures ou supérieures à la pression atmosphérique.
- ☞ Les yeux doivent être protégés contre toute source de radiations ultraviolettes puisque ces dernières sont une des causes de la formation de cataractes. Il faut porter des verres spéciaux qui absorbent ces rayons.
- ☞ Le port de verres protecteurs est obligatoire lors de l'utilisation du générateur d'électricité statique Van der Graff. Le visage ne devrait jamais être tourné dans la direction de la sphère chargée.

## **2.2.9 Récipients en métal ou en plastique pour placer les déchets**

Il faut s'assurer que le récipient (en métal ou en plastique) soit identifié en fonction des déchets à y placer. À titre d'exemple, différents récipients pourraient être identifiés comme suit : acides, bases, solides inertes et papier, verre brisé, solvants halogénés.

Un petit contenant devrait être disponible pour y placer les lames de rasoir et de bistouri utilisées. Ces lames ne doivent jamais être jetées dans une poubelle puisqu'une personne manipulant ces déchets pourrait se blesser grièvement.

## **2.2.10 Affichage**

Des affiches doivent être utilisées pour indiquer :

- a) les endroits où sont rangés les produits inflammables, les poisons ou autres matières dangereuses ;
- b) les sorties d'urgence en cas d'évacuation ;

- c) les numéros de téléphone d'urgence dans la salle de laboratoire et près du téléphone dans le secteur sciences ;
- d) les règles de sécurité à respecter dans la salle de laboratoire ;
- e) la procédure à suivre lors de l'utilisation de l'équipement de sécurité (bain oculaire, extincteur, douche de sécurité etc) ;
- f) l'emplacement de la trousse de premiers soins et des commandes centrales d'eau, de gaz et d'électricité.

### **2.2.11 Écrans protecteurs**

Lors des démonstrations, les élèves devraient se retrouver à une distance minimum de deux mètres de la réaction en cours. Ils devraient être protégés de la réaction par un écran protecteur fixé de façon permanente et porter des lunettes protectrices.

Les écrans sont importants lors des démonstrations ou des expériences ayant des risques de projection, d'explosion ou d'implosion.

### **2.2.12 Contenants pour le transport de bouteilles**

Ces contenants devraient être résistants aux impacts et à la corrosion. Pour les bouteilles fragiles, il est recommandé d'utiliser un contenant anti-choc.

### **2.2.13 Cabinets d'entreposage**

Un cabinet d'entreposage ventilé est nécessaire pour le rangement de tout liquide ou réactif inflammable (voir section 4.1 **L'entreposage**).

ATTENTION : il ne faut surtout pas perforer un trou dans un cabinet non ventilé en croyant le rendre « ventilé ». La ventilation d'un cabinet doit se faire par un expert dans ce domaine. Une école qui a un cabinet d'entreposage non ventilé devrait le garder ainsi et l'entreposer dans une salle munie d'un bon système de ventilation.

### **2.2.14 Trousse de premiers soins**

Chaque laboratoire devrait être muni d'une trousse de premiers soins et son emplacement devrait être bien identifié. Elle devrait contenir une variété de pansements, du ruban adhésif, des tampons d'alcool, des ciseaux, des sacs de refroidissement ainsi qu'un manuel de premiers soins. La trousse doit être vérifiée régulièrement afin de s'assurer qu'elle soit toujours bien garnie.

## 2.3 UTILISATION APPROPRIÉE DE CERTAINS INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

### 2.3.1 Centrifugeurs

S'assurer que l'équilibre des charges est respecté puisque les tubes à l'intérieur du centrifugeur pourraient se briser.

Ne jamais ouvrir un centrifugeur avant l'arrêt complet de l'appareil.

Ne jamais déposer dans un même centrifugeur, en même temps, des produits qui pourraient réagir ensemble.

### 2.3.2 Appareils de chauffage

Les appareils de chauffage les plus souvent employés dans les laboratoires des écoles sont les brûleurs à gaz et les plaques chauffantes :

- l'utilisateur doit éviter de toucher une plaque chauffante avant qu'elle soit refroidie. Il en est de même pour un produit ou une solution qui serait sur une plaque chauffante ;
- l'utilisation du brûleur à gaz représente quelques risques (voir section 3.2.2 **La sécurité de l'élève** numéros 7, 8 et 20) ;
- avant de porter un liquide à ébullition, l'agiter avec un barreau magnétique ou ajouter des pierres (tessons inertes) à l'ébullition. Ne jamais ajouter une substance solide (pierres ou réactif) lorsque le liquide est près de son point d'ébullition. Ceci pourrait provoquer un bouillonnement violent ou même la projection du liquide chaud à l'extérieur du récipient.

### 2.3.3 Appareils électriques

L'équipement électrique, ainsi que son installation, doit être inspecté régulièrement. Les déficiences aux cordons doivent être réparées immédiatement, conformément au Code de l'électricité, par une personne compétente tel qu'un électricien qualifié.

**ATTENTION :** Une rallonge ne devrait pas être utilisée au laboratoire ; ces dernières, laissées par terre, peuvent causer des chutes.

L'équipement doit être mis à terre.

L'installation de l'équipement et la demande d'électricité doivent être adéquates. S'assurer qu'il n'y ait pas une surcharge des prises.

Tous les appareils électriques doivent être conformes aux normes CSA et munis d'une prise à trois fils avec une mise à terre adéquate.

Si une personne prend un choc au laboratoire, elle doit rapporter l'incident. Il y a peut-être une défectuosité au niveau de l'appareil utilisé ou encore du système électrique.

Il faut aussi porter une attention spéciale à un fusible qui saute. Ceci indique qu'il y a un court-circuit quelque part, ce qui augmente le risque d'incendie.

L'équipement électrique ne doit pas produire d'étincelles dans les endroits où il y a risque d'émission de vapeurs ou de gaz inflammables. Utiliser un moteur anti-déflagrant pour l'agitation de produits inflammables.

Les sources les plus connues d'électricité statique et d'étincelles sont :

- 1) les tabliers de plastique ;
- 2) les attaches de métal ;
- 3) les gaz comprimés qui s'échappent rapidement des cylindres ;
- 4) les interrupteurs électriques et les thermostats ;
- 5) la décantation d'un liquide organique d'un contenant métallique à un autre sans mise à terre ;
- 6) les objets métalliques frappés ou échappés ;
- 7) les fils reliés à des tuyaux non conducteurs ;
- 8) les appareils domestiques tels que les aspirateurs, les perceuses, les scies rondes, les réfrigérateurs, les congélateurs etc.

Il ne faut pas oublier que plus le taux d'humidité est bas, plus il peut y avoir accumulation de charges d'électricité statique.

### 2.3.4 Verrerie

Ranger les plus grosses pièces de vaisselle (Becher ou Erlenmeyer) qui ne sont pas en usage, dans le bas des armoires afin de réduire l'impact de leur chute.

Jeter toute verrerie endommagée dans un récipient identifié pour recevoir le verre.

Pour la coupe des tiges de verre, voir section 3.2.1 **La sécurité du personnel enseignant** numéro 18.

Utiliser une verrerie de type « Pyrex, Kimax ou Vycor » pour les manipulations impliquant des variations brusques de températures.

Les substances chimiques qui attaquent le verre (ex. : oxydes basiques, alcalins fondus, fluorures, acide fluorhydrique) ne devraient pas être entreposées dans de la verrerie.

Les substances chimiques dangereuses qui sont rangées dans des récipients en verre devraient être transportées dans des contenants de transport de bouteilles.

### 2.3.5 Pipettes

Ne jamais pipetter avec la bouche. Utiliser une poire ou une pipette automatique.

S'assurer que la pointe de la pipette est immergée sous la surface du liquide afin d'éviter l'entrée brusque d'air.

S'assurer que la quantité de liquide est suffisante pour remplir la pipette.

### 2.3.6 Bouchons

Les bouchons de liège doivent être ramollis avant de s'en servir (les pétrir ou les rouler à l'aide d'un appareil conçu à cet effet).

S'assurer que le bouchon utilisé s'insère du tiers à la moitié de sa hauteur dans le goulot.

Toujours utiliser un mouvement de rotation lors de l'insertion d'un bouchon.

Pour l'insertion des tiges de verre et des thermomètres dans les bouchons, voir section 3.2.2 **La sécurité de l'élève** numéro 25.

## **2.4 MANIPULATIONS POUVANT POSER CERTAINS DANGERS AU LABORATOIRE**

### **2.4.1 Préparation de solutions et addition de réactifs**

Dans le cas d'une dilution de solution concentrée, toujours verser la substance pure ou concentrée dans l'eau ou dans la solution diluée en agitant le tout. La personne qui effectue cette manipulation doit porter des lunettes protectrices et un tablier, et travailler sous la hotte si elle manipule des grandes quantités.

Lors de la préparation d'un mélange, additionner lentement un réactif à un autre, tout en observant ce qui se passe dès le début de l'addition. Si la réaction prévue n'a pas lieu, vérifier si toutes les étapes précédentes ainsi que les substances utilisées respectent « la marche à suivre » de l'expérience.

Lorsque l'on verse des produits corrosifs tels que les acides ou les bases, porter un tablier et des gants imperméables. Ces produits peuvent causer de graves brûlures.

### **2.4.2 Les extractions**

Si le solvant utilisé est toxique ou inflammable, faire l'extraction dans une hotte.

Ne pas tenir l'ampoule à décanter uniquement par le robinet ou le goulot.

S'assurer que le robinet (de préférence en Téflon) d'une ampoule soit bien lubrifié et étanche avant d'en faire l'utilisation.

S'assurer qu'il n'y ait pas de source de chaleur près de l'endroit où se fera l'opération.

S'assurer que la solution ait atteint une température nettement inférieure à celle du point d'ébullition du solvant avant de procéder à l'extraction.

Lors de l'utilisation d'un solvant volatil :

- a) ne pas refermer immédiatement l'ampoule. Il faut réduire la pression interne en agitant le contenu (mouvement rotatif avec l'ampoule ouverte suivi d'un mouvement renversé avec l'ampoule fermée. Retourner l'ampoule en position normale et ouvrir le robinet). Continuer le mouvement d'agitation jusqu'à la fin de l'extraction ;
- b) ne pas utiliser un bouchon en verre si l'ampoule est plus d'un litre (la pression à l'intérieur de l'ampoule peut être assez grande pour soulever ou éjecter le bouchon. En le remplaçant

en position, l'ampoule peut éclater). Un bouchon en liège ramolli ou en plastique est recommandé.

### 2.4.3 La distillation

Munir le ballon générateur de vapeur d'une longue tige de verre dont le bout plonge dans l'eau (soupape de sécurité) pour une distillation par entraînement à la vapeur d'eau.

Ne pas distiller à sec lors d'une purification des solvants par distillation afin d'éviter une explosion des résidus.

Lors de la distillation sous pression réduite, utiliser quelques tessons inertes à chaque amorce d'une nouvelle ébullition. Ne jamais ajouter ces pierres à un liquide chaud (voir section 2.3.2 **Appareils de chauffage**). Il est important d'assurer un chauffage uniforme afin d'éviter le bris de la verrerie. Laisser refroidir le montage à la température de la pièce avant d'ouvrir le système (puisque la pression interne n'est pas égale à la pression ambiante, il pourrait y avoir combustion des vapeurs du liquide ou une explosion).

### 2.4.4 Le refroidissement

Utiliser un bain d'eau glacée pour contrôler rapidement l'élévation de température provoquée par une réaction exothermique.

Un mélange de glace sèche et de liquide organique peut aussi servir de bain de refroidissement. Le liquide organique doit être non toxique, non volatil et ininflammable (exemples : l'isopolar L, les diéthers de glycol d'éthylène).

Les solvants chlorés tels que le tétrachlorure de carbone et le chloroforme ne devraient pas être utilisés.

Porter des gants isolés pour manipuler la neige carbonique.

La glace sèche doit être ajoutée graduellement au liquide réfrigérant.

#### L'utilisation des substances cryogéniques :

- les gaz qui sont le plus souvent liquéfiés sont l'hélium, le dihydrogène, le diazote, le dioxygène, le difluore, l'argon et le méthane. Lorsqu'on manipule ces substances ou l'air liquide, il faut porter des gants et un masque facial ;

- en travaillant avec ces substances, il faut porter une attention spéciale aux propriétés d'inflammabilité de certaines de ces substances. Il faut aussi respecter les dangers associés avec des substances sous pression ;
- immerger les objets lentement dans ces liquides afin d'éviter que le réfrigérant se répande à l'extérieur du récipient. Une surexposition peut causer des brûlures semblables à des brûlures thermiques. Les yeux sont particulièrement susceptibles de subir de graves dommages. Éviter de porter des bijoux tels que des bagues, des montres ou des bracelets pouvant emprisonner les fluides près de la peau ;
- utiliser uniquement des récipients industriels conçus pour le transport de ces substances ou l'air liquide. Ces contenants doivent être étiquetés et le risque d'implosion doit être indiqué à la surface du récipient. Un contenant domestique tel que « Thermos » peut éclater sous l'effet de la surpression causée par ces liquides.

### **2.4.5 Le transvasement**

Pour verser le liquide d'un gros contenant, appuyer le bas du contenant sur une table tout en penchant le récipient.

Toujours placer la main (protégée d'un gant si le liquide est chaud) sous un récipient contenant un litre ou plus de liquide lors d'un déplacement.

Pour transvaser un liquide d'un récipient à un autre, utiliser une tige de verre pour diriger l'écoulement.

Protéger l'étiquette des petites bouteilles par la paume de la main qui tient la bouteille et orienter l'embouchure de la bouteille dans la direction opposée au manipulateur.

Lors du transvasement d'un liquide inflammable d'un récipient métallique à un autre, les deux contenants doivent être mis à terre. L'écoulement du liquide peut provoquer une étincelle.

### **2.4.6 La manipulation sous vide**

Utiliser une verrerie épaisse conçue pour le travail sous pression réduite pour toute pièce dont le volume dépasse 100 cm<sup>3</sup>.

Utiliser un écran protecteur ou enfermer les récipients dans un contenant métallique lorsqu'il y a un risque d'éclatement.

Lors de l'utilisation d'une pompe à vide, éviter toute infiltration de produits volatils dans l'huile de la pompe en plaçant un piège de condensation refroidi à basse température entre la pompe et les appareils. Les huiles des pompes à vide peuvent dissoudre certains gaz qui sont soit toxiques ou instables. Vider les trappes de condensation régulièrement. Diriger les sorties sans filtres dans une hotte en opération. Protéger la courroie des pompes par une garde. Afin d'éviter la projection d'éclats de verre en cas d'implosion, envelopper les pièges à vide de ruban adhésif.

## **2.4.7 La manipulation des gaz sous pression**

Cette section vous donne quelques directives quant à la manipulation des gaz sous pression. Consulter la section 4.1.1 **La salle d'entreposage** numéros 26, 27 et 28 pour des renseignements au sujet de l'entreposage et de l'achat des gaz.

- Utiliser un diable muni d'une courroie de fixation pour le déplacement d'un cylindre de gaz comprimé.
- Toujours porter des lunettes lors de la manipulation des bonbonnes de gaz.
- Bien fermer le robinet principal du cylindre après utilisation.
- Ne pas diriger un jet de gaz sous pression vers une personne.
- Ne pas laisser un gaz sous pression se dégager rapidement de la bonbonne (ceci pourrait briser l'appareil ou même causer le détachement violent du boyau d'alimentation).
- Relier le cylindre à une mise à terre pour éviter une décharge d'électricité statique.
- Pour éteindre un feu alimenté par un gaz comprimé inflammable, tenter de fermer le robinet du cylindre avant l'utilisation d'un extincteur (le feu pourrait se rallumer ou encore il pourrait y avoir une explosion).
- Lorsqu'une bonbonne est vide, indiquez-le sur le cylindre. Enlever le régulateur de pression et nettoyer ce dernier à l'aide d'un gaz inerte avant de l'entreposer.
- Une bonbonne ne devrait pas être complètement vidée (la pression interne du réservoir due à la présence du gaz empêchera l'entrée de contaminants).
- Utiliser le manomètre approprié à chaque type de gaz et de cylindre. Ne pas utiliser de manomètre, de tube en cuivre ou en laiton avec l'acétylène (risque d'explosion).

- Lorsqu'une expérience se fait à la pression du cylindre, utiliser une soupape afin d'éviter le retour de produits dans la bonbonne.
- Éviter le contact d'huile ou de graisse sur les détecteurs des cylindres d'oxygène sous pression (risque de feu ou d'explosion).

## 2.5 FEMMES ENCEINTES AU LABORATOIRE

Certains produits chimiques peuvent agir directement sur les cellules germinales (spermatogonie ou ovogonie). Ceci empêche la fertilisation ou l'implantation au niveau de l'utérus résultant dans un avortement immédiat.

Il est aussi très important de reconnaître que plusieurs substances chimiques peuvent altérer le développement normal du fœtus. Généralement, le fœtus est plus sensible au début de la grossesse, surtout au moment où la femme ignore encore qu'elle porte un enfant. Le fœtus peut subir des dommages sans que la mère ne connaisse de symptômes. Les effets sur le fœtus peuvent être classés en trois groupes : tératogènes, mutagènes et cancérogènes.

**Effets tératogènes** : provoquent des anomalies ou des malformations lors du développement du fœtus. Ces anomalies ou malformations sont le résultat d'une exposition après la fécondation.

**Effets mutagènes** : changements au niveau des chromosomes pouvant affecter les générations futures.

**Effets cancérogènes** : provoquent l'apparition de cancers.

Peu de documentation donne les normes d'exposition aux produits toxiques, et ceux qui sont disponibles proposent des normes pour des hommes de taille et de poids moyens. Les recherches démontrent que les femmes non enceintes réagissent parfois différemment que les hommes à certains produits toxiques. Les solvants lipophiles se comportent différemment chez l'homme et chez la femme parce que la femme a un plus grand pourcentage de gras dans son corps, ce qui facilite l'absorption de ces types de solvants.

Les solvants organiques sont particulièrement dangereux lorsqu'ils pénètrent dans l'organisme. La principale voie de pénétration est par respiration puisqu'ils ont la propriété de s'évaporer facilement. Lors d'un contact prolongé, la majorité de ces solvants peuvent aussi, à divers degrés, être absorbés par la peau. Cette absorption peut être favorisée par une coupure, une écorchure ou une lésion de la peau.

De plus, il faut considérer que lors de la grossesse, la femme peut souffrir d'hyperventilation ce qui a pour effet d'augmenter son absorption par voie respiratoire.

La personne enceinte exposée à ces solvants risque d'avoir une fausse couche, de mettre au monde un bébé malformé ou de petit poids. Les solvants organiques peuvent affecter le système nerveux, le foie, les reins, le sang, les fonctions reproductrices de la mère, le fœtus ou encore le bébé allaité.

Afin de ne pas exposer le fœtus et la mère à des risques inutiles, une liste de substances tératogènes possibles ou de substances pouvant produire d'autres produits tératogènes vous est proposée. Il est à noter que ces substances peuvent causer des problèmes dès le début de la grossesse.

Cette liste devrait être mise à jour régulièrement, puisque certains produits chimiques jugés inoffensifs aujourd'hui peuvent être la cause de certains problèmes de santé.

Acétate d'hydrocortisone	6-Mercapto purine
Acétate de plomb	Mercure
Acétazolamide	Méthylmercure
Acide acétylsalicylique	N-Méthylformamide
Acide valproïque	Nitrate de plomb
Arséniate de calcium	Oxyde d'éthylène
Azathioprine	Pentoxyde d'azote
Bromure de potassium	Plomb
Caféine	Propylthiouracile
Chlorhydrate de méchlorétamine	Ribavirin
Chlorhydrate de procarbazine	Salicylate de méthyle
Chlorure de méthylmercure	Salicylate de sodium
Chlorure de vinyle	Sulfate de vincristine
Colchicine	Sylfoxyde de diméthyle
Cyclophosphamide	2,3,7,8-tétrachloro-1,4-dibenzo dioxine
Dibromochloropropane	Thalidomide
Dihydrocortisone	Thiotepa
Diméthylmercure	Thiourée
Diphénylhydantoïne	Thirame
Formamide	Triton WR 1339
Hexafluorure	Warfarin
L-Asparaginase	Warfarin sodique

D'autres recherches ont classifié certains produits chimiques en raison de leurs effets possibles sur le fœtus. Ils ont été placés dans l'une des catégories suivantes :

- a) risques prouvés : désigne des substances dont les dangers pour le système reproducteur de l'être humain ont été largement mis en évidence ;
  
- b) risques éventuels : concerne les risques dont les effets secondaires sur le système reproducteur ont été identifiés à plusieurs reprises lors d'expériences sur des animaux et pour lesquels les résultats obtenus tendent à indiquer des effets analogues chez les humains ;

c) risques supposés : désigne des risques identifiés lors d'études faites sur des animaux, mais sans que la preuve d'un lien entre ces risques et un danger possible pour les humains soit parfaitement établie.

Les substances chimiques placées dans la catégorie « risques prouvés » sont :

Sulfure de carbone  
Plomb  
Mercure

Les substances chimiques identifiées comme des « risques éventuels » sont :

Xylène  
Toluène

Les substances identifiées comme des « risques supposés » sont :

Arsenic  
Cadmium  
Lithium  
Nickel

Bien que le degré d'exposition à ces produits chimiques soit faible lors des activités scolaires normales, il serait prudent que toute femme (qu'il s'agisse d'une enseignante, d'une employée ou d'une élève enceinte) évite d'y être exposée.



### **3. SÉCURITÉ AUX LABORATOIRES DE BIOLOGIE, DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE**



## INTRODUCTION

Les nouvelles tendances en éducation encouragent de plus en plus une participation active de la part de l'élève par rapport à son propre apprentissage. Plusieurs études démontrent que l'élève apprend mieux en manipulant. Pour l'enseignant de sciences, ceci implique une bonne connaissance des risques impliqués lors des manipulations avec du matériel vivant, des produits chimiques ou encore des appareils électriques. La section qui suit contient quelques indications sur **La sécurité au laboratoire de biologie** (section 3.1) **au laboratoire de chimie** (section 3.2) ainsi **qu'au laboratoire de physique** (section 3.3).

## 3.1 LA SÉCURITÉ AU LABORATOIRE DE BIOLOGIE

Cette section a pour but de discuter de toute technique ou danger se rapportant aux manipulations effectuées dans un laboratoire de biologie. L'utilisation adéquate d'appareils tels qu'une plaque chauffante ou encore un centrifugeur a déjà été décrite à la section 2.3. Les précautions à prendre lors de l'utilisation de certains produits chimiques sont décrites dans la section 3.2.6 **Produits chimiques dangereux et mesures préventives**.

Le volet 3.1 comprend :

- 3.1.1 La sécurité du personnel enseignant
- 3.1.2 La sécurité de l'élève
- 3.1.3 Les sorties sur le terrain
- 3.1.4 Précautions contre certains animaux
- 3.1.5 Précautions contre certaines les plantes

### 3.1.1 La sécurité à l'égard du personnel enseignant

Le personnel enseignant de biologie doit respecter les règlements suivants afin d'assurer une plus grande sécurité pour tous. Il :

1. Devrait porter un sarrau pour la préparation et l'exécution de certains travaux pratiques.
2. Doit avoir accès, même s'il n'est pas chimiste, aux fiches signalétiques pour les produits chimiques (voir annexe C **Modèle fiche signalétique**).
3. Doit éviter, dans la mesure du possible, d'utiliser des animaux ou organismes vivants comme sujets d'expérience (voir section 3.1.4 **Précautions contre certains animaux**), afin :
  - i) d'éviter toute infection bactérienne ou parasitaire ;
  - ii) afin de respecter les nouveaux règlements du Conseil canadien de protection des animaux. Il faut :
    - avoir des installations spéciales dans bien des cas ;
    - avoir un régime alimentaire appétissant, libre de toute contamination et propre aux exigences nutritives de l'espèce ;
    - maintenir un entretien rigoureux des installations, c'est-à-dire,

- nettoyage,
- désinfection (lorsque nécessaire),
- enlèvement des déchets, ce qui comprend carcasses, excréments, litière, nourriture inutilisée.

Tous les animaux, à partir des protozoaires jusqu'aux mammifères, sont des organismes vivants qui réagissent aux stimuli. L'enseignant qui utilise des vertébrés ou des invertébrés devrait mettre en pratique des principes humanitaires comme l'utilisation d'anesthésiques et d'analgésiques appropriés lors d'interventions majeures ou d'une méthode d'euthanasie humanitaire rapide lorsque la mort d'un animal est nécessaire.

Avant d'utiliser des organismes vivants en laboratoire le personnel enseignant doit consulter le Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation, Vol. I et II du Conseil canadien de protection des animaux.

- Les animaux au laboratoire, en plus de pouvoir transmettre certaines infections, peuvent mordre ou griffer le manipulateur.
  - Certaines personnes développent des allergies au contact des animaux. Ces allergies doivent être prises au sérieux, puisqu'une morsure ou un coup de griffe peut introduire un antigène responsable d'une allergie directement dans le système sanguin de la victime. Un choc anaphylactique pouvant amener à la mort est alors possible.
4. Vu le danger de transmission du SIDA ou d'autres maladies infectieuses, il est **très** fortement recommandé de **ne pas faire** le prélèvement et l'examen du sang humain et des cellules épithéliales de la joue au laboratoire. L'examen des cellules épithéliales peut se faire en remplaçant les cellules humaines par les cellules de la trachée soit du porc ou de la grenouille, ou encore utiliser des préparations commerciales.

Si l'enseignant choisit de faire un laboratoire de l'analyse de cellules buccales contenues dans la salive il faut éviter tout échange entre les élèves.

5. En utilisant le microscope, le personnel enseignant doit avertir les élèves des points suivants :
- i) déplacer le microscope le moins possible. S'il faut le faire, se servir de ses deux mains ;
  - ii) on peut se brûler en touchant la lampe lorsque cette dernière est demeurée allumée pendant plusieurs minutes ;
  - iii) ajuster la quantité de lumière avec le diaphragme afin d'éviter un manque ou un excès de lumière à chaque grossissement ;

- iv) éviter une fatigue oculaire, il convient de toujours garder les deux yeux ouverts, même s'il s'agit d'un microscope monoculaire ;
  - v) dans le cas d'un microscope binoculaire, il faut ajuster la distance inter-oculaire et ajuster chaque oculaire à sa vision ;
  - vi) les oculaires devraient être nettoyés avec une solution désinfectante. Ceci élimine le risque d'infection (ex. : conjonctivite).
6. Certaines précautions sont à prendre lors de la manipulation des plantes (voir section 3.1.5 **Précautions contre certaines plantes**) :
- i) lors de la manipulation de plantes ou de fleurs, l'on doit prendre garde de ne pas propager dans la classe des quantités excessives de pollen ou de spores - certains élèves pourraient y être allergiques;
  - ii) il faut réaliser que certaines plantes sont vénéneuses. Ces plantes peuvent provoquer une irritation gastro-intestinale, un empoisonnement, une irritation des muqueuses de la bouche, de la gorge, de la cavité nasale ou une irritation cutanée ;
  - iii) il faut faire vomir l'élève qui a mâché ou avalé une plante pouvant être vénéneuse. Il faut consulter le médecin sans tarder même pour une simple irritation cutanée, dépendant évidemment de l'étendue de celle-ci. Un échantillon de la plante peut aider le médecin à déterminer le traitement à prescrire.
7. Tous travaux pratiques impliquant des bactéries, des virus et des moisissures devraient être découragés. L'exception à ceci serait lorsque l'on peut obtenir l'aide d'un spécialiste dans le domaine qui s'occupera du transport, de l'entretien et de la manipulation de ces organismes. En aucun temps les élèves doivent venir en contact direct avec ces organismes, qu'ils soient pathogènes ou non.
8. Lorsqu'il y a dissections :
- i) il faut informer les élèves du danger lorsqu'on utilise un bistouri surtout pendant la mise en place des lames et du nettoyage. Il ne faut jamais placer les lames jetables de bistouri dans les sacs à ordures. Prévoir un récipient spécial ;
  - ii) si le spécimen a été conservé dans du formol, de l'alcool ou d'autres agents préservatifs, il faut le placer dans de l'eau froide pendant quelques heures avant la session de travaux pratiques. Il est aussi recommandé de rincer le spécimen lorsque l'on ouvre les cavités internes. Ceci aide à réduire les odeurs dégagées ;
  - iii) il faut placer les spécimens à réutiliser dans des contenants hermétiques ;

- iv) les élèves doivent avoir des gants de caoutchouc (de préférence nitrile, butyle ou néoprène) à leur disposition lors des dissections. Il est aussi fortement recommandé de porter des lunettes protectrices puisque la première incision peut causer la projection de liquides ;
  - v) il faut s'assurer que le système de ventilation fonctionne ou que les fenêtres soient ouvertes, même en hiver, car les odeurs qui se dégagent de spécimens préservés peuvent incommoder certains élèves ;
  - vi) il faut placer les carcasses dans des sacs à ordures. À cause des odeurs qui s'en dégagent, il est sage de vérifier s'ils sont bien fermés avant de quitter le laboratoire.
9. Le personnel enseignant qui maintient une collection d'insectes ou de plantes et qui se sert de paradichlorobenzène (boules à mites) comme protection contre les insectes qui ravagent ces collections doit s'assurer que l'armoire ou le tiroir pour l'entreposage soit bien hermétique. Lors de la manipulation, il doit s'assurer qu'il y ait une bonne ventilation. Des études récentes ont démontré que le paradichlorobenzène avait un potentiel cancérigène. Il est donc recommandé de remplacer celui-ci par de l'huile de cèdre qui est aussi efficace.
10. Il faut éviter à tout prix d'utiliser du cyanure pour tuer les insectes. Ce produit est beaucoup trop dangereux pour le laisser dans les mains des élèves. Une méthode alternative, quoique plus longue, est de placer les insectes au congélateur mais il faut informer les élèves que les insectes ne meurent pas tous lorsqu'exposés au froid.
11. Il ne faut pas permettre aux élèves d'apporter des carcasses d'animaux au laboratoire. Ces animaux, dont on ne connaît pas l'origine ou la cause de mortalité, peuvent abriter des organismes pathogènes virulents.
12. Il ne faut jamais utiliser au cours d'une expérience :
- i) des micro-organismes pathogènes ;
  - ii) des lampes à rayons ultra-violets. Certaines longueurs d'onde peuvent causer la cécité ;
  - iii) des agents cancérigènes ;
  - iv) des produits chimiques administrés à dose toxique ;
  - v) des médicaments ou produits chimiques pouvant produire des réactions néfastes, des effets secondaires ou pouvant entraîner des malformations congénitales.
13. Il ne faut jamais faire d'expériences comportant des chocs électriques, des exercices épuisants ou d'autres stimuli douloureux.

14. Si des oeufs sont utilisés lors d'une expérience, les embryons doivent être détruits de façon humanitaire deux jours avant l'éclosion. Si l'expérience porte sur l'éclosion d'oeufs normaux, il importe d'éliminer de façon humanitaire les oisillons. Les coquilles d'oeufs peuvent être porteuses de campylobacters, de salmonelles (deux bactéries responsables de gastro-entérites) et d'autres agents pathogènes. Les élèves doivent se laver soigneusement les mains après avoir touché les oeufs.
15. Il faut éviter de porter des bagues lors des manipulations au laboratoire telles que l'examen de micro-organismes au microscope ou des dissections puisque les micro-organismes s'accumulent sous les bagues et s'y multiplient.
16. Il faut exiger le lavage fréquent des mains afin de prévenir les infections.
17. Il faut éviter de porter les mains à la figure durant le travail.
18. Il faut couvrir toute lésion de la peau d'un pansement.

### **3.1.2 La sécurité de l'élève**

L'élève doit respecter les règlements suivants au laboratoire de biologie ou lors des sorties sur le terrain :

1. Il doit porter des gants jetables lorsqu'il pratique une dissection, que le spécimen soit conservé dans un agent préservatif ou qu'il soit non préservé.
2. Il ne doit pas toucher aux plantes vénéneuses. Il doit apprendre à reconnaître les plantes vénéneuses les plus communes (ex. : herbe à puce).
3. Il ne doit jamais manger des plantes ou des champignons sauvages, des graines, des bulbes ou des fruits qu'il ne connaît pas. Éviter de trop toucher aux plantes et surtout ne pas préparer de concoctions à partir de plantes.
4. Il doit se laver les mains avec du savon après avoir touché des plantes, des graines, des bulbes ou des fruits. Il doit aussi se laver les mains après avoir manipulé des micro-organismes ou avoir effectué une dissection.

### **3.1.3 Les sorties sur le terrain**

Un des aspects intéressants de la biologie est qu'il est possible d'en apprendre autant, et même plus, à l'extérieur qu'à l'intérieur d'un laboratoire. C'est pourquoi plusieurs enseignants font des sorties

sur le terrain avec les élèves. Ces sorties, cependant, exigent de mettre en pratique, comme au laboratoire, des mesures de sécurité:

1. Si le transport se fait par autobus, le problème ne se pose pas, mais si l'on se rend sur les lieux de l'activité en camionnettes de moins de 15 places, il faut s'assurer que tous les élèves ont bouclé leur ceinture de sécurité et que celles-ci doivent le rester jusqu'à la fin du trajet. D'ailleurs le conducteur d'un tel véhicule doit être en possession d'un permis approprié et doit s'assurer que ses passagers sont protégés par une assurance quelconque. Les sorties doivent être sanctionnées par l'école.
2. Sur le terrain, le personnel enseignant doit avertir les élèves de ne pas s'éloigner du groupe, à moins que l'on soit dans une région connue.
3. Pour les plantes, les mêmes précautions telles que mentionnées précédemment doivent être prises, à moins que ce soit des plantes bien connues (voir section 3.1.2 **La sécurité de l'élève**, numéros 3 et 4).
4. Il faut s'assurer qu'aucun élève n'est allergique aux piqûres d'insectes, surtout à celles d'abeilles, de bourdons et de guêpes. Certaines personnes ont des réactions si violentes qu'elles peuvent en mourir. Si un élève allergique fait partie du groupe, assurez-vous qu'il ait avec lui le médicament approprié en cas d'urgence.
5. Il est parfois difficile pour le personnel enseignant de contrôler les élèves en laboratoire ; le problème est amplifié sur le terrain. Il est recommandé d'avoir un surveillant pour chaque 12 élèves lorsque l'on va sur le terrain. Un groupe de cette taille se contrôle assez bien.
6. Lors des excursions à l'extérieur, apporter une trousse portative de premiers soins.
7. Parmi le personnel enseignant, certains préfèrent la forêt, d'autres la plage, d'autres la prairie.
  - i) Si le travail se fait en forêt, assurez-vous que vous êtes en contact continuellement avec chacun de vos élèves. Celui qui n'a pas le sens de direction peut s'y perdre très facilement. Il serait sage d'apprendre aux élèves comment se servir d'une boussole et d'exiger que chacun en ait une avant d'entreprendre ce genre de sortie ;
  - ii) Sur la plage, il faut avertir les élèves de faire très attention lorsqu'ils marchent sur les rochers recouverts d'algues ; ceux-ci sont extrêmement glissants. Il faut aussi porter de bonnes chaussures sur ce genre de plage. Sur les plages sableuses, les élèves ont tendance à enlever leurs souliers. Cela est à déconseiller, surtout sur une plage que l'on ne connaît pas, car des bouts de métal et de verre enfouis dans le sable peuvent facilement couper un pied. Il faut aussi faire attention aux coquillages en creusant dans le sable. Ceux-ci peuvent être extrêmement coupants ;

- iii) Dans la prairie (champs), la tendance est de faire prendre des échantillons de sol. Il est recommandé à ce moment de porter des gants soit de vinyle ou de tissu. La raison pour cela est que certains sols peuvent, durant les périodes chaudes, abriter des micro-organismes du nom de *Clostridium tetani*. Ces bactéries peuvent causer le tétanos qui, dans sa condition la plus avancée, cause la mort par l'arrêt des muscles respiratoires. En Atlantique, le problème se présente rarement car le climat ne favorise pas le développement de cette bactérie. Cependant, à l'occasion, le climat pour une courte période est plus chaud que la moyenne et *C. tetani* se développe. Le micro-organisme envahit le corps grâce aux coupures que l'on peut avoir déjà aux mains ou que l'on se fait en travaillant dans le sol. Donc, si l'élève a déjà une blessure à la main, il faut lui interdire de travailler dans le sol. S'il se blesse en prenant ses échantillons, il faut nettoyer tout de suite la blessure avec un désinfectant fort, d'où la nécessité d'avoir une trousse de premiers soins avec soi lors d'excursions. Même si la blessure ne saigne pas, il faut désinfecter. Les blessures plus profondes devraient être vues par un médecin. Pour éviter ces problèmes, encourager vos élèves à porter des gants.
8. Lors d'excursions, il faut s'assurer que les élèves portent des vêtements en conséquence et qu'ils apportent des vêtements de rechange.
9. Il faut interdire aux élèves de toucher à tout animal mort ou blessé.
10. Il faut éviter les sorties en bateau. Beaucoup d'élèves ne connaissent pas les rudiments de la nage.

### **3.1.4 Précautions contre certains animaux**

Les activités entourant l'observation d'animaux vivants ou la dissection d'animaux au laboratoire de biologie sont de plus en plus de nos jours remises en question, puisque cette pratique touche l'aspect moral de l'étude des sciences. Ce guide n'a pas comme objectif d'encourager ou de dissuader de telles activités. Si l'enseignant choisit d'éviter l'observation d'animaux vivants ou encore la dissection d'animaux de laboratoires pour des raisons d'éthiques, cette décision devrait être respectée. Si par ailleurs l'enseignant procède à la dissection d'animaux en laboratoire ou encore à garder des animaux vivants dans la salle de classe, il devra éviter de compromettre la santé des personnes et des animaux qui s'y trouvent. Certains animaux peuvent être porteurs de germes de maladies ou de parasites pouvant se transmettre aux élèves et aux enseignants. Ils peuvent aussi déclencher des allergies. Les animaux les plus aptes à déclencher des allergies sont les rats, les lapins, les souris et les cochons d'Inde. Les mammifères ont en plus tendance à se défendre avec leurs griffes ou leurs dents s'ils se sentent menacés. Les précautions à prendre lors de la dissection sont traitées dans la présente section au numéro 8.

Pour les animaux vivants dans la salle de classe :

1. Ne pas permettre que des mammifères ou oiseaux non domestiques, vivants ou morts, soient apportés dans la salle de classe ;
- 2 - Voir à ce que tout animal reçoive des soins adéquats. Il doit être gardé dans une cage propre et nourri régulièrement. La température de la pièce doit être confortable et il faut assurer les dispositions nécessaires pour qu'il reçoive les soins nécessaires ;
3. Nettoyer et laver les cages régulièrement avec du savon et un détergent germicide. Assurer une bonne ventilation dans le local où se trouve l'animal ;
4. Tout animal doit provenir d'un commerçant réputé et il doit démontrer un comportement sain lors de son achat ;
5. Ne pas encourager les élèves à apporter leurs animaux domestiques en classe, à moins qu'ils soient en mesure de leur donner les soins appropriés ;
6. Ne pas toucher un animal qui n'a pas eu le temps de s'acclimater à son environnement immédiat ;
7. Ne pas prendre une morsure ou une égratignure à la légère. Voir à ce que la victime consulte un médecin et que l'animal soit examiné par un vétérinaire, si nécessaire. Faire un rapport complet de l'incident et le remettre au responsable de la sécurité (voir annexe A **Rapport d'accident**) ;
8. Se procurer des manuels expliquant les façons de manipuler et de s'occuper d'animaux en observation. Consulter un vétérinaire en cas de doute ;
9. Transporter les rats, lapins, hamsters et souris en les saisissant d'une main par la peau du cou et en soutenant le corps de l'autre main ;
10. Isoler la mère avant de manipuler les petits car son instinct maternel peut la rendre féroce ;
11. Utiliser des gants pour manipuler les animaux. Se laver les mains après chaque manipulation ;
12. Éviter de manipuler une femelle pleine ou qui nourrit ses petits ;
13. Ne pas essayer de guérir un animal malade ou blessé apporté par un élève, ou encore de réparer un os brisé d'un animal sauvage ;
14. Ne pas déranger une femelle qui s'occupe de sa portée. Elle pourrait manifester un comportement agressif tel que mordre, griffer ou même tuer ses petits ;

15. Ne pas caresser ni serrer dans ses bras un animal sauvage ou un animal de laboratoire ;
16. Tout comportement inhabituel devrait être discuté avec un vétérinaire. Devant tout signe de danger, se débarrasser de l'animal et désinfecter la cage. Voici quelques signes à surveiller chez les vertébrés :
  - a) odeur anormale émanant de la cage ;
  - b) l'animal est engourdi, réagit peu ou pas du tout ;
  - c) querelles constantes et anormales ;
  - d) perte d'appétit ;
  - e) pâleur excessive ; changement de couleur de la peau, des yeux ou de la fourrure ;
  - f) écoulements ou suppuration des orifices ;
  - g) compère mort ou restes d'animaux dans la cage ;
  - h) sternutation fréquente.
17. Dans les rares situations où il devient nécessaire de tuer un animal, un adulte expérimenté se chargera de le faire en utilisant une méthode rapide et sans douleur.

### **3.1.5 Précautions contre certaines plantes**

Beaucoup de plantes sauvages ou de plantes cultivées comprennent des parties qui sont toxiques. Dans plusieurs cas, il s'agit de plantes familières dont une partie est comestible et pour cette raison, beaucoup de gens ne sont pas conscients du danger que présentent d'autres parties de cette même plante. À titre d'exemple, les noyaux des pruneaux, des cerises ou des pêches libèrent des cyanures dans le système digestif s'ils sont cassés avant d'être ingérés.

Pour les besoins de ce document, nous distinguerons deux catégories de plantes : les plantes sauvages et les plantes cultivées. Les plantes sauvages sont celles qui poussent dans un habitat naturel tandis que les plantes cultivées sont cultivées dans les jardins, les serres, les maisons, etc. Certaines plantes de l'une et de l'autre catégorie sont légèrement toxiques tandis que d'autres dans ces deux catégories sont considérées très toxiques. Afin de vous aider à identifier ces plantes, des listes basées sur le degré de toxicité ont été préparées vous donnant le nom scientifique de la plante ainsi que quelques noms familiers. Quelques symptômes pouvant subvenir suite à un contact ou à l'ingestion de plantes toxiques ont été ajoutés à la suite des tableaux. De plus, nous avons pensé bon de placer quelques lignes directrices se rapportant aux premiers soins à administrer suite à un empoisonnement causé par une plante. Il faut tout de même constater qu'il ne s'agit que de grandes lignes et que la sévérité d'une situation peut dépendre de plusieurs facteurs environnementaux. Nous vous recommandons de suivre les règles de base suivantes et dans le cas d'un empoisonnement, vérifier le plus rapidement possible au centre de contrôle d'empoisonnement le plus près des lieux de l'incident.

1. Apporter, lors de sorties sur le terrain, un manuel permettant l'identification des plantes ;

2. Avertir tout membre du groupe de ne jamais mettre une plante ou une partie d'une plante dans sa bouche à moins d'être certain que cette plante soit comestible ;
3. Ne pas laisser la sève d'une plante ou le jus de son fruit reposer sur la peau. Si la peau vient en contact avec ces liquides, la laver immédiatement ;
4. Si une situation se présente où une personne ingère ou vient en contact avec une plante inconnue, rapporter un échantillon complet du spécimen (tige, feuilles et fruits) afin d'en permettre l'identification ;
5. Les champignons (qui ne font pas partie du règne végétal, mais que l'on retrouve souvent dans les mêmes endroits que certaines plantes sauvages) peuvent présenter un certain danger puisqu'il existe une quarantaine d'espèces toxiques au Nouveau-Brunswick. Il est préférable de considérer tous les champignons comme étant toxiques à moins de connaître les espèces comestibles. Les tableaux contiennent les noms de plantes pouvant causer des irritations internes si elles sont ingérées, ou des irritations externes si elles sont touchées. Elles sont classifiées comme légèrement toxiques. Les numéros attribués à la colonne toxicité sont expliqués au tableau 3.1.5C Tableau de toxicité 1.

Tableau 3.1.5A

Tableau des plantes cultivées légèrement toxiques				
Nom scientifique	Nom familial français	Nom familial anglais	Toxicité	Partie(s) toxique(s)
<i>Achillea millefolium</i>	mille-feuille achillée	Common Yarrow	1	(aucune information)
<i>Aloe</i>	aloès	Aloe	1 et 3	latex
<i>Caladium</i>	caladium	Caladium	2	toutes
<i>Capsium annum</i>	piment décoratif	Pepper	1 et 3	(aucune information)
<i>Dianthus</i>	oeillet	Carnation	1 et 3	(aucune information)
<i>Dieffenbachia</i>	dieffenbachies	Dieffenbachia	2	toutes
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	poinsettias	Poinsettia	1	(aucune information)
<i>Ficus</i>	caoutchouc	Rubber plant	3	(aucune information)
<i>Gladiolus</i>	glaïeul	Gladiola	1 et 3	(aucune information)
<i>Hyacinthus</i>	jacinthe	Hyacinth	1 et 3	bulles, feuilles et fleurs
<i>Iris</i>	iris	Iris	1	rhizome
<i>Narcissus</i>	narcisse	Narcissus	1	bulbe
<i>Narcissus pseudonarcissus</i>	jonquille	Daffodil	1 et 3	bulbe
<i>Nerium oleander</i>	laurier-rose	Oleander	1 et 2	toutes
<i>Philodendron</i>	philodendron	Philodendron	2	toutes
<i>Pheum rhapontium</i>	rhubarbe	Rhubarb	2	feuilles
<i>Scindapsus aureus</i>	scindapsie	Phothos	2	(aucune information)
<i>Senecio ou Hedera</i>	lierre	Ivy	1 et 3	toutes
<i>Syngonium</i>	syngonium	Syngonium	(aucune information)	(aucune information)

Tableau 3.1.5B

Tableau des plantes sauvages légèrement toxiques				
Nom scientifique	Nom familier français	Nom familier anglais	Toxicité	Partie(s) toxique(s)
<i>Actaea alba</i>	actée blanche	White baneberry	1 et 3	baies
<i>Actaea rubra</i>	actée rouge poison de couleuvre pain de couleuvre	Red baneberry Snakeberry Poison berry	1 et 3	toutes (surtout les racines et les baies)
<i>Brassica Kaber</i>	sanve moutarde sauvage	Charlock	1	(aucune information disponible)
<i>Ranunculus acris</i>	renoncule des champs bouton d'or	Buttercup	1 et 3	toutes
<i>Rhus radicans (var. rydbergii)</i>	herbe à puce sumac vénéneux sumac grimpant	Poison ivy Markry Poison-oak	1 et 3	toutes

Les numéros attribués dans la colonne toxicité représentent le type d'irritation ou les substances toxiques que contiennent ces plantes. Ces numéros sont expliqués dans le tableau de la page suivante.

Tableau 3.1.5C

Tableau de toxicité 1				
Toxicité	Irritations	Substances toxiques	Symptômes	Premiers soins
1	gastro-intestinale		L'intensité des malaises varient en fonction de la quantité ingérée. Malaises : nausées, diarrhée, vomissements, crampes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- traiter comme une gastro-entérite ;</li> <li>- administrer des liquides (pas de produits laitiers) ;</li> <li>- voir un médecin si les symptômes persistent ;</li> </ul>
2		acide oxalique ou des oxalates	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si la plante est ingérée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- cause irritations des muqueuses du système digestif ;</li> <li>- peut causer des douleurs intenses à la gorge, l'oesophage et l'estomac ;</li> <li>- peut, chez des personnes très sensibles, causer l'enflure dans la bouche et la gorge, provoquant une obstruction des voies respiratoires.</li> </ul> </li> <li>2. Si la peau vient en contact avec la sève de la plante : <ul style="list-style-type: none"> <li>- irritations cutanées</li> </ul> </li> <li>3. L'ingestion des feuilles de rhubarbe peut provoquer des spasmes musculaires, des problèmes de reins et même le coma.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- apaiser la douleur en administrant des liquides ;</li> <li>- s'il y a enflure de la bouche, des lèvres ou de la gorge, transporter la victime à l'hôpital ou à la salle d'urgence la plus près ;</li> <li>- pour l'irritation cutanée, laver la partie affectée avec de l'eau savonneuse et appliquer des compresses d'eau froide ;</li> <li>- communiquer avec le Centre anti-poison le plus près ;</li> </ul>
3	dermite		<p>Les malaises possibles sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- éruption cutanée ;</li> <li>- démangeaison ;</li> <li>- sensation de brûlure ;</li> <li>- enflure ;</li> <li>- formation d'ampoules.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laver la partie affectée avec de l'eau savonneuse ;</li> <li>- enlever tout vêtement contaminé ;</li> <li>- appliquer des compresses d'eau froide et de la lotion calamine ;</li> <li>- si les symptômes persistent ou s'aggravent, voir un médecin.</li> </ul>



Les tableaux 3.1.5D **Tableau des plantes cultivées très toxiques** et 3.1.5E **Tableau des plantes sauvages très toxiques** contiennent le nom de plantes très toxiques. Puisque plusieurs facteurs tels que la sensibilité de l'individu ou la quantité ingérée peuvent influencer le degré d'empoisonnement et l'effet chez la victime, un guide des premiers soins n'a pas été inclus dans cette section. Suite à un empoisonnement de plantes très toxiques, il importe d'agir très rapidement en vérifiant auprès du Centre anti-poison le plus près et de transporter la victime à une salle d'urgence. Les numéros attribués à la colonne toxicité sont expliqués à la suite des deux tableaux.

Tableau 3.1.5D

<b>Tableau des plantes cultivées très toxiques</b>				
<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom familial français</b>	<b>Nom familial anglais</b>	<b>Toxicité</b>	<b>Partie(s) toxique(s)</b>
<i>Azalea indica</i>	azalée	Azalea	6	toutes
<i>Convallaria majalis</i>	muguet	Lily of the valley	6	toutes (surtout feuilles)
<i>Cotoneaster</i>	cotonéaster	Cotoneaster	6	(aucune information disponible)
<i>Delphinium</i>	pied-d'alouette	Larkspur	6	toutes (surtout feuilles et graines)
<i>Digitalis purpurea</i>	digitale pourprée	Foxglove	5	toutes
<i>Kalmia augustifolia</i>	kalmia à feuilles étroites crevard de mouton laurier	Sheep laurel Pig laurel Dwarf laurel	(aucune information)	feuillage
<i>Lycopersion esculentum</i>	plant de tomate	Tomato plant	8	tige
<i>Menispermum canadense</i>	menisper-macées	Moonseed	9	fruits
<i>Nicotiana tabacum</i>	plant de tabac	Tobacco	7	vignes
<i>Physalis</i>	coqueret	Chinese lantern plant	8	fruits
<i>Rhamnus</i> (toutes les espèces)	nerprun	Buckthorn	7	baies
<i>Ricinis communis</i>	plant de ricin	Castor-oil plant	10	graines
<i>Solanum pseudocapsium</i>	cerisier de Jérusalem	Jerusalem cherry	8	feuilles et fruits
<i>Solanum tuberosum</i>	plant de pommes de terre	Potato plant	5 et 8	feuilles et fruits

Tableau 3.1.5E

Tableau des plantes sauvages très toxiques				
Nom scientifique	Nom familial français	Nom familial anglais	Toxicité	Partie(s) toxique(s)
<i>Cicuta bulbifera</i>	cicutaire bulbifère	Bulb-bearing water hemlock Bulbous water hemlock	9	toutes
<i>Cicuta maculata</i>	cicutaire maculée carotte à morceau carotte cicutaire	Water hemlock Spotted cowbane Musquash-root	9	toutes
<i>Conium maculatum</i>	ciguë maculée ciguë d'Europe ciguë	Poison hemlock	4	toutes
<i>Datura stramonium</i>	datura stramoine	Datura stramonium	5	toutes (surtout les fruits)
<i>Euphorbia cyparissias</i>	euphorbe cyprès rhubarbe des pauvres petit cyprès	Cypress spurge	1 et 3	toutes
<i>Hyoscyamus niger</i>	jusquiame	Henbane	5	toutes
<i>Iris versicolor</i>	iris versicolore clajoux	Blue flag Poison flag Wild iris	(aucune information)	racines
<i>Lapinus polyphyllus</i>	lupin	Lupine	(aucune information)	graines
<i>Prunus americana</i>		American plum Wild plum	7	feuilles, écorce et graines
<i>Prunus virginiana</i>	cerisier de Virginie	Choke cherry	7	feuilles, écorce et graines
<i>Sambucus communis</i>	baie de sureau	Elderberry	7	(aucune information)
<i>Sanguinaria canadensis</i>	sanguinaire du Canada sang-dragon sanguinaire	Bloodroot Red puccoon	(aucune information)	rhizome
<i>Solanum dulcamara</i>	morelle douce-amère douce-amère	Nightshade Climbing nightshade	8	baies vertes et feuillage
<i>Taxus canadensis</i>	if du Canada buis de sapin sapin traînard	Ground hemlock Canada yew Ground spruce	1	graines et feuilles
<i>Veratrum viride</i>	vératre vert hellébore tabac du diable	American white hellebore Itchweed Indian poke	11	toutes

Les numéros apparaissant dans la colonne toxicité sont expliqués dans le tableau suivant :

Tableau 3.1.5F

Tableau de toxicité 2			
Toxicité	Irritations	Substances toxiques	Symptômes
4	bloquage du système nerveux autonome parasympathique		<p>Premiers symptômes apparents :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée</li> <li>- muqueuse de la bouche sèche</li> <li>- dilatation des pupilles</li> <li>- peau rouge et sèche, chaude au toucher</li> <li>- palpitations</li> </ul> <p>Symptômes d'un empoisonnement plus sévère :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hallucinations</li> <li>- convulsions</li> <li>- coma</li> </ul>
5	irritant cardiaque		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée, vomissement</li> <li>- battements cardiaques irréguliers</li> </ul>
6	cyanures libérés dans le système digestif		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée</li> <li>- vomissement</li> <li>- douleurs épigastriques</li> <li>- convulsions</li> <li>- coma</li> </ul>
7		« solanine » (dans les feuilles et fruits non mûrs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée, vomissement, diarrhée et douleur abdominale</li> <li>- salivation, transpiration abondante et fièvre</li> <li>- diminution du rythme cardiaque</li> <li>- contractions musculaires affaiblies</li> <li>- convulsions</li> <li>- coma et difficultés respiratoires</li> </ul>
8	stimulants		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée</li> <li>- vomissement</li> <li>- convulsions</li> </ul>
9		« toxalbumin » (graines de ricin)	<p>Quelques heures après l'ingestion :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée</li> <li>- vomissement</li> <li>- diarrhée aiguë</li> </ul> <p>De 1 à 10 jours après l'ingestion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- affaiblissement des capillaires</li> <li>- dommage aux reins et au foie</li> </ul>
10		« veratramine » (toxine de la plante hellébore)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nausée, vomissement et diarrhée</li> <li>- augmentation de la salivation et de la transpiration, diminution de la pression sanguine</li> <li>- diminution du rythme cardiaque, difficultés respiratoires</li> </ul>

## LA SÉCURITÉ AU LABORATOIRE DE CHIMIE

Cette section a pour but de discuter de toute technique ou danger se rapportant aux manipulations effectuées dans un laboratoire de chimie. L'utilisation adéquate d'appareils ainsi que les précautions à prendre lors de certaines manipulations sont décrites dans les sections 2.3 **Utilisations appropriées de certains instruments de laboratoire** et 2.4 **Manipulations pouvant poser certains dangers au laboratoire**. Avant de procéder à toute manipulation, ces deux sections devraient être consultées.

Le volet 3.2 comprend les sous-sections suivantes :

- 3.2.1 La sécurité du personnel enseignant ;
- 3.2.2 La sécurité de l'élève ;
- 3.2.3 Expériences à proscrire ;
- 3.2.4 Une liste de produits chimiques interdits dans les écoles ;
- 3.2.5 Des suggestions de remplacement ou de précautions à prendre pour quelques expériences dangereuses ;
- 3.2.6 Une liste de certains produits chimiques dangereux et les mesures préventives à suivre.

### 3.2.1 La sécurité du personnel enseignant

Le personnel enseignant de chimie doit respecter les règlements suivants afin d'assurer une plus grande sécurité pour tous. Il doit :

1. Vérifier régulièrement les robinets du gaz propane afin vous assurer qu'il n'y ait pas de fuite.
2. Garder à jour un inventaire des produits chimiques présents dans chacune des salles de préparation.

S'assurer que ces produits ne sont pas périmés :

- dans la mesure où certains le seraient, voir à faire évacuer ces composés chimiques s'il n'est pas possible de les éliminer par soi-même au laboratoire (voir section 4, **Règles d'entreposage**, et section 5, **Élimination des déchets et protection de l'environnement**).

3. Vérifier mensuellement le fonctionnement des douches et des bains oculaires. S'assurer que tous ces appareils sont munis d'un régulateur de température de sorte à éviter l'hypothermie chez la victime qui les aurait utilisés.
4. Toujours avoir à la portée de la main une trousse soit commerciale ou maison pour neutraliser les déversements d'acides et de bases.
5. Éviter toute expérience de laboratoire ou démonstration qui pourrait compromettre la sécurité des élèves ou de l'enseignant (voir section 3.2.3 **Expériences à proscrire**).
6. Ne permettre à aucun élève de transporter des produits chimiques dangereux ou d'y avoir accès sans surveillance. (Notons, à titre d'exemple, les acides et les hydroxydes concentrés.)
7. Ne permettre à aucun élève de faire des expériences sans autorisation ou de travailler avec des réactifs dangereux à moins d'être sous la surveillance immédiate d'un enseignant.
8. Lors d'une démonstration, voir à ce que les élèves se trouvent à une distance d'au moins deux mètres du montage. Un écran protecteur devrait être placé entre le montage et les élèves et ces derniers devraient porter leurs lunettes de protection. Pour démontrer des réactions spontanées, n'utiliser que les quantités strictement nécessaires de réactifs.
9. Vérifier soigneusement tout appareil ou équipement apporté à l'école par les élèves avant d'en permettre l'utilisation.
10. S'assurer que les expériences produisant des vapeurs toxiques ou corrosives soient effectuées sous la hotte.
11. S'assurer que l'utilisation de liquides volatiles et inflammables se fasse en l'absence de toute flamme nue. Manipuler sous la hotte chaque fois que c'est possible.
12. Se défaire, par le moyen approprié, de tout réactif contaminé, en surplus, indésirable ou non identifié (voir section 5, **Élimination des déchets et protection de l'environnement**).
13. Au cours d'expériences avec des produits chimiques qui peuvent être jetés dans l'évier, laisser couler l'eau dans l'évier principal de sorte que ces produits ne s'accumulent pas en quelque point dans les tuyaux d'écoulement.
14. Utiliser des ballons à parois épaisses chaque fois qu'une expérience demande une basse pression (à titre d'exemple : la fontaine d'ammoniaque). (Voir section 2.4.6 **La manipulation sous vide**.)
15. Lors de la préparation de solutions, ne préparer que les quantités nécessaires à la réalisation de l'expérience. Bien identifier les solutions puisqu'un surplus pourrait être conservé pendant

un certain temps dans un endroit sécuritaire en tenant en ligne de compte leurs compatibilités avec d'autres substances.

16. Porter une attention particulière aux bonbonnes de gaz comprimé. Ne jamais interchanger les soupapes d'adaptation d'une sorte de gaz à une autre. Les grandes bonbonnes doivent être fixées solidement lorsqu'elles sont utilisées ou même entreposées (voir section 2.4.7 **La manipulation des gaz sous pression**).
17. Utiliser un verre résistant à la chaleur, tel que du Pyrex, pour tout montage de verre devant être chauffé. Ne jamais permettre l'utilisation des cylindres gradués pour des réactions chimiques. Ne jamais chauffer un cylindre gradué (voir section 2.3.4 **Verrerie**).
18. Poncer les rebords acérés de tout appareil de verre ou de métal à l'aide de papier d'émeri. Roder à la flamme les tubes de verre de petit diamètre : ne pas laisser les élèves couper des tubes de verre de grand diamètre. Utiliser un coupe-verre approprié pour ce travail. Polir les bords avec du papier d'émeri. ( Pour la coupe des tiges de verre, voir section 3.2.2 **La sécurité de l'élève** no 24.)
19. Ne pas laisser les élèves tenter d'enlever un bouchon de verre qui est soudé à la bouteille. Faire soi-même cette opération dans l'évier en utilisant un outil approprié.
20. Remplir les pipettes en utilisant une poire de sécurité ou un autre appareil mécanique conçu à cet effet. Ne jamais remplir une pipette en aspirant par la bouche (voir section 2.3.5 **Pipettes**).
21. Exiger le port de visières ou de lunettes protectrices en tout temps au laboratoire de chimie.
22. Utiliser un moteur anti-déflagrant pour l'agitation de produits inflammables.
23. Insister sur la marche à suivre pour vérifier l'odeur d'un produit (voir section 3.2.2 **La sécurité de l'élève** no 16).
24. En cas d'incendie, de danger imminent d'explosion ou de dégagement incontrôlé de vapeurs toxiques, faire sortir les élèves immédiatement et sonner l'alarme.
25. Lors de l'utilisation de tubes à décharge et de tubes à rayons X, s'assurer que les règles de la section 3.3.3 **Le danger des radiations** soient respectées.

### 3.2.2 La sécurité de l'élève

L'élève doit respecter les règlements suivants au laboratoire de chimie :

1. Lorsqu'il circule au milieu de gens, ne jamais transporter de matériel chaud ou de produits dangereux.
2. Si ses vêtements prennent feu, utiliser la douche de sécurité ou s'enrouler sans délai dans une position horizontale dans la couverture ignifuge pour étouffer le feu.
3. Se méfier de ce qui paraît être des gouttes d'eau sur le comptoir ou sur le plancher, cela pourrait être un liquide corrosif. Les arroser copieusement avec de l'eau et les essuyer avec un chiffon ou un papier absorbant.
4. Garder la table de laboratoire exempte de matériel inutile. Avant d'entreprendre l'expérience, s'assurer que le montage est étanche et solide.
5. Porter des vêtements peu couteux pour travailler au laboratoire. Éviter les vêtements amples ou qui ont des manches larges ou des franges, des banderoles, etc., qui pourraient s'accrocher ou prendre feu. Il serait préférable de porter un tablier ou un sarrau.
6. Porter des souliers recouvrant complètement les pieds. Éviter les sandales et les souliers trop ouverts.
7. Apprendre à allumer correctement un brûleur. Toujours tenir sa tête éloignée lorsqu'il l'allume. S'il a les cheveux longs, les attacher.
8. Ne jamais laisser sans surveillance un brûleur allumé. Le fermer s'il doit s'en éloigner.
9. S'il travaille avec des objets chauffés, toujours vérifier s'ils sont suffisamment refroidis avant de les manipuler. La meilleure façon est d'y approcher le dos de la main, sans y toucher.
10. Ne jamais utiliser de tubes de verre dont les rebords sont ébréchés ou qui n'ont pas été rodés à la flamme.
11. Déposer les résidus insolubles dans le récipient approprié. Ne jamais les jeter dans l'évier.
12. Ne jamais manipuler de mercure avec ses mains. Le mercure liquide ainsi que ses vapeurs sont extrêmement toxiques. Ses effets nocifs ne paraissent pas immédiatement.
13. Ne jamais pénétrer dans l'entrepôt de produits chimiques sans en avoir d'abord reçu l'autorisation de l'enseignant.

14. Ne jamais fabriquer d'explosifs. La loi canadienne sur les explosifs rend illégale la fabrication d'explosifs sans permis approprié. S'il trouve un explosif abandonné, tel qu'un détonateur, avertir la police immédiatement. Surtout, ne pas y toucher !
15. Ne pas manger au laboratoire. Ne jamais boire à même un becher ou tout autre récipient de laboratoire.
16. Pour vérifier l'odeur d'un produit, porter la vapeur à ses narines en agitant une main au-dessus du récipient à la façon d'un éventail. Ne jamais respirer les vapeurs directement.
17. Se laver les mains avec du savon à la fin des sessions de laboratoire où il y a eu la manipulation de produits chimiques.
18. Utiliser une pince appropriée pour manipuler les creusets et les bechers chauds. Placer les creusets chauds sur un carré de néoprène ou sur la base d'un support universel. Ne jamais poser un objet chaud sur une table recouverte de plastique lamifié (arborite, formica, etc.).
19. Pour obtenir l'évaporation totale d'une solution dans une capsule d'évaporation, placer un becher renversé par-dessus la capsule afin de se protéger des éclatements de cristaux. Utiliser une plaque chauffante avec contrôle de température ou une lampe infra-rouge plutôt qu'un brûleur à gaz.
20. Lorsqu'il fait chauffer un produit dans une éprouvette, utiliser une pince. Ne jamais pointer l'éprouvette vers quelqu'un. La tenir à angle et chauffer le contenu en commençant par le haut. Maintenir son éprouvette en mouvement lorsqu'elle est dans la flamme. Toutes les fois où c'est possible, comme c'est le cas en général pour les liquides, utiliser un becher au lieu d'une éprouvette.
21. Arroser avec beaucoup d'eau les endroits qui ont été en contact avec des acides, des bases ou d'autres produits corrosifs. Si la peau ou les yeux ont été touchés, les arroser sans interruption pendant au moins 15 minutes.
22. S'il doit utiliser un ballon laboratoire ou une fiole conique (ballon florentin ou Erlenmeyer), le fixer solidement avec une pince au support universel, en plus de le placer sur une toile métallique posée sur l'anneau.
23. Ne jamais chauffer un récipient fermé. S'assurer que les tubes de verre recourbés ne sont pas bouchés avant de s'en servir pour le dégagement des gaz.
24. Pour couper un tube de verre de petit diamètre, utiliser un tiers-point neuf de façon à faire un seul trait en exerçant une légère pression. Ensuite, envelopper le tube d'une serviette de papier, puis, à l'aide de ses pouces, plier le tube en l'éloignant de lui. Roder les bouts à la flamme du brûleur. Laisser refroidir le verre chauffé avant de l'utiliser.

25. Avant de procéder à l'insertion d'un tube de verre ou d'un thermomètre dans un bouchon, s'assurer que le trou soit assez grand et que le bout du tube ait été bordé à la flamme.

Pour l'insérer, suivre l'une des deux méthodes suivantes :

- A.**
- (i) Porter des gants pour cette opération ou envelopper le tube dans un linge.
  - (ii) Mouiller le verre et le bouchon. Utiliser de la glycérine, mais seulement si le montage N'EST PAS DESTINÉ à recevoir de l'ACIDE NITRIQUE.
  - (iii) Prendre le tube ou le thermomètre de 2 à 5 cm du bout où il sera inséré. L'insérer dans le bouchon et visser en appliquant une légère pression. (S'il y a trop de résistance, agrandir le trou ou prendre un autre bouchon).
- B.**
- (i) Insérer dans le trou un perce-bouchon dont le diamètre intérieur laisse passer le tube.
  - (ii) Insérer le tube à l'intérieur du perce-bouchon.
  - (iii) En retenant le tube dans le bouchon, retirer le perce-bouchon.
26. Enlever les thermomètres et les tubes de verre aussitôt l'expérience terminée afin d'empêcher qu'ils se soudent au bouchon. Si le verre est soudé, couper le bouchon à l'aide d'une lame bien aiguisée ou bien utiliser un perce-bouchon.
27. Rincer son évier avec beaucoup d'eau après y avoir laissé échapper des réactifs.
28. Ne jamais remettre un réactif inutilisé dans son contenant d'origine sans avoir consulté son enseignant.
29. Apprendre et utiliser la vraie façon de verser un produit chimique contenu dans une bouteille. Saisir le bouchon entre l'index et le majeur, paume dirigée vers le haut, de façon à pouvoir tenir la bouteille avec la même main.
30. Lorsqu'il verse un liquide contenu dans un becher, utiliser une tige de verre pour diriger le liquide.
31. Être prudent avec les solvants organiques. Plusieurs sont très inflammables et certains sont toxiques. Quelques-uns de ces produits ne doivent être manipulés que sous la hotte (voir section 2.2.4 **Hotte**).
32. Porter des gants lorsqu'il doit manipuler de la laine de verre ou de la laine d'acier.

33. Toujours suivre les indications écrites et verbales de son enseignant.
34. S'il doit monter un générateur à gaz, il devra chauffer une ou plusieurs substances qui libèrent le gaz désiré. Généralement, le gaz doit passer par un tube de dégagement et est recueilli par déplacement d'eau. S'assurer que le tube de dégagement n'est obstrué d'aucune façon et que le gaz y passe librement. Lorsque la quantité nécessaire de gaz est recueillie, enlever le tube de dégagement et fermer immédiatement son brûleur.
35. Lorsqu'il doit dissoudre des hydroxydes ou des acides forts dans l'eau, toujours utiliser un récipient en Pyrex ; toujours ajouter le soluté à l'eau et jamais l'inverse. Verser l'eau dans le récipient, placer le récipient dans l'évier et ajouter LENTEMENT le soluté à l'eau, en remuant constamment avec une tige de verre.

### 3.2.3 Expériences à proscrire

Plusieurs expériences de laboratoire posent un grand danger soit aux personnes qui les effectuent ou encore à l'environnement. Le tableau suivant présente une liste d'expériences qui ne devraient pas être faites dans nos écoles et donne une brève description des dangers qu'elles présentent.

Tableau 3.2.3A

Expériences à proscrire	Explication du danger
1. La décomposition de l'oxyde de mercure (II)	vapeurs de mercure sont toxiques
2. L'utilisation de l'éthanol comme combustible dans un modèle de moteur à vapeur	danger de brûlures causées par la combustion de l'éthanol
3. La décantation de l'éthanol à une distance de 1 m ou moins d'un brûleur à gaz allumé	danger de combustion de l'éthanol
4. La combinaison de l'acide nitrique ou de l'acide chromique avec une des substances suivantes: l'acide acétique, éthylène glycol, les peroxydes, les permanganates, les composés hydroxyles, l'ammoniac, le camphre, le glycérol, la térébenthine, l'alcool, le sulfure d'hydrogène, l'aniline, le zinc, l'aluminium et le magnésium	ignition spontanée ou explosif
5. La combinaison de l'acide nitrique ou l'acide sulfurique avec l'acétone	ignition spontanée ou explosif

6. La combinaison de l'aluminium en poudre avec de l'iode et de l'eau ou avec des hydrocarbures chlorés sous forme de vapeurs	explosif
7. L'acétylène en présence de tuyauterie en cuivre combinée à un halogène, de l'argent, du mercure, un composé de mercure ou du peroxyde d'hydrogène	explosif
8. Une solution d'ammoniaque en présence d'iode, d'argent ou du mercure	explosif
9. Le mélange de l'ammoniaque avec une des substances suivantes : l'hypochlorite de calcium, l'hypochlorite de sodium, un halogène, l'hydrogène ou le fluorure d'hydrogène	gaz toxique libéré en présence de l'hypochlorite de calcium ou de sodium ; explosif pour les autres substances
10. Tout composé organique en présence du nitrate d'ammonium, d'un chlorate du potassium, d'un chromate, du permanganate de potassium ou du soufre	explosif
11. Le brome liquide en présence d'une des substances suivantes, soit de l'ammoniaque, de l'acétylène, de l'hydrogène, de la térébenthine ou des métaux en forme de limailles	réaction exothermique
12. Le chlore en présence d'une des substances suivantes, soit l'ammoniaque, l'hydrogène, la térébenthine, l'acétylène, le benzène ou des métaux en forme de limailles	explosif
13. Une combinaison du charbon activé et de l'hypochlorite de calcium	explosif
14. Du carbure de sodium en présence d'eau	explosif
15. Les cyanures en présence d'acide ou d'eau	produit du cyanure d'hydrogène (toxique)
16. Le peroxyde d'hydrogène en présence de la plupart des métaux, des sels métalliques, des liquides inflammables ou des matériaux combustibles	décomposition rapide
17. Un des acides suivants : l'acide sulfurique, l'acide nitrique, l'acide chlorhydrique, l'acide phosphorique en présence d'un chlorate, d'un perchlorate ou d'un permanganate	réaction exothermique et explosif

18. Le chauffage de l'oxyde de mercure en présence du soufre	explosif
19. L'acide oxalique en présence de l'argent et du mercure	explosif
20. Le pentoxyde diphosphore en présence d'eau	exothermique
21. Un mélange de chlorate de potassium, saccharose et acide sulfurique concentré	potentiellement explosif
22. Le nitrate de potassium solide en présence de l'acétate de sodium solide	explosif
23. Le permanganate de potassium en présence d'une des substances suivantes : du glycérol, du benzaldéhyde, du glycol d'éthylène	réaction exothermique
24. Le peroxyde de sodium en présence d'une des substances suivantes : l'alcool méthylique, l'acide acétique anhydride, le benzaldéhyde, le disulfure de carbone, le glycérol, l'acétate d'éthyle et le glycol d'éthylène	explosif
25. Tout composé à base d'arsenic en présence d'un agent réducteur	production d'arsine
26. Un mélange d'hypochlorite de sodium avec tout agent nettoyant de la tuyauterie ( Draino MD, Liquid Plummer MD)	production du chlore ou de l'acide hypochloreux
27. L'acide nitrique en présence du cuivre	production du dioxyde d'azote
28. L'acide sulfurique en présence des nitrates	production du dioxyde d'azote
29. Les acides en présence des sulfures	production du sulfure d'hydrogène
30. Les azides en présence des acides	production de l'azide d'hydrogène
31. Les sels à base d'azides en présence des métaux lourds	production des azides métalliques
32. La vaporisation de l'iode ou de l'acide benzoïque	irritants bronchiaux toxiques
33. Le chauffage d'acides concentrés	vapeurs toxiques dégagées et risques de brûlures
34. Les acides en présence des nitrites	production des vapeurs d'azote
35. Les sélénites en présence d'un agent réducteur	production de sélénite d'hydrogène

### 3.2.4 Produits chimiques interdits dans les écoles

Voici une liste de produits chimiques qui ne devraient pas être dans les salles de préparation des laboratoires de sciences et encore moins dans les salles de classes ou les salles de laboratoires.

Puisque différents organismes se basent sur différents critères pour établir des listes de substances cancérigènes ou de substances soupçonnées d'être cancérigènes, il devient difficile d'établir des listes fiables. C'est ce qui explique pourquoi elles varient d'un ouvrage à l'autre. De plus, il faut garder en tête que ces listes sont en évolution constante grâce aux nouvelles découvertes et c'est pour cette raison qu'elles doivent être révisées périodiquement.

Certains composés ont été identifiés d'un \*. La section 3.2.6 **Produits chimiques dangereux et mesures préventives** de ce guide vous offre un peu plus de renseignements quant aux dangers que présentent ces substances.

<u>Substance</u>	<u>Danger</u>
Acétaminofluorène	Cancérigène possible
Acétonitrile $C_2H_3N$	Cancérigène possible (famille des cyanures)
* Acide chromique $H_2CrO_4$	Oxydant fort, très toxique, corrosif
* Acide cyanhydrique HCN	Action très rapide
* Acide fluorhydrique $HF_{(l)}$	Dissout le verre
*Acide perchlorique $HClO_4 \cdot 2H_2O$ ou $HClO_4$	Explosif s'il se déshydrate
* Acide picrique $(NO_2)_3C_6H_2OH$	Explosif s'il se déshydrate. Cause des brûlures sévères s'il vient en contact avec la peau, les yeux ou le système respiratoire
Acétylamino-2 fluorène	Cancérigène
Acrylonitrile $CH_2CHCN$	Cancérigène (agit comme un cyanure) Très réactif
Actinomycine $C_{41}H_{58}O_{11}N_8 \cdot 5H_2O$	Cancérigène possible (antibiotique)
Aflatoxines	Cancérigène (toxines produites par la moisissure <i>Aspergillus flavus</i> )

Alachlor $C_{14}H_{20}ClNO_2$	Cancérogène possible (souvent utilisé dans les herbicides)
Amiante	Cancérogène-cancer du poumon (composé de silicates de Mg)
Amino-1 naphthalène	Cancérogène
Amino-2 naphthalène	Cancérogène
Amino-4 diphényle (4 ADP)	Cancérogène
Amino-4 diphényle-p-xylénylamine	Cancérogène
Amitrole $C_2H_4N_4$	Cancérogène possible (utilisé comme herbicide)
Amosite $Fe_3Mg_2(Si_8O_{22})(OH)_2$	Cancérogène (une des formes de l'amiante)
Arsenic (et ses composés) As	Cancérogène
Arséniate de calcium	Cancérogène (sel dérivé d'un des acides suivants : $H_3AsO_4$ , $H_4As_2O_7$ , $HAsO_3$ )
Auramine (pyoctanine ou apyonine) $C_{17}H_{22}N_3Cl$	Cancérogène (colorant)
Azathioprine $C_9H_7N_7O_2S$	Cancérogène possible (utilisé avec d'autres substances dans le traitement d'arthrite rhumatoïde)
* Benzène $C_6H_6$	Cancérogène (utilisé dans la production de médicaments et de nombreux composés organiques)
Benzidine $C_{12}H_{12}N_2$ et dérivés	Cancérogène, très toxique
Benzo(a)anthracène	Cancérogène possible
Benzo(b)fluoranthène	Cancérogène possible
Benzo(a)pyrène $C_{20}H_{12}$	Cancérogène possible
* Béryllium Be et sels de béryllium	Cancérogène (utilisé en chimie nucléaire) très toxique

Biphényl polychlorés (BPC)	Cancérogène
Bis-méthylène 4,4' (chloro-2-oniline)	Cancérogène
Bisulphan	Cancérogène
Brai de goudron ou de houille (volatile)	Cancérogène (résidus de la distillation du goudron de houille)
* Butadienne-1,3 C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	Cancérogène possible. Gaz irritant les yeux et les membranes muqueuses
Carbamate d'éthyle	Cancérogène possible, très toxique (provenant de l'acide carbamique, H <sub>2</sub> N-COOH)
Carmustine C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>	Cancérogène possible (antineoplastique)
Cétone de Michler	Cancérogène possible
Chlorambucil C <sub>14</sub> H <sub>19</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>	Cancérogène possible (antineoplastique)
Chloramphénicol C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cancérogène (antibiotique)
Chlorate de méchoréthamine	Cancérogène possible
Chlorhydrate d'o-toluidine	Cancérogène possible
Chlorhydrate de 2-méthoxyaniline	Cancérogène possible
Chlorhydrate de procarbazine	Cancérogène possible
Chlornaphazine C <sub>14</sub> H <sub>15</sub> Cl <sub>23</sub> N	Cancérogène (antineoplastique)
* Chloroforme CHCl <sub>3</sub>	Cancérogène (solvant)
Chlorure de béryllium BeCl <sub>2</sub>	Cancérogène possible
Chlorure de cadmium CdCl <sub>2</sub>	Cancérogène possible très toxique (utilisé en photographie, en galvanoplastie et dans la fabrication des fongicides)
Chlorure de méthallyle	Cancérogène possible

Chlorure de vinyle $\text{CH}_2\text{CHCl}$	Cancérogène Inflammable Irritant dangereux
* Chromate de zinc $\text{ZnCrO}_4$	Cancérogène
Chrysotile $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	Cancérogène (une des formes d'amiante)
Crocidolite $\text{Na}_2\text{F}^{2+3}\text{F}^{3+2}(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	Cancérogène (une des formes d'amiante)
* Cyanures M-CN (exemples : NaCN, KCN)	Substances très toxiques, cancérogène
Cycasine $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_7$	Cancérogène possible
Cyclophosphamide $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}_2\text{P}$	Cancérogène (antinéoplasique)
Dacarbazine $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{N}_6\text{O}$	Cancérogène possible (antinéoplasique)
Daunorubicine $\text{C}_{27}\text{H}_{29}\text{NO}_{10}$	Cancérogène possible (antinéoplasique)
1,2,5,6-Dibenzoanthracène $\text{C}_{22}\text{H}_{14}$	Cancérogène possible
* Dibrome $\text{Br}_2$	Très toxique
Dibromo-1, 2 chloro-3 propane $\text{ClCH}_2\text{CHBrCH}_2\text{Br}$ (DBCP)	Cancérogène (sol fumigant)
Dibromo-1,2 éthane $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$	Cancérogène possible
Dichloro-3,3 benzidine $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Cl}_2\text{N}_2$ (DCB)	Cancérogène (utilisé dans la fabrication des teintures)
Dichloro-1,2 éthane $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	Cancérogène possible
Dichlorohydrate de benzidine	Cancérogène possible
Diéthylstilboestrol $\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_2$	Cancérogène
* Difluor $\text{F}_2$	Extrêmement actif
Diméthylano-4 azobenzène $\text{C}_{14}\text{H}_{15}\text{N}_3$	Cancérogène (indicateur chimique)
Dinitrobenzène $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$	Cancérogène possible

Di-N-propylnitrosamine	Cancérogène possible
Dioxyde de nickel	Cancérogène possible
Dioxyde de thorium ThO <sub>2</sub>	Cancérogène
Dioxyde de vinylcyclohexène	Cancérogène possible
* Disulfure de carbone CS <sub>2</sub>	Cancérogène utilisé dans la fabrication de la rayonne
Disulfure de nickel NiS <sub>2</sub>	Cancérogène possible
Essence (octane) C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Très inflammable (agit comme un narcotique en grande concentration)
* Éthers R-O-R	
de diméthyle (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	Cancérogène
de bis-chlorométhyle (et sels)	Cancérogène
de chlorométhyle et diméthyle C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ClO	
Éthylamine C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	Cancérogène possible, gaz inflammable et toxique
Éthylène-imine NHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	Cancérogène possible
* Formaldéhyde CH <sub>2</sub> O	Cancérogène possible toxique, gaz inflammable
Goudron de houille	Cancérogène possible, (combustible solide à base de C)
Hématite Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cancérogène
Hexachlorobenzène C <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> (hexachlorure de carbone)	Cancérogène possible
Hexaméthylphosphorotriamide	Cancérogène possible
Huile d'isopropyle	Cancérogène
Hydrate d'hydrazine	Cancérogène possible

Hydrazine $H_2N-NH_2$	Cancérogène
Melphalan	Cancérogène
* Mercure Hg (vapeurs et composés)	Toxique. Attaque le système nerveux central et les reins. Peut causer la mort.
Méthbréthamine	Cancérogène possible
4,4-méthylène bis (2-chloroaniline)	Cancérogène possible
Mirex	Cancérogène possible
Mitomycine	Cancérogène
* Monoxyde de carbone CO	Très toxique. Réduit le pouvoir que possède le sang de transporter le dioxygène.
Monoxyde de nickel	Cancérogène
Moutarde à l'uracile	Cancérogène possible
$\alpha$ -naphtylamine $C_{10}H_7NH_2$	Cancérogène possible
Nickel carbonyle	Cancérogène possible
Nicotine $C_{10}H_{14}N_2$	Cancérogène
Nitro-4 biphényle	Cancérogène
Nitrosamines	Cancérogène (dérivés nitrosés des amines secondaires)
N-nitrosodiméthylamine (DMN) $C_2H_6N_2O$	Cancérogène
N N-diméthyl	Cancérogène possible
O-phénylène-pyrène	Cancérogène possible
* Oxyde de cadmium CdO	Cancérogène
* Oxyde de chrome(II) CrO	Cancérogène

Oxyde d'éthylène $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$	Cancérogène possible
Oxymétholone $\text{C}_{21}\text{H}_{32}\text{O}_3$	Cancérogène possible
* Perchlorates M ou $\text{NH}_4\text{-ClO}_4$	Explosifs
* Peroxyde d'acétylène	Explose spontanément
* Peroxyde de benzoylène ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$	
Peroxyde de baryum $\text{BaO}_2$	Explosif
Peroxyde de calcium $\text{CaO}_2$	Cancérogène possible
Phénaciline	Cancérogène
Phénitoïne	Cancérogène
* Phénol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	Très toxique
* Phosphore blanc $\text{P}_4$	
Phtalate de dioctyle secondaire	Cancérogène possible
* Potassium K	
Poudres métalliques (exemple : Mg, Al)	
P-phénylazoaniline	Cancérogène possible
Propiolactone-béta $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CO}$	Cancérogène possible
Quartz $\text{Si}[\text{SiO}_4]$	Cancérogène possible
Safrole	Cancérogène possible (principe actif de l'essence de saffran, $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_2\text{CH}_2$ )
Streptozocin	Cancérogène possible
* Subacétate de plomb	Cancérogène possible (acétate basique)
Suie	Cancérogène (contient de l'acide acétique et du créosote)

* Sulfate de diméthyle $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$	Cancérogène
Sulfone de n-propyle	Cancérogène
Sulfure de dichloro-éthyle (gaz moutarde) (l'ypérite) $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$	Cancérogène
* Sulfure de diméthyle $(\text{CH}_3)_2\text{S}$	Cancérogène possible
Sulfure de nickel NiS	Cancérogène
* Tétrachlorure de carbone $\text{CCl}_4$	Cancérogène possible
Tétrafluorure de soufre $\text{SF}_4$	Très toxique
Thioacétamide $\text{CH}_3\text{CSNH}_2$	Cancérogène possible, très toxique
Thiotepa	Cancérogène possible
Thio-urée $\text{S} = \text{C}(\text{NH}_2)_2$	Cancérogène possible
Tréosulfan	Cancérogène
Trifluoromonobromométhane $\text{CBrF}_3$ (Halon 1301)	Peut causer des troubles cardiaques. Peut libérer des gaz toxiques ou dangereux lors de la décomposition par la chaleur. Effet destructeur de la couche d'ozone.
Trifluorotoluène $\text{C}_6\text{H}_5\text{CF}_3$	
Trioxyde d'antimoine $\text{SbO}_3$	Cancérogène
Trioxyde d'arsenic $\text{As}_3\text{O}_2$	Cancérogène possible
* Trioxyde de chrome $\text{CrO}_3$	Cancérogène possible
Uranium U	Cancérogène possible

### 3.2.5 Suggestions de remplacement ou de précautions à prendre

Les manipulations de la colonne A ne devraient pas être faites dans le laboratoire, ni comme expérience, ni comme démonstration. La colonne B vous suggère des manipulations alternatives présentant moins de risques.

Tableau 3.2.5A

A	B
Formation du chlore par l'action de l'acide chlorhydrique concentrée sur des cristaux de permanganate de potassium.	Formation du chlore en ajoutant l'acide chlorhydrique 5 mol/dm <sup>3</sup> goutte à goutte dans une solution d'hypochlorite de sodium (à faire sous la hotte).
Un générateur d'hydrogène pour le prélèvement de grandes quantités du gaz (le mélange air, hydrogène et explosif lorsque l'hydrogène est présent dans des proportions variant entre 4% et 75%).	L'utilisation d'un réservoir d'hydrogène sous pression est plus sécuritaire puisque le gaz sous pression assure une meilleure évacuation de l'air dans un montage.
La combustion du magnésium (produit des rayons ultraviolets).	La combustion du magnésium soit derrière du verre, du verre de cobalt ou avec le port de verres qui absorbent des rayons ultraviolets.
La détermination du point d'ébullition en utilisant du tétrachlorure de carbone (libère des vapeurs toxiques).	La détermination du point d'ébullition en utilisation de l'eau.
La préparation de l'oxygène en chauffant le chlorate de potassium (les chlorates réagissent violemment avec des composées organiques tels que le carbone, le caoutchouc, la poussière, les éclisses).	La préparation de l'oxygène par la réaction du peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) en présence du catalyseur dioxyde de manganèse (MnO <sub>2</sub> ).
L'utilisation du mercure dans l'appareil de la loi de Boyle (empoisonnement au mercure).	Remplacer le mercure par l'eau ou utiliser une seringue dans laquelle l'air peut être comprimé.
La synthèse du sulfure de zinc (explosif et le produit, sulfure de zinc est un irritant).	Si l'enseignant veut faire cette démonstration il faut utiliser les précautions suivantes : utiliser peu de réactifs (pas plus qu'une quantité pouvant recouvrir la surface d'une pièce de 10 cent) et effectuer la démonstration sur le couvert d'étain d'une boîte de conserve.

A	B
<p>Toute expérience comprenant les métaux alcalins ou le phosphore (la chaleur de friction d'un couteau qui coupe le phosphore est suffisante pour amorcer la combustion, la chaleur de friction d'un couteau qui coupe le potassium est suffisante pour le faire exploser et le lithium peut exploser s'il est chauffé dans un instrument en porcelaine).</p>	<p>Il est recommandé d'utiliser soit le calcium ou un alliage de sodium dans une démonstration.</p>
<p>La distillation du pétrole brut (inflammable).</p>	<p>Utiliser une plaque chauffante.</p>
<p>L'utilisation de liquides inflammables et volatils tels que l'éther et des alcools comme solvant lorsqu'il y a possibilité d'étincelles produites par certaines sources (voir section 2.3.3 <b>Appareils électriques</b>)</p>	<p>Utiliser des liquides non inflammables comme solvants et être aux aguets pour toute formation d'étincelles.</p>
<p>L'utilisation du tétrachlorure de carbone pour les expériences portant sur la flottabilité (le tétrachlorure de carbone libère dans l'air des vapeurs toxiques).</p>	<p>Utiliser un des liquides suivants, soit le glycérol, l'huile minérale ou le T.T.E. (chlorotrifluoroéthane).</p>
<p>L'utilisation du tétrachlorure de carbone comme solvant.</p>	<p>Remplacer le tétrachlorure de carbone par le T.T.E.</p>
<p>La production de gaz irritants ou toxiques dans le laboratoire. Ces gaz sont l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le chlore (Cl<sub>2</sub>), le chlorure d'hydrogène (HCl<sub>g</sub>), le brome gazeux (Br<sub>2g</sub>), l'iode gazeux (I<sub>2g</sub>), le pentoxyde de diphosphore (PO<sub>5</sub>).</p>	<p>Si une expérience de laboratoire produit un de ces gaz, l'expérience doit être effectuée sous la hotte.</p>
<p>L'utilisation de substances telles que l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ou le chlorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>Cl) dans le laboratoire (ces substances peuvent se retrouver dans l'air en fines particules).</p>	<p>Utiliser ces substances sous la hotte.</p>
<p>La production de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ou le chlorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>Cl) au laboratoire.</p>	<p>Effectuer ces expériences sous la hotte.</p>

### 3.2.6 Produits chimiques dangereux et mesures préventives

Toute substance chimique devrait être considérée à priori comme étant dangereuse. Cette attitude préviendra bien des accidents. Les tableaux suivants fournissent des renseignements appropriés :

Tableau 3.3.6A

<b>Caractéristiques des différentes catégories de substances chimiques et mesures préventives</b>		
<b>Substances</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Mesures préventives</b>
Substances toxiques	Substances qui, par contact, ingestion ou inhalation, peuvent causer des lésions, des maladies ou même la mort.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avertir les élèves du danger.</li> <li>- Fermer les contenants hermétiquement après usage.</li> <li>- Assurer une ventilation adéquate; manipuler sous la hotte à gaz. Éviter de respirer les vapeurs.</li> <li>- Porter des dispositifs de protection (visière, gants, tablier, etc.).</li> <li>- Éviter tout contact avec le corps ; se laver les mains après chaque manipulation.</li> <li>- Se débarrasser de vêtements contaminés.</li> <li>- Garder à portée de la main un antidote approprié.</li> </ul>
Substances corrosives	Substances qui, par contact, brûlent les tissus vivants. Généralement irritantes, particulièrement pour les yeux et les voies respiratoires.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avertir les élèves du danger.</li> <li>- Porter des dispositifs de protection (visière ou lunettes, masque, gants, etc.), éviter les vapeurs et les poussières.</li> <li>- Assurer une bonne ventilation.</li> <li>- En cas de contact, arroser immédiatement d'une grande quantité d'eau. Si le corps est touché à plusieurs endroits, utiliser la douche d'urgence.</li> <li>- Si les yeux sont affectés, les laver pendant au moins 15 minutes en tenant les paupières ouvertes. Voir un médecin aussitôt.</li> </ul>

## Caractéristiques des différentes catégories de substances chimiques et mesures préventives

Substances	Caractéristiques	Mesures préventives
Substances inflammables	<p>Produits, surtout liquides, qui prennent feu facilement ou dont les vapeurs s'enflamment. Pour qu'il y ait combustion, il faut la présence de trois éléments :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) un combustible</li> <li>2) de l'oxygène ou de l'air</li> <li>3) une source d'énergie</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avertir les élèves du danger.</li> <li>- Éloigner toute flamme, toute source d'étincelles ou autre forme d'énergie.</li> <li>- Manipuler sous la hotte à gaz.</li> <li>- Garder seulement la plus petite quantité possible sur le lieu de travail.</li> <li>- Entreposer dans un endroit adéquatement protégé contre le feu.</li> <li>- Se débarrasser des substances inutiles par des moyens appropriés.</li> <li>- Après une expérience, nettoyer rigoureusement et ventiler la pièce.</li> <li>- En cas d'urgence, faire sortir les élèves, fermer toutes sources de chaleur et les portes, puis, donner l'alerte.</li> </ul>
Substances réactives ou instables	<p>Deux catégories :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Substances qui peuvent exploser par suite de choc ou de chauffage.</li> <li>2. Substances qui réagissent violemment lorsque mélangées à d'autres substances.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avertir les élèves du danger.</li> <li>- Étudier les propriétés des produits chimiques ; lire les instructions et les mises en garde sur les étiquettes des contenants.</li> <li>- Tester la stabilité des produits.</li> <li>- Manipuler avec précaution.</li> <li>- Pour toute réaction soupçonnée d'être dangereuse, utiliser de très petites quantités et opérer sous la hotte à gaz.</li> <li>- Au premier signe de danger, faire sortir les élèves immédiatement.</li> </ul>

Tableau 3.2.6B

<b>Clé d'interprétation du degré de risque</b>			
<b>Cote</b>	<b>S Degré de risque pour la santé</b>	<b>I Degré de risque d'inflammabilité</b>	<b>R Degré de risque de réactivité</b>
4	- Peut causer la mort ou des blessures graves malgré des soins médicaux	- Extrêmement inflammable - Liquides inflammables hautement volatiles	- Peut exploser spontanément
3	- Peut causer des blessures graves malgré des soins médicaux	- Peut s'enflammer à la température ordinaire	- Peut exploser lorsque chauffé ou sous pression
2	- Peut causer des blessures - Requiert un traitement immédiat	- S'enflamme si chauffé modérément	- Normalement instable mais n'explosera pas
1	- Peut causer des irritations en l'absence de traitement	- S'enflamme lorsque chauffé fortement	- Normalement stable - Instable à haute température et haute pression - Réagit avec l'eau
0	- Aucun risque	- Ne brûle pas	- Normalement stable - Ne réagit pas avec l'eau
-	- Pas d'information disponible	- Pas d'information disponible	- Pas d'information disponible

Ces cotes de risque ont, pour la plupart, été établies par la National Fire Protection Association (system - 704M) pour rendre compte du danger en cas d'incendie. Il faut cependant noter que certains produits peuvent avoir des cotes différentes lorsqu'ils sont utilisés dans des conditions normales en laboratoire.

Tableau 3.3.6C

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Acétylène	$C_2H_2$	1	4	3	Explosif (voir hydro-carbures aliphatiques non saturés).
Acétone	$CH_3COCH_3$	1	3	0	
Acide acétique	$(HC_2H_3O_2)$ $CH_3COOH$	2	2	1	Éviter tout contact avec l'acide nitrique.
Acide benzoïque	$C_6H_5COOH$	-	-	-	Peut endommager les yeux.
Acide borique	$H_3BO_3$	2	-	-	Peut endommager les yeux.
Acide carbolique					(Voir phénol)
Acide chromique	$H_2CrO_4$	4	0	1	Toxique et irritant. Oxydant fort. Tenir loin des liquides inflammables et des composés organiques. S'enflamme en présence d'acide acétique ou d'alcool. Peut être remplacé par un agent nettoyant tel que BDH EXTRAN 300 ou DECON 75.
Acide chlorhydrique	HCl	3	0	0	Solution concentrée très volatile. Utiliser si possible des solutions diluées. Irritant et peut endommager les yeux.
Acide cyanhydrique	HCN	4	4	2	BANNIR DES ÉCOLES. Action très rapide. Toxique. Peut être absorbé par la peau, les voies respiratoires, ou par ingestion.
Acide fluorhydrique	HF	4	0	0	BANNIR DES ÉCOLES. Dissout le verre. Doit être gardé dans une bouteille de cire ou de polyéthylène. Attaque le béton, les métaux et les substances à base de carbone. Irritant et peut causer la cécité. Rapidement et profondément absorbé dans la peau causant de graves brûlures.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Acide formique	HCOOH	3	2	0	Très toxique. Irritant et peut causer du dommage aux yeux. Ne jamais acheter l'acide concentré.
Acide nitrique	HNO <sub>3</sub>	4	0	1	Oxydant puissant - solution concentrée provoque combustion spontanée de réducteurs. Produit des oxydes d'azote très toxiques. Cause des brûlures sévères. Tenir loin des combustibles et de la peau.
Acide perchlorique (solution)	HC10 <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	3	0	3	BANNIR DES ÉCOLES. La solution se déshydrate facilement et l'acide anhydre résultant explose au contact de tout réducteur. Réagit violemment avec des substances organiques. Doit être manipulé dans une hotte spéciale en acier inoxydable. Le mélange de l'acide perchlorique avec de l'acide sulfurique donne l'acide perchlorique anhydre(plus dangereux).
Acide phosphorique	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2	0	0	
Acide picrique	(NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> OH	2	4	4	BANNIR DES ÉCOLES. Peut exploser. Toxique.
Acide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3	2	1	L'acide concentré a une extrême affinité pour l'eau. Dans le traitement du sucre par l'acide sulfurique, le résidu de carbone doit être lavé copieusement pour enlever toute trace d'acide avant de le laisser manipuler par les élèves. Irritant et peut endommager les yeux.
Alcanes					(Voir Hydrocarbures aliphatiques saturés)
Alcools	R-OH	1	2-3	0	Effet anesthésique qui augmente avec la masse moléculaire.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Alcool butylique					(Voir Butanol)
Alcool méthylique					(Voir méthanol)
Alcool pentylique					(Voir Pentanol)
Aldéhydes	R-CHO	2	3	0-2	Narcotique ; affecte le système respiratoire.
Aldéhyde formique					(Voir formaldéhyde)
Alcalis					(Voir Hydroxydes alcalins)
Aluminium	Al	0	1	1	L'inhalation peut causer une irritation.
Ammoniac	NH <sub>3</sub> (g)	4	0	1	Concentration excessive peut provoquer un spasme des bronches, la cécité temporaire et même entraîner la mort. Concentration faible moins dangereuse mais irritante et inconfortable.
Ammoniaque (hydroxyde d'ammonium)	NH <sub>3</sub> (aq) NH <sub>4</sub> OH	2	1	0	Explosif en présence Ag <sub>2</sub> O. Dangereux pour les yeux, le système respiratoire et peut causer des brûlures sévères à la peau.
Baryum	Ba	2	2	0	
Benzène	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	4	3	4	BANNIR DES ÉCOLES. Narcotique très puissant. L'inhalation prolongée de <u>faibles quantités</u> peut causer un empoisonnement chronique. Mutagène et cancérogène. Détruit les organes générateurs du sang, peut endommager le foie, les reins et la moelle des os. (Voir hydrocarbures aromatiques). Remplacer par le toluène.
Béryllium	Be	4	1	1	Très toxique, cancérogène.
Bismuth	Bi	-	-	-	
Bore	B	2	2	0	

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Bromate de potassium	KBrO <sub>3</sub>	2	2	3	Oxydant
Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	1	3	1	Empoisonne le protoplasme des cellules. Peut causer du dommage aux yeux.
Cadmium	Cd	4	0	1	Très toxique. Cancérogène. Dangereux pour la santé et irritant. Danger d'explosion sous forme de poudre et en présence de flammes.
Calcium	Ca	1	1	2	Réagit avec l'eau pour produire de l'hydrogène. Garder au sec.
Camphre	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	2	2	1	
Carbonate de calcium	CaCO <sub>3</sub>	-	-	-	
Carbone (charbon)	C				Plus de 2 mg/m <sup>3</sup> de particules de poussières dans l'air peut présenter des dangers pour la santé.
Carbure de calcium	CaC <sub>2</sub>	1	4	2	Réagit avec l'eau pour produire de l'acétylène. Éviter tout contact avec la peau.
Cétones	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$	1	3	0	Narcotiques faibles.
Chlorate de potassium	KClO <sub>3</sub>	1	1	3	Oxydant puissant lorsque chauffé. Toxique et produit des vapeurs toxiques lorsque chauffé. Éviter le contact avec un combustible (carbone, soufre) lorsque chauffé.
Chlorate de sodium	NaClO <sub>3</sub>	1	1	3	Propriétés semblables à celles du chlorate de potassium.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Chloroforme	CHCl <sub>3</sub>	3	1	0	Cancérogène. Irritant et dangereux pour yeux. Peut être absorbé par la peau. Ne pas respirer puisque les gaz peuvent causer des désordres éventuels au niveau du foie et des reins. Utiliser sous la hotte.
Chlorure de calcium	CaCl <sub>2</sub>	-	-	-	
Chlorure d'hydrogène	HCl <sub>(g)</sub>	4	0	-	Doit être manipulé sous la hotte. Gaz toxique. Forme une substance corrosive lorsqu'il se combine à l'humidité dans l'air.
Chromate de calcium	CaCrO <sub>4</sub>	4	-	-	Cancérogène très toxique.
Chrome	Cr	0	2	-	
Cobalt	Co	2	-	-	
Composés du baryum		4	-	-	La plupart sont très toxiques et sont des irritants. Quelques-uns sont cancérogènes.
Composés du chlore non-métallique		-	-	1	Réagissent violemment avec l'eau.
Composés du chrome		3-4	-	-	La plupart sont cancérogènes et toxiques. Le nitrate de chrome (III) est explosif.
Composés du cobalt					La plupart sont cancérogènes.
Composés du fer					Certains sont cancérogènes.
Composés du mercure					Très toxiques. La plupart peuvent causer des dommages au cerveau.
Composés du nickel					La plupart sont cancérogènes.
Composés du plomb		4	2	2	Très toxiques et irritants. La plupart sont cancérogènes.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Cyanures	M-CN	4	2	-	BANNIR DES ÉCOLES. Très toxiques. Sels dérivés de l'acide cyanhydrique. Action extrêmement rapide.
Cyanure d'hydrogène	HCN(g)	4	4	2	Gaz incolore à odeur d'amandes. S'absorbe par la peau à fortes concentrations. NE JAMAIS LE PRODUIRE en laboratoire. L'inhalation d'une faible quantité peut être fatale.
Cyclohexène	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	1	4	1	Acheter en quantités limitées. Éliminer après un (1) an. Peut produire des peroxydes explosifs. Irritant.
Dibrome	Br <sub>2</sub>	4	1	1	BANNIR DES ÉCOLES. Très toxique et très réactif. Oxydant. Cause des brûlures qui guérissent mal et peuvent dégénérer en ulcères. Remplacer par l'eau de brome.
Dichlore	Cl <sub>2</sub>	3	0	1	Très toxique. Préparation du chlore par l'enseignant seulement, sous la hotte. Irritant.
Dichromate de potassium	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	3	1	0	Oxydant fort. Très toxique.
Difluor	F <sub>2</sub>	4	0	3	Oxydant. Extrêmement actif. NE PAS PRODUIRE en laboratoire (voir Halogènes).
Dihydrogène	H <sub>2</sub>	0	4	-	Asphyxiant. S'échappe facilement d'un contenant fermé. Lors de la préparation, entourer le générateur d'une serviette mouillée et éviter toute flamme nue. Brûle sans flamme visible. Pour la synthèse de l'eau, utiliser un tube à explosion approprié.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Diode	I <sub>2(s)</sub>	4	1	-	Solide cristallin gris acier. Donne des vapeurs violettes irritantes. S'unit spontanément au phosphore (Voir Halogènes).
Dioxyde d'azote	NO <sub>2</sub>	3	0	1	Gaz rouge-brun surnommé gaz hilarant. Intoxicant et anesthésique. Se combine à l'eau pour donner l'acide nitrique (voir oxydes d'azote et acide nitrique). Toxique et irritant.
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	4	0	0	Gaz inodore et incolore. Asphyxiant. Dangereux à des concentrations supérieurs à 5% causant des étourdissement, des maux de tête ou des difficultés respiratoires.
Dioxyde de soufre	SO <sub>2</sub>	3	0	1	Toxique dangereux pour les yeux. Réagit vigoureusement avec l'eau, les poudres métalliques et les métaux alcalins. Irritant.
Dioxygène	O <sub>2</sub>	0	0	0	Enflamme vigoureusement tout combustible chauffé.
Disulfure de carbone	CS <sub>2</sub>	4	4	4	BANNIR DES ÉCOLES.
Esters	R-CO <sub>2</sub> -R	1-2	3	0	La plupart des esters ont des propriétés anesthésiques et irritantes.
Esters de l'acide formique	HCO <sub>2</sub> -R	2	3	0	Action vésicante : cause des ampoules au contact de la peau.
Éthanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	0	3	1	ATTENTION : l'éthanol dénaturé est toxique.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Éthers... d'éthyle de méthyle de méthyle - éthyle	R-O-R  C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -O-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>  CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>  CH <sub>3</sub> -O-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	2-3	4	1	BANNIR DES ÉCOLES. Narcotiques puissants. Action rapide sur le système nerveux. L'exposition prolongée à certains éthers peut causer des dommages au foie et même entraîner la mort. Dissolvent l'huile de la peau et peuvent causer la dermatite. Forment des peroxydes explosifs. Solvants inflammables. Ne doivent jamais être entreposés dans des réfrigérateurs domestiques.
Éthylène	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>				voir hydrocarbures aliphatiques non-saturés.
Ferrocyanure de potassium	K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> · 3H <sub>2</sub> O	1	0	0	Dégage des vapeurs très toxiques lorsque la substance est chauffée.
Ferricyanure de potassium	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	2			Ne pas mélanger avec des acides chauds ou concentrés puisque HCN est un des produits de cette réaction. Se décompose en vapeurs toxiques.
Fluorure de calcium	CaF <sub>2</sub>	2	0	0	Présente certains dangers pour la santé. En présence du H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , il libère du HF(g) qui est corrosif.
Formaldéhyde	HCHO	2	4	0	Cancérogène possible. (Voir Aldéhydes)
Formaline	HCHO <sub>(aq)</sub>	2	2	0	Solution de formaldéhyde (39%). Appelé aussi méthanal. Potentiellement cancérogène.
Formol	HCHO	2	4	0	(Voir formaldéhyde)

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Halogènes		4	0	3	Gaz plus lourds que l'air. À préparer sous la hotte seulement. Gaz toxique. Irritant et peut causer des dommages à la peau, aux yeux et aux voies respiratoires. Ne pas permettre la préparation par les élèves. En cas d'échappement, évacuer la classe.
Hydrocarbures aliphatiques saturés : alcanes	$C_nH_{2n+2}$	1	4	0	Homologues légers sans danger; homologues lourds, à partir du pentane, sont narcotiques. Ils provoquent l'anesthésie et la convulsion. Tous sont très inflammables.
Hydrocarbures aliphatiques non saturés :					Provoquent l'asphyxie et l'anesthésie. Inflammables.
a) Alcènes	$C_nH_{2n}$	1	4	0-2	
b) Alcynes	$C_nH_{2n-2}$	1-2	4	1-3	
Hydrocarbures aromatiques	Basés sur l'anneau $C_6H_6$	2-3	2-3	0	Beaucoup plus toxiques que les hydrocarbures aliphatiques.
Hydrocarbures cycliques	$C_nH_{2n}$	1	3	0	Plus actifs que les hydrocarbures à chaîne ouverte.
Hydroxydes alcalins		3	0	1	La dissolution des hydroxydes solides, même en eau froide, peut générer assez de chaleur pour faire bouillir et éclabousser le liquide.
Hydroxyde de calcium	$Ca(OH)_2$	2	-	-	Irritant. Peut être dangereux pour les yeux.
Hydroxyde de potassium	KOH	3	0	1	Irritant. Peut être dangereux pour les yeux.
Hydroxyde de sodium	NaOH	3	0	1	Irritant. Peut être dangereux pour les yeux.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Hypochlorite de calcium	Ca(ClO) <sub>2</sub>				Oxydant puissant. S'enflamme en présence de composés organiques et de combustibles. Il y a formation de chlore lorsqu'il est mélangé aux acides.
Lithium	Li	2	3	3	Moins réactif que le sodium. Réagit violemment lorsqu'il est réduit en poudre ou lorsqu'il est placé dans l'eau chaude.
Magnésium	Mg	0	3	2	
Mercure	Hg	3	-	-	BANNIR DES ÉCOLES. S'évapore à la température de la pièce. Vapeurs toxiques s'absorbent facilement par les poumons. Les vapeurs peuvent produire des effets neurologiques chroniques. Tératogène.
Méthanol	CH <sub>3</sub> OH	3	3	2	Peut causer la cécité et même la mort par ingestion et inhalation. Peut être absorbé par la peau.
Monoxyde de carbone	CO	4	4	0	Asphyxiant chimique. Réagit avec l'hémoglobine du sang qui devient inapte au transport d'oxygène. Ne pas produire au laboratoire.
Naphtalène	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	3	2	0	Irrite les yeux et la peau.
Nitrate d'ammonium	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	2	4	4	Danger d'explosion si chauffé, surtout en présence de substances combustibles, métaux en poudre, acides ou chlorates. Peut exploser s'il est sous forme de poudre et en présence de flammes.
Nitrate d'argent	AgNO <sub>3</sub>	1	0	3	
Nitrate de calcium	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0	0	4	Cancérogène.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Oxydes d'azote		3	0	1-2	Vapeurs de couleur brun-rouge. Inhalation très dangereuse car leurs effets ne se produisent qu'à retardement. Peuvent causer l'œdème des poumons.
Oxyde de calcium	CaO	1	0	1	Réagit violemment avec l'eau. Irritant. Peut être dangereux pour les yeux.
Oxyde de mercure II	HgO	4	-	-	NE PAS CHAUFFER ce composé pour la préparation de l'oxygène (voir composés de mercure).
Oxyde nitrique	NO	3	-	3	Substance toxique. Oxydant puissant. Réagit au contact de l'air pour former du dioxyde d'azote (voir dioxyde d'azote).
Oxyde de plomb (II)	PbO	4	1	1	Irritant. Dangereux pour la santé.
Oxyde de zinc	ZnO	3	0	0	
Ozone	O <sub>3</sub>	3	3	0	Irritant des yeux et du système respiratoire. Affecte le système nerveux central. Mutagène possible. Oxydant puissant.
1-Pentanol	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	1	3	2	Irritant. Empoisonne le protoplasme des cellules.
2-Pentanol	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	3	2	-	Toxique.
Perchlorate d'ammonium	NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>	2	1	4	BANNIR DES ÉCOLES. Oxydant puissant. Très sensible au choc en présence des poudres métalliques, du soufre ou des composés organiques. Explosif.
Perchlorates	-ClO <sub>4</sub>	-	-	3	BANNIR DES ÉCOLES. Oxydants. Explosifs au contact de tout réducteur.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Permanganate d'ammonium	$\text{NH}_4\text{MnO}_4$	-	-	3	Oxydant puissant. Éviter tout contact avec des réducteurs, des composés organiques ou des substances inflammables.
Permanganate de potassium	$\text{KMnO}_4$	0	0	1	Oxydant fort. Peut devenir sensible au choc à de hautes températures.
Peroxyde d'acétyle	$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}_2$	1	2	4	Explose spontanément. BANNIR des écoles.
Peroxyde d'hydrogène	$\text{H}_2\text{O}_2$	2	3	4	Ne pas acheter de solution dépassant 30%. Agit comme un oxydant à des concentrations entre 35 à 52%. Peut réagir violemment avec des réducteurs, des métaux ou des sels métalliques. Irritant.
Peroxydes organiques			4		BANNIR DES ÉCOLES. Composés très instables et dangereux.
Peroxyde de potassium	$\text{K}_2\text{O}_2$	4	2	1	Oxydant. Réagit violemment avec l'eau. Explosif en présence de combustibles, de réacteurs ou de composés organiques. Toxique.
Peroxyde de sodium	$\text{Na}_2\text{O}_2$	3	0	2	Réagit violemment avec l'eau. Irritant, pose certains dangers pour la santé.
Phénol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	4	2	0	BANNIR DES ÉCOLES. S'absorbe facilement par la peau. Produit un picotement de la peau, suivi d'une perte de sensation. Peut provoquer une gangrène à cause de la destruction des vaisseaux sanguins situés sous la partie affectée et même la mort.

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Phosphore blanc ou jaune	P <sub>4</sub>	4	4	1	Irritant. Prend feu spontanément dans l'air. Conserver et manipuler sous l'eau en tout temps. Éviter tout contact sur la peau. Faire brûler complètement les restes sous la hotte et jeter les résidus dans le bocal à rebuts. Dangereux.
Phosphore rouge	P <sub>4</sub>	3	1	1	Beaucoup moins actif que le phosphore blanc.
Plomb (limailles)	Pb	4	2	2	Cancérogène. Irritant. Dangereux pour la santé.
Potassium	K	2	3	3	BANNIR DES ÉCOLES. Réagit violemment avec l'eau, produisant de l'hydrogène qui explose à cause de la chaleur ambiante. Peut produire peroxyde ou super oxyde même s'il est submergé dans l'huile. Ces composés peuvent exploser lorsqu'on coupe le métal.
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1	4	3	Asphyxiant. Voir hydrocarbures aliphatiques saturés.
Sélénium	Se	3	2	-	
Sodium	Na	3	1	2	Explosif en présence d'eau. Produit de l'hydrogène qui peut exploser. Utiliser une très petite quantité à la fois et beaucoup d'eau. Éviter le contact avec la peau. Recueillir l'hydrogène dans un récipient à col large (voir dihydrogène). Acheter en petites quantités, au maximum 125 g.
Soufre	S <sub>8</sub>	2	1	0	
Sulfate de diméthyle	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	2	0	BANNIR DES ÉCOLES. Irrite fortement les yeux et les voies respiratoires. Action vésicante sur la peau. Cancérogène possible.
Sulfate d'ammonium	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	

SUBSTANCES	FORMULES CHIMIQUES	COTES DE RISQUE			REMARQUES PARTICULIÈRES
		S	I	R	
Sulfure d'hydrogène	H <sub>2</sub> S	4	4	1	BANNIR DES ÉCOLES. Asphyxiant. Très toxique. Anesthésie les nerfs olfactifs. Très inflammable. L'inhalation peut causer une paralysie respiratoire entraînant la mort. Irritant et dangereux pour les yeux.
Sulfure d'ammonium	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	2	2	-	Peut exploser s'il est sous forme de poudre et en présence de flammes.
Tétrachlorure de carbone	CCl <sub>4</sub>	4	0	0	BANNIR DES ÉCOLES. Peut endommager le foie et les reins. Dissout l'huile de la peau et cause la dermatite. Peut être remplacé par un autre hydrocarbure chloré qui est moins toxique. (Ex. : dichlorométhane ou 1,1,1 - trichloroéthane)
Toluène	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	2	3	1	Propriétés semblables au benzène (moins toxique). Peut tout de même affecter les reins et le foie.
Trichlorure d'antimoine	SbCl <sub>3</sub>	3	-	-	Très toxique.
Trifluorure d'azote	NF <sub>3</sub>				Gaz toxique par inhalation. Oxydant puissant. Peut affecter la capacité du sang de transporter de l'oxygène.
Trifluorure de chlore	ClF <sub>3</sub>				BANNIR DES ÉCOLES. Forme des vapeurs à la température de la pièce. Très réactif. S'enflamme au contact des substances combustibles. Réagit violemment avec le verre, l'amiante et le silice. Très toxique. Cause des brûlures sévères.
Zinc	Zn	0	0	1	Explosif sous forme de poudre en présence de flammes.

### 3.3 LA SÉCURITÉ AU LABORATOIRE DE PHYSIQUE

Cette section a pour but de discuter de toute technique ou danger se rapportant aux manipulations effectuées dans un laboratoire de physique. L'utilisation adéquate d'appareils ainsi que les précautions à prendre lors de certaines manipulations sont décrites dans les sections 2.3 **Utilisations appropriées de certains instruments de laboratoire** et, 2.4 **Manipulations pouvant poser certains dangers au laboratoire**. Avant de procéder à toute manipulation, ces deux sections devraient être consultées.

La sécurité au laboratoire de physique comprend les sous-sections suivantes :

- 3.3.1 La sécurité du personnel enseignant ;
- 3.3.2 La sécurité de l'élève ;
- 3.3.3 Le danger des radiations.

### **3.3.1 La sécurité du personnel enseignant**

Le personnel enseignant de physique doit respecter les règlements suivants afin d'assurer une plus grande sécurité pour tous. Il doit :

1. Vérifier soigneusement tout appareil ou équipement apporté à l'école par les élèves avant d'en permettre l'utilisation.
2. Porter une attention particulière aux bonbonnes de gaz comprimé. Ne jamais inter changer les soupapes d'adaptation d'une sorte de gaz à une autre. Les grandes bonbonnes doivent être fixées solidement lorsqu'elles sont utilisées ou même entreposées.
3. S'assurer que personne ne se trouve dans le plan d'un disque ou d'une poulie en rotation. Toujours faire tourner le disque sur le plan vertical en s'assurant au préalable qu'il est bien solide et qu'il ne contient aucune composante pouvant se détacher.
4. Dans les expériences en électricité, limiter la différence de potentiel (voltage) à 30 V si le bloc d'alimentation n'a pas de dispositif de sécurité adéquat tel qu'un disjoncteur ou un fusible. Utiliser un transformateur de sécurité pour les expériences requérant le courant alternatif de 120 V, si le système n'est pas déjà protégé. Utiliser seulement des fusibles dont l'ampérage est recommandé pour le circuit.
5. Lors d'un montage électrique, faire le raccord à la source en dernier lieu. Par contre, commencer par couper le circuit à la source avant de le démonter. Dans la mesure du possible, n'utiliser qu'une seule main dans ces manipulations. Une bonne pratique consiste à mettre l'autre main dans sa poche. Un interrupteur devrait être utilisé dans le circuit électrique.

6. Vérifier périodiquement les cordons des appareils électriques de 120 V, afin de dépister et de corriger toute défectuosité de connexion ou d'isolation.
7. Lors de l'utilisation de tubes à décharge et de tubes à rayons X, s'assurer que les règles de la section 3.3.3 **Le danger des radiations** sont respectées.
8. Lors de l'utilisation d'un laser, respecter les règles de la section 3.3.3 **Le danger des radiations**.

### **3.3.2 La sécurité de l'élève**

L'élève doit respecter les règlements suivants au laboratoire de physique :

1. Lorsqu'il branche un voltmètre, ou tout autre instrument à un circuit, faire vérifier le montage par son enseignant avant de laisser passer le courant à travers celui-ci. Lorsqu'il utilise un voltmètre ou un ampèremètre, il doit brancher le fil électrique au plus haut voltage ou ampérage disponible sur l'appareil pour ensuite le réduire à l'échelle désirée. Ceci évitera de brûler les fils ou briser les appareils utilisés.
2. Lorsqu'il travaille avec des circuits électriques, s'assurer que le courant ne circule pas lorsqu'il a à faire des ajustements au circuit.
3. Il ne doit jamais brancher directement ensemble, à l'aide d'un fil, les bornes positives et négatives d'une pile ; cela causera un court-circuit.
4. Il doit éviter un contact des deux mains avec les fils conducteurs ou les terminaisons d'un circuit électrique. Utiliser la procédure utilisée par un électricien, c'est-à-dire, garder une main dans sa poche en faisant les ajustements avec la main libre.
5. Il doit attendre un certain temps avant de toucher les appareils électriques qui ont été branchés puisque ces derniers risquent d'être chauds (spécialement les résistances électriques).

### **3.3.3 Le danger des radiations**

Avec une utilisation accrue de l'équipement électronique au laboratoire, les personnes qui s'y trouvent sont de plus en plus exposées aux radiations. Qu'il s'agisse de micro-ordinateurs, de lasers ou encore de téléviseurs, tous ces développements technologiques émettent des radiations non perçues par les sens. Toutes ces radiations présentent des risques pour la santé et il est important que

tout utilisateur en soit informé. Les radiations peuvent se diviser en deux grandes classes :

- a) radiations ionisantes ;

b) radiations non ionisantes.

## A. Radiations ionisantes

Les radiations ionisantes sont des ondes électromagnétiques ou des radiations capables de produire des ions au contact de la matière. Elles comprennent les rayons X provenant de sources artificielles et les radiations alpha, bêta et gamma provenant de matériaux radioactifs.

Une licence de la Commission de l'Énergie atomique du Canada (CEAC) doit être obtenue avant de pouvoir se procurer, manipuler ou encore disposer de matériaux radioactifs.

La présence de matériaux radioactifs, de lasers ou autre source d'énergie radiante doit être indiquée dans un local par une signalisation particulière.

### 1. Rayons X

Ces rayons sont physiquement identiques aux rayons gamma. Les rayons X sont produits de façon artificielle tandis que les rayons gamma sont produits par des noyaux d'isotopes radioactifs.

Puisque les sources de rayonnement X ont besoin d'un haut voltage pour les générer, des signaux de « Danger », « Haut voltage » et « Rayons X » doivent être affichés près des endroits d'utilisation et près des interrupteurs de ces équipements.

☞ Règles concernant les tubes à décharge et les tubes à rayons X :

- Ne jamais actionner un appareil à un niveau de tension supérieur à celui qui est recommandé par le fabricant.
- Limiter la durée de fonctionnement au minimum nécessaire pour montrer les effets désirés.
- Au cours d'une démonstration, tenir les élèves à une distance minimale de **deux** mètres des tubes à décharge et de **trois** mètres des tubes à rayons X.
- Ne jamais laisser sans surveillance, dans un lieu accessible aux élèves, un tube monté et prêt à fonctionner.
- Tout tube à rayons X doit être recouvert d'un blindage en plomb, d'au moins 3,2 mm d'épaisseur, avec une seule ouverture permettant de localiser le rayon.

- Au cours d'une démonstration, diriger le faisceau principal du tube à rayons X vers une partie inoccupée de la classe.
- Superviser strictement toute expérience faite par les élèves auprès d'un tube en fonctionnement. Les élèves ne doivent pas faire fonctionner eux-mêmes l'appareil.
- L'écran des fluoroscopes à vision directe doit être muni d'un panneau de verre au plomb.
- Les élèves ne doivent jamais être utilisés comme sujets d'expérience dans des démonstrations de fluoroscopie.

## 2. Matériaux radioactifs

La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) est un organisme international qui regroupe les comités scientifiques en matière de radioprotection. Leurs recommandations résultent d'études scientifiques sur les effets biologiques des radiations ionisantes. Pour un technicien de laboratoire, la dose maximale pour l'organisme en entier est de 50 mSv/année. Pour une technicienne de laboratoire enceinte, la dose ne doit pas dépasser 15 mSv/année. Pour le public en général, la dose admissible au corps entier est de 5 mSv/année.

Voici quelques définitions pouvant aider à comprendre ce qui représente ces quantités de radiations :

- a) Le curie (Ci) est l'unité de mesure de l'activité de « un gramme de radium ». Cette unité est toujours couramment utilisée au Canada. Dans le système international (SI) on utilise le becquerel (Bq). Le Bq correspond à une désintégration par seconde.

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ S}^{-1}$$

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ S}^{-1}$$

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$1 \text{ Bq} = 2,703 \times 10^{-11} \text{ Ci}$$

- b) L'électronvolt (eV) et le joule (J) indiquent l'énergie des radiations. Puisque chaque type de radiation peut varier en énergie, il faut en tenir compte. Un électronvolt est la variation d'énergie d'un électron soumis à une différence de potentiel de 1 volt. L'énergie des rayons X est exprimée en millions d'électronvolts (MeV).

$$1 \text{ Mev} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

- c) Le roentgen (R) est une unité de mesure du nombre de paires d'ions produits dans l'air par un rayonnement X ou gamma. Cette unité est utilisée pour indiquer l'intensité d'un rayonnement.

$$1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

- d) Le REM (acronyme pour Roentgen Équivalent Mou) est une unité pour quantifier les effets biologiques des radiations ionisantes. Cette unité détermine l'efficacité biologique des différents types de rayonnement ionisant. L'unité du SI pour mesurer la dose absorbée est le millisievert (mSv) comme unité de mesure de dose absorbée.

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$$

Une exposition de 5 Sv sur tout le corps pendant une courte période de temps (quelques heures), est considérée comme une dose fatale puisqu'elle provoque la mort dans les jours à suivre l'exposition.

Les effets biologiques des radiations ionisantes :

- a) à long terme :

mutations au niveau des cellules pouvant causer soit le cancer ou des dommages génétiques. Ces derniers peuvent être transmis aux descendants. On peut observer chez la personne exposée, une diminution de la probabilité de durée de vie. Toutes les radiations subies s'ajoutent et se cumulent tout au long de la vie.

- b) à court terme (effets produits par une dose aiguë, plus de 100 mSv au corps entier ou 1 000 mSv à un seul organe) :

perte de cheveux, vomissements, rougeurs sur la peau irradiée.

☞ Règles concernant la radioprotection :

- S'assurer que tout lieu d'établissement qui se procure, qui manipule ou qui possède des matériaux radioactifs, ait en sa possession une licence de CEAC.
- Utiliser une signalisation appropriée pour indiquer la présence de source d'énergie radiante.

- Toute personne s'exposant de façon régulière aux radiations doit porter un instrument tel que le dosimètre à thermoluminescence ou le stylo dosimètre afin que la dose de radiation reçue puisse être mesurée.
- Tout établissement qui possède des matériaux radioactifs doit établir son propre programme de radioprotection adapté au besoin particulier du milieu.

## B. Radiations non ionisantes

Les radiations non ionisantes sont des ondes électromagnétiques qui n'ont pas l'énergie suffisante pour transformer les atomes en ions. Par ordre décroissant d'énergie, ce sont les rayons ultraviolets, la lumière visible, les rayons infrarouges, les micro-ondes et les radiofréquences.

### 1. Rayons ultraviolets

Les rayons ultraviolets (entre 280 nm et 200 nm) sont utilisés comme germicides. Ils réduisent de façon considérable la quantité de micro-organismes sur les surfaces et dans l'air. Il faut éviter à tout prix une surexposition aux rayons ultraviolets puisqu'ils peuvent causer des lésions aux yeux et à la peau.

Effets biologiques :

- a) aux yeux : inflammation de la conjonctive et de la cornée, conjonctivite, photophobie, douleurs et inflammation des paupières, cataracte jusqu'à la perte partielle de la vue ;
- b) à la peau : érythème cutané, oedème, troubles de l'état général de la santé, augmentation de la pigmentation jusqu'au cancer de la peau.

☞ Règles concernant l'utilisation de sources de rayons ultraviolets :

- Toute radiation de longueur d'onde inférieure à 350 nm est dangereuse.
- Porter des verres protecteurs et/ou des gants pour l'absorption des rayons UV.
- Voir à ce que la lampe émettrice soit placée de sorte à éviter toute exposition directe de l'utilisateur.
- Une bonne ventilation est nécessaire pour éliminer l'ozone qui se forme toujours près d'une source de radiation ultraviolette.
- Une vieille lampe peut être dangereuse puisqu'elle produit une chaleur excessive.

## 2. Les lasers

La nature et l'intensité de la radiation émise par les lasers varient d'un instrument à l'autre.

Effets biologiques :

- lésions oculaires et brûlures ou risque d'incendie.

☞ Règles concernant l'usage des lasers :

- Toujours porter des lunettes de protection appropriées à la longueur d'onde des radiations produites par le laser. Pour les lasers qui émettent à plus d'une longueur d'onde, porter des lunettes qui procurent une protection contre chacune des différentes longueurs d'onde (aucune lunette ne peut offrir une protection complète pour toutes les longueurs d'onde).
- Utiliser un laser de basse puissance (i.e. de l'ordre de 0,5 mW).
- Ne jamais regarder directement la source d'émission.
- Utiliser un détecteur de rayon ou toute autre technique ne demandant pas une vision directe pour aligner un rayon laser.
- Ne pas laisser d'objets réfléchissants sur le chemin du rayon (repérer les petits objets sphériques tels que boutons ou vis polis pouvant être la cause de réflexions spéculaires dangereuses).
- Éviter que le faisceau n'atteigne, directement ou par réflexion, les yeux des observateurs.
- Garder la classe bien éclairée pendant que le laser fonctionne, de cette façon la pupille des yeux sera relativement rétrécie, ce qui réduit les chances que la rétine soit blessée par une exposition accidentelle.
- Ne jamais laisser, dans un lieu accessible aux élèves, un laser sans surveillance.
- Surveiller de près toute expérience conduite par des élèves.

## 3. Les rayons infrarouges

Il est important de se protéger des yeux de ces rayons par un écran puisqu'une exposition à long terme peut être la cause de cataractes.

#### 4. Les micro-ondes et les téléviseurs

Les micro-ondes sont des ondes radio électromagnétiques (300 MHz à plusieurs centaines de GHz) dites d'hyperfréquences :

- ils peuvent causer des dommages sérieux, tels que des brûlures superficielles ou profondes, s'il n'y a pas étanchéité de la porte. C'est de là l'importance de vérifier régulièrement (au moins deux fois par année) s'il y a des fuites ;
- une affiche doit avertir de la présence d'un four micro-ondes en opération.

Les ondes émises par un téléviseur sont aussi des ondes radio électromagnétiques appelées les ondes radiofréquences (10 kHz à 300 GHz).

L'effet des ondes radio électromagnétiques sur la matière vivante est très difficile et complexe à quantifier et plusieurs recherches se contredisent. Par contre, plusieurs chercheurs s'entendent pour dire qu'une exposition à ces ondes semblent être la cause de maux de tête, de fatigue, de nausées, d'étourdissements et de fatigue oculaire. Des études plus récentes tentent de démontrer qu'une exposition à ces ondes présente un plus grand danger pour les jeunes enfants et les femmes enceintes mais les résultats ne sont pas conclusifs.



## **4. RÈGLES D'ENTREPOSAGE**



## 4.1 L'ENTREPOSAGE

Les composés chimiques peuvent être classifiés en plusieurs catégories ou classes. Chacun de ces groupes de substances doit être entreposé dans la salle d'entreposage, dans une armoire séparée des autres classes chimiques puisqu'il risque d'y avoir incompatibilité entre les différentes catégories (voir tableau 4.1.2 **Exemples de produits incompatibles**). Le classement par ordre alphabétique n'est pas une méthode recommandable, sauf pour les produits compatibles entre eux.

Voici la liste de ces différentes classes chimiques :

- 1) gaz comprimés ;
- 2) substances inflammables ;
- 3) oxydants, chlorates et permanganates ;
- 4) réducteurs ;
- 5) acides organiques et inorganiques (sauf l'acide nitrique et l'acide perchlorique) ;
- 6) bases fortes ;
- 7) réactifs violents avec l'eau ou l'air ;
- 8) acide nitrique , acide perchlorique et peroxydes ;
- 9) substances très toxiques (cancérogènes) ;
- 10) produits inorganiques divers ;
- 11) produits organiques divers ;
- 12) nitrate d'ammonium.

Avant d'entreposer les substances chimiques, il faut s'assurer que chaque substance a été identifiée d'une étiquette comprenant des renseignements importants au sujet de la substance (voir section 4.2 **Étiquettes**).

### 4.1.1 La salle d'entreposage

Afin d'être adéquate, la salle d'entreposage devrait rencontrer les exigences suivantes :

1. Le site d'entreposage doit être situé le plus loin possible des bureaux et des sorties ;
2. La salle de préparation doit être séparée du site d'entreposage par un mur complet et une porte qui se ferme automatiquement ;
3. La salle d'entreposage doit comporter des cabinets de sécurité fermés à clé pour les substances toxiques. Ces cabinets doivent être étanches entre le mur et le plancher de sorte à prévenir qu'un déversement s'infilte dans les pièces adjacentes ;
4. La salle d'entrepôt de produits chimiques doit être bien aérée (ventilation au plafond et au sol). Elle devrait être munie d'un système de ventilation indépendant du système général

de l'école. L'air dans cette salle doit toujours être frais et sec. L'entrepôt doit être sous clé en tout temps. Cette salle ne devrait comporter aucun drain de plancher puisqu'il est essentiel de pouvoir contenir tout déversement ;

5. Les produits doivent généralement être gardés au frais, à l'abri des rayons du soleil, dans un endroit ventilé à pression négative ;
6. Garder la salle d'entreposage propre en tout temps et le passage libre de toute obstruction;
7. Le local doit être muni d'un système de contrôle de la température de la pièce ;
8. Le local doit être muni d'un système d'arrosage en cas d'incendie ;
9. Un détecteur de fumée et un extincteur à dioxyde de carbone ou à poudre doivent être situés à proximité de l'endroit où sont entreposées les substances dangereuses. Il ne faut JAMAIS utiliser d'eau pour éteindre un incendie de substances chimiques (voir section 2.2.3 **Équipement pour combattre un feu**) ;
10. Il est fortement recommandé d'avoir un équipement de premiers secours à proximité de la salle d'entreposage. Ceci comprend un bain oculaire, une douche de sécurité, une trousse de premiers soins et une poubelle ignifuge. Cet équipement doit être placé dans un endroit sécuritaire et facile d'accès en cas d'accident ;
11. Les étagères doivent être fixées aux murs ou au plafond et les tablettes munies de bordures d'au moins 1 cm pour empêcher les bouteilles de tomber ;
12. Les substances chimiques ne devraient pas être placées sur des étagères plus élevées que la hauteur des yeux. Une substance chimique ne doit pas être entreposée directement sur le plancher ;
13. Les grosses bouteilles en verre contenant des liquides doivent être rangées sur les tablettes du bas. Elles devraient de préférence être rangées dans un plateau suffisamment grand pour contenir tout le liquide des bouteilles présentes ;
14. Tout produit en trop grande quantité, ou périmé, doit être placé à part, dans un endroit sécuritaire et loin d'autres substances incompatibles en attendant qu'il soit éliminé (voir section 5.1 **L'élimination des déchets**) ;
15. Il faut utiliser des récipients de sécurité pour les solvants inflammables. Pour les solvants conservés dans des bouteilles en verre (dans le but de conserver la qualité du solvant), acheter en petites quantités et utiliser des bouteilles de verre enduites d'un plastique protecteur. S'assurer que les contenants soient fermés hermétiquement ;

16. Il est recommandé d'utiliser un seau résistant aux chocs et à la corrosion pour transporter les grosses bouteilles ;
17. Les bouteilles et les contenants devraient toujours être hermétiquement fermés, à moins que le cas contraire soit spécifié. Tout contenant corrodé ou rouillé devrait être remplacé si le transvasement ne comprend aucun risque, et, par la suite, ranger le récipient original avec les déchets en attendant qu'il soit évacué ;
18. Les produits, à l'exception de l'eau, ne devraient jamais être contenus dans des récipients de plus de 5 litres ;
19. Les contenants de 4 litres et plus doivent être en métal ou en plastique ;
20. Acheter des quantités minimales de produits (pour 1 an). Certains produits présentent des risques élevés lorsqu'ils sont entreposés pendant une longue période de temps ;
21. Entreposer horizontalement les tubes de verre. Les tubes doivent être supportés sur toute la longueur;
22. Les produits corrosifs tels que les bases et les acides forts ou concentrés doivent être placés sur les étages du bas, à l'écart des zones passantes ;
23. Les contenants des substances corrosives devraient être placés dans un bac afin de contenir les déversements possibles ;
24. Les substances corrosives doivent être rangées dans un endroit frais, sec, bien aéré et sombre. Il faut ranger séparément les acides et les bases. Les surfaces de rangement doivent être résistantes à la corrosion. Les composés corrosifs doivent être éloignés des substances toxiques et des substances inflammables ;
25. Les liquides très inflammables tels que les alcools, l'acétone et les solvants organiques doivent être bien scellés avant d'être entreposés dans un cabinet d'entreposage pour matières inflammables, ou des réfrigérateurs et congélateurs pour matières inflammables. **NE JAMAIS** entreposer ces substances dans un réfrigérateur domestique puisque l'accumulation des vapeurs provenant de ces liquides volatils risquent d'exploser en présence des contacts électriques (filage pour la lumière et thermocouples) présents dans les réfrigérateurs domestiques. Des affiches interdisant l'entreposage de liquides inflammables et de nourriture doivent être placées sur tout appareil domestique. Tout appareil produisant des étincelles ainsi que des brûleurs à gaz ne doivent pas être utilisés à proximité du cabinet d'entreposage. Le contenu du cabinet ou réfrigérateur doit être inspecté régulièrement et toutes ces substances inflammables doivent être éloignées des oxydants. **BANNIR DES ÉCOLES** des solvants tels que l'éther et le disulfure de carbone;

26. Garder les bonbonnes de gaz comprimé dans un endroit sec, frais, aéré et à l'épreuve du feu (la température du local ne doit jamais dépasser 50 °C). Attacher les grandes bonbonnes à un châssis ou sur un chariot approprié, dans une position verticale. Les autres cylindres doivent être immobilisés à l'aide de courroies, de chaînes ou de supports appropriés. La tête des cylindres doit être recouverte d'un manchon protecteur pour protéger le robinet (même lors de son déplacement) ;
27. Avant de commander un gaz, il faut en connaître les techniques d'entreposage et de manipulation ainsi que ses propriétés chimiques et sa toxicité. Il faut aussi connaître les moyens sécuritaires de neutraliser ce gaz en cas de fuite ou autre problème. Il faut voir à ce que le fabricant soit prêt à reprendre les cylindres, qu'ils soient vides ou pleins. Toutes les bonbonnes doivent être examinées régulièrement en cas de fuite ou de corrosion. Dans l'éventualité d'une fuite, il faut se rappeler que plusieurs gaz sont plus lourds que l'air. Ils ont, par conséquent, tendance à se faufiler dans des endroits où il y a peu de mouvement d'air ou encore dans des régions renfermant des dépressions. Cette situation est particulièrement dangereuse pour toute personne qui travaille dans ce local. L'oxygène dans ce local peut être réduit et la présence d'une grande concentration de gaz peut causer l'asphyxie. Il ne faut pas se fier à l'odeur pour déceler la présence d'un gaz. Certains gaz sont inodores et d'autres anéantissent la capacité de sentir le gaz (voir les sections 2.4.7 **La manipulation des gaz sous pression** et 5.3.7 **Fuite de cylindres de gaz toxiques**) ;
28. Aucune bonbonne de gaz ne devrait être gardée dans un établissement scolaire pendant plus de trois ans. Les bonbonnes de gaz qui entretiennent la combustion telles que celles qui contiennent de l'oxygène ou du chlore, doivent être entreposées dans un endroit séparé et à une distance minimum de dix mètres des bonbonnes contenant des gaz combustibles. Les cylindres pleins et les cylindres vides doivent être entreposés dans des endroits différents afin de ne pas les confondre ;
29. Conserver le phosphore dans un double récipient. Le récipient extérieur doit être un métal. Le phosphore blanc ou jaune doit toujours être submergé dans l'eau et gardé au frais et à l'ombre. On devrait **BANNIR DES ÉCOLES** le phosphore blanc ;
30. Conserver le sodium dans le kérosène ou l'huile minérale. Le métal doit toujours être submergé et gardé au frais et à l'ombre dans un récipient en verre qui est à son tour placé dans un récipient en métal. On devrait **BANNIR DES ÉCOLES** le potassium ;
31. Conserver le carbure de calcium dans un récipient hermétique et le garder dans un endroit élevé et sec ;
32. Les oxydants doivent être séparés des réducteurs. Ces substances doivent être rangées dans des endroits frais, secs, bien aérés et sombres. Les garder à des températures raisonnables et éviter de les soumettre à des changements brusques de température ;

33. La salle d'entreposage doit être réservée uniquement à l'entreposage des produits chimiques. L'équipement de laboratoire tel que des balances, un appareil pour la distillation de l'eau ou autre, seront corrodés par les vapeurs des produits chimiques ;
34. Préparer et garder à jour un inventaire des produits chimiques se trouvant dans la salle d'entreposage (voir tableau 5.1.3A **Formulaire pour l'inventaire des produits chimiques**). Cette liste doit être affichée à l'extérieur de l'entrepôt et accessible à toute personne qui travaille au laboratoire ainsi qu'aux équipes d'urgences.

## Produits domestiques incompatibles

Tableau 4.1.1A

Produits chimiques	Type de réaction
Ammoniaque et chlore	Explosion
Ammoniaque et or	Produit des composés instables qui explosent une fois séchés
Ammoniaque et iodure	Explose violemment
Ammoniaque et huile	L'huile augmente l'inflammabilité de l'ammoniaque ; peut provoquer une inflammation spontanée avec des matières combustibles *
Ammoniaque et javex	Gaz dangereux
Ammoniaque et térébenthine	Réagit fortement et s'enflamme
Charbon de bois et poudre à récurer	Explosion
Chlore (en poudre) et graisse	Inflammation spontanée
Chlore et glycérine	Explosion
Chlore et huile de lin	Explosion
Tétrachlorure de carbone et oxygène (liquide)	Explosion
Talc pour les pieds et huile	Inflammation spontanée
Glycérine et potassium	Inflammation spontanée
Peroxyde d'hydrogène et alcool éthylique	Explosion
Peroxyde d'hydrogène et permanganate de potassium	Explosion
Eau de javel et nettoyeur pour cuvette, antirouille	Explosion
Eau de javel et sciure de bois humide	Inflammation ou mouillée spontanée
Lessive et combustibles * humides ou mouillés	Inflammation spontanée
Huile de lin et fertilisant	Inflammation spontanée
Nettoyeur pour le four et combustibles * humides ou mouillés	Inflammation spontanée
Oxygène et graisse ou huile	Explosion et incendie instantané
Térébenthine et iode	Inflammation spontanée
Urée et tétrachlorure de carbone	Explosion
Urée et charbon de bois	Inflammation spontanée
Urée et alcool éthylique	Inflammation spontanée
Urée et matière organique **	Inflammation spontanée ou explosion
Urée et térébenthine	Explosion
Vinaigre et produits nettoyants	Explosion et incendie
Vinaigre et bicarbonate de soude	Pourrait provoquer une explosion

\* Combustibles = papier, tissu, bois, carton, etc.

\*\* Matière organique = tout produit végétal

## Exemples de produits incompatibles

Tableau 4.1.1B

Produit	Incompatible avec	Produit	Incompatible avec
Acide acétique	Acide chromique Acide nitrique Peroxydes Permanganates	Liquides inflammables	Acide chromique Acide nitrique Oxygène Peroxyde d'hydrogène
Acide chromique	Acide acétique Naphtalène Glycérol Alcool et autres produits inflammables	Hydrocarbures (butane, propane, essence)	Fluor, chlore, brome, acide chromique, peroxyde de sodium
Acide nitrique (concentré)	Acide acétique Acétone Alcool Aniline Acide chromique Acide hydrocyanique Liquides inflammables Gaz inflammables Substances nitratables Sulfure d'hydrogène	Mercure	Acétylène Ammoniac Acide fulminique
Acide perchlorique	Acétique anhydre Alcool Papier Bois Graisses et huiles	Métaux alcalins ou alcalino-terreux (Mg, K, Na)	Eau, hydrocarbures chlorés, tétrachlorure de carbone, halogènes, carbone, dioxyde de carbone
Acide sulfurique	chlorates Perchlorates Permanganates Composés de métaux légers (Na, Il)	Nitrate	Acide sulfurique
Acétone	Acides nitrique et sulfurique concentrés	Nitrite de sodium	Nitrate d'ammonium et autres sels d'ammonium
Ammoniac (anhydre)	Mercure Chlore Hypochlorite de calcium Iode Fluorure d'hydrogène	Oxyde de calcium	Acides
Azotures	Ions de cuivre et de plomb	Oxygène	Eau
Chlorates	Acides Sels d'ammonium	Perchlorate de potassium	Huiles Graisses Hydrogène Liquides inflammables Solides, liquides ou gaz inflammables
Chlorate de potassium	Poussières organiques ou combustibles Poudres métalliques Acides Acide sulfurique et autres acides	Permanganate de potassium	Acides (voir aussi acide perchlorique)
Cyanures	Acides	Peroxyde de sodium	Glycérol Éthylène glycol Acide sulfurique
Hypochlorite	Acides	Peroxyde organique	Toutes substances oxydables comme l'éthanol, le méthanol, l'acide acétique glacial, le glycérol, l'éthylène glycol, l'acétate d'éthyle, l'acétate de méthyle
Iode	Acétylène et ammonium	Peroxyde d'hydrogène	Acides (éviter les frictions et entreposer au frais)
		Toluène	La plupart des métaux et leurs sels
		Xylène	Tous les liquides inflammables Matériaux combustibles Nitrométhane
			Acide nitrique
			Acide nitrique

## 4.2 ÉTIQUETTES

L'étiquetage est très important pour la prévention des accidents. Des substances qui ont été mal étiquetées présentent les plus grands dangers pour les personnes qui vont fréquenter le laboratoire ou encore qui vont utiliser le produit en question. Tout récipient qui n'est pas identifié de façon adéquate doit être éliminé. La loi sur la santé et la sécurité du travail oblige le fournisseur à procurer les renseignements toxicologiques des produits qu'il vend. Ces renseignements peuvent être utilisés pour compléter l'information sur l'étiquette d'un produit chimique (voir tableau 4.2A **Exemple d'étiquette**). Lorsque l'étiquette contient de l'information spécifique aux premiers soins, ceci fait sauver un temps précieux en cas d'accident.

### Exemple d'étiquette

Tableau 4.2A

1. NOM DU PRODUIT	6. MODES D'ABSORPTION
2. FORMULE CHIMIQUE	7. PRÉVENTION Manipulation Entreposage
3. CONSTANTES PHYSICO-CHIMIQUES Formule Point d'ébullition Point de fusion Point d'éclair Température d'auto-ignition Tension de vapeur Limite de détection olfactive Seuil d'exposition	8. EN CAS D'ACCIDENT Premiers soins  Déversement
4. CLASSE Toxique Corrosif Inflammable Hautement réactif avec	9. ÉLIMINATION
5. ÉNUMÉRATION DES RISQUES	10. DATE D'EXPIRATION
	11. DATE D'ACQUISITION
	12. CONCENTRATION

Voici quelques règles se rapportant à l'utilisation d'un produit chimique et l'étiquetage :

- Avant d'utiliser un produit, il est très important de lire attentivement l'étiquette puisque plusieurs noms de réactifs chimiques se ressemblent, ce qui pourrait causer une méprise menant à un accident important ;

- La date d'acquisition devrait être inscrite à l'encre indélébile sur tous les contenants. La date d'expiration doit aussi être clairement indiquée à l'encre indélébile ;
- Lorsqu'un produit est placé dans un contenant autre que l'original pour entreposage temporaire ou pour des expériences, il faut soi-même l'étiqueter et écrire à l'encre indélébile les informations suivantes : (voir tableau 4.2A **Exemple d'étiquette**) ;
  - a) le nom du produit avec la formule chimique ;
  - b) la classe chimique ;
  - c) le degré de risque
    - on peut utiliser les mots : DANGER, AVERTISSEMENT ou PRUDENCE ;
    - on peut également indiquer une côte chiffrée pour indiquer le degré de risque ;
    - un collant indiquant le danger ou la classe chimique de la substance peut être placé à côté de l'étiquette (ex. : « oxydant » ou encore « irritant »...).
  - d) la catégorie de risque encouru ainsi que les mesures préventives ;
    - n'utiliser que quelques mots tels que :  
 TOXIQUE, POISON, CAUSE DES BRÛLURES, INFLAMMABLE, VAPEURS NOCIVES, EXPLOSIF...  
 NE PAS CHAUFFER, BIEN VENTILER, ÉVITER LE CONTACT AVEC LES YEUX...
    - certains produits présentent plusieurs sortes de risques. Il faut alors tous les inclure.
  - e) la date de préparation ou de transfert du produit peut être ajoutée, mais il est surtout important d'y ajouter la date d'expiration ;
    - si le contenant est trop petit pour y coller l'étiquette, s'assurer qu'elle soit affichée près de l'utilisateur et que le contenant porte un minimum de renseignements tels que le nom du produit, sa formule chimique, sa concentration ainsi que la classe chimique à laquelle il appartient.

On peut utiliser des symboles sur les étiquettes. Le tableau suivant indique les formes selon trois degrés et en quatre sortes de risque.

Tableau 4.2B

	Toxique	Inflammable	Explosif	Corrosif
Danger Risque extrême Degré 4 et 3				
Avertissement Degré 2				
Prudence Degré 1				

## **5. ÉLIMINATION DES DÉCHETS ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**



## 5.1 L'ÉLIMINATION DES DÉCHETS

La pratique la plus courante pendant bien des années et malheureusement encore de nos jours, est de déverser les produits d'une expérience dans le lavabo. Heureusement, on constate une plus grande sensibilisation aux effets nocifs des déchets sur notre environnement, de la part de la population en général.

Puisque tout travail de laboratoire implique en soi la production de déchets, il faut à tout prix réduire la quantité de déchets en choisissant avec soin les expériences de laboratoire à faire en salle de classe. De plus, la quantité de composés ou d'éléments chimiques commandée devrait se limiter au besoin annuel de la prochaine année d'enseignement. Ceci réduirait considérablement la quantité de déchets puisqu'un produit périmé est un déchet et la plupart des substances chimiques sont considérées périmées après avoir passé plus de cinq ans sur un rayon.

Une bonne planification de la part du personnel enseignant du département des sciences pourrait prévoir que le produit d'une manipulation au laboratoire puisse être, soit réutilisé lors d'une autre expérience, ou encore, être recyclé et même traité dans le but de réduire la quantité de déchets produits. Il serait même possible de remplacer certains réactifs réduisant ainsi la production de certains déchets dangereux.

Depuis quelques années, les enseignants en sciences sont de plus en plus soucieux de la conservation de l'environnement. Malgré toute leur bonne volonté, leur méconnaissance vis-à-vis un mode d'élimination adéquat a causé une accumulation de produits chimiques, soit périmés ou contaminés, sur les rayons des salles de préparation des laboratoires de sciences. Dans certaines conditions, ces substances pourraient même s'enflammer et/ou exploser. Afin d'éviter que les autres substances soient contaminées par ces déchets, il faut à tout prix les éliminer des salles de préparation. Les déchets produits au laboratoire doivent être placés dans des récipients adéquats, identifiés et rangés dans des endroits adéquats en attendant qu'ils soient évacués de l'école. La date d'entreposage devrait aussi apparaître sur le récipient. Un inventaire de ces déchets doit être gardé à jour. Il s'agit de la première étape de l'élimination des déchets.

Cette section divise l'élimination des déchets en trois étapes :

- 5.1.1 l'inventaire ;
- 5.1.2 l'élimination des déchets dangereux ;
- 5.1.3 l'élimination de déchets non dangereux.

### 5.1.1 L'inventaire

L'inventaire comprend la liste de toutes les substances qui se trouvent dans la salle de préparation et les salles de laboratoire du département des sciences (voir tableau 5.1.3A **Formulaire pour l'inventaire des produits chimiques**). Il est important de noter pour chaque substance :

- la date de l'inventaire ;
- le nom et la formule chimique de la substance ;
- la date d'achat de la substance ;
- le matériau constituant le contenant (ex. : verre, bois, plastique...);
- le nombre de contenants renfermant une même substance ;
- le volume ou la masse totale approximative de la substance ;
- la quantité utilisée lors de différentes expériences ;
- le local dans lequel se trouve la substance.

D'après cette liste, il faudra déterminer quelles substances devront être éliminées et quelles substances devront être remplacées. Toute substance qui est inutilisée, non-identifiée, périmée ou en quantité excédentaire est considérée comme un déchet et doit être éliminée.

Une substance est considérée périmée lorsqu'elle est entreposée depuis plus de cinq ans (depuis plus de trois ans pour les gaz comprimés). Une substance est considérée en quantités excédentaires lorsqu'elle ne pourra être épuisée dans les cinq années qui suivent sa date d'achat. Il est possible d'acheminer à un autre établissement une substance inutilisée ou une substance en quantités excédentaires, si elles rencontrent les critères suivants :

- la date limite d'utilisation n'est pas dépassée ;
- le contenant d'origine n'a pas été ouvert ;
- la valeur marchande est élevée.

La récupération de ces substances réduira les coûts de l'élimination et cette étape devrait être effectuée quelques semaines avant la récupération des déchets, de sorte à inclure les produits non acheminés avec les autres déchets.

Une substance inconnue est aussi considérée comme un déchet. Cette situation est causée par une des deux situations suivantes :

- l'étiquette originale est perdue ou non lisible ;
- l'étiquette existante ne comprend pas assez d'information pour identifier la substance.

Ce genre de déchet pose énormément de problèmes pour son élimination puisqu'il y a toujours des risques d'explosion, de réaction avec l'air ou l'humidité dans l'air lors de l'ouverture du contenant.

Afin d'éviter cette situation, le département de sciences devrait élaborer une politique à l'effet que la première personne qui constate une étiquette abîmée, la remplace par une étiquette remplie en bonne et due forme (voir section 4.2 **Étiquettes**). Il en serait de même pour toute solution préparée. Ces récipients doivent être bien identifiés avant d'être rangés dans la salle d'entrepôt.

Qu'il s'agisse de restes de solutions préparées, de déchets solides ou de bonbonnes de gaz, il faut, avant de procéder à toute élimination, **IDENTIFIER** les déchets et connaître les propriétés physiques et chimiques de ces substances.

Il est très important que la personne qui effectue l'inventaire soit vêtue de façon sécuritaire (lunettes protectrices, sarrau, gants). Les contenants d'origine doivent être conservés tels quels et il ne faut pas les ouvrir s'ils sont fermés depuis longtemps. Il est préférable de ne pas les brasser et de ne pas les bouger si le déplacement pourrait poser un danger. Le produit à éliminer doit être classé comme un déchet dangereux ou non dangereux. Ceci permettra aux personnes qui le manipulent de prendre les mesures appropriées vis-à-vis cette substance. Il faut à tout prix réduire à un minimum les risques aux personnes qui manipulent ces déchets ainsi que les dommages qu'ils pourraient causer à la tuyauterie et à l'environnement.

Suite à l'élimination des déchets, l'inventaire pourra être mis à jour. Une copie devrait paraître dans chaque salle de préparation afin de permettre aux enseignants du département de garder la liste à jour en notant les quantités utilisées lors des différentes manipulations au laboratoire.

### **5.1.2 L'élimination des déchets dangereux**

Les déchets dangereux comprennent les explosifs, les gaz comprimés, les colorants, les indicateurs, les pesticides, les huiles usées, les peintures, les solvants, l'équipement électrique contenant des biphényles polychlorés et les substances radioactives.

Avant de procéder à l'élimination des déchets dangereux, il faut s'assurer que les points suivants ont été respectés :

**A.** Avoir une bonne connaissance des lois et des règlements municipaux, provinciaux et fédéraux.

Le gouvernement fédéral a adopté plusieurs lois et règlements concernant l'environnement dans son ensemble.

1. **La Loi sur les produits dangereux**, qui est une loi fédérale et qui a été modifiée par le projet de loi C-70 du 30 juin 1987, stipule que les fournisseurs de matières dangereuses sont obligés de fournir des étiquettes et des fiches signalétiques adéquates pour procéder à toute vente ou importation.

Cette loi fédérale intitulée **Loi sur les produits dangereux** définit l'expression « produit contrôlé » comme une matière dangereuse qui répond aux critères d'inclusion dans l'une ou plusieurs des catégories suivantes [voir annexe D : symboles SIMDUT (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail) pour la classification des produits contrôlés] :

- Catégorie A - gaz comprimés
- Catégorie B - matières inflammables et combustibles
- Catégorie C - matières comburantes
- Catégorie D - matières toxiques et infectieuses
  - matières très toxiques
  - matières toxiques
  - matières infectieuses
- Catégorie E - matières corrosives
- Catégorie F - matières dangereuses réactives

2. **Le Règlement concernant les produits contrôlés**, émis conformément à la Loi sur les produits dangereux, contient les exigences qui détaillent le format et le contenu des étiquettes du fournisseur, les types et les dispositions d'information sur les fiches signalétiques ainsi que les conditions d'exemption et la définition de ce qui caractérise un produit contrôlé.
3. **La liste de divulgation des ingrédients**, émis en vertu du paragraphe 17(1) de la Loi sur les produits dangereux, contient les noms des produits chimiques qui doivent être identifiés s'ils sont présents dans les produits contrôlés à des concentrations supérieures à la norme établie.
4. **La Loi sur le contrôle des renseignements relatifs aux matières dangereuses et le Règlement concernant le contrôle des renseignements relatifs aux matières dangereuses** exigent la création d'un conseil qui statuera sur les demandes de dérogation et appels concernant les exemptions de divulgations de secrets professionnels.
5. **Le Code canadien du travail**, modifié par le projet de loi C-70, et les modifications au **Règlement de l'hygiène et à la sécurité au travail** sont nécessaires à l'application du SIMDUT dans les lieux de travail sous contrôle fédéral.
6. **Loi sur la protection de l'environnement.**
7. **Loi sur le transport des marchandises dangereuses** (actes et règlements, Loi du Canada, chapitre 34).

**B.** Avoir identifié ou caractérisé les déchets à éliminer.

Cette étape est très importante puisqu'elle compromet la sécurité de tous les gens qui auront à manipuler les déchets si elle n'a pas été faite de façon adéquate (voir section 5.1.1 **L'inventaire**).

Les contenants bien identifiés devraient être placés près des lavabos afin de récupérer les déchets liquides qui ne doivent pas être déversés aux égouts. Les catégories de déchets à placer dans ces récipients sont :

- les solutions acides,
- les solutions basiques,
- les solvants halogénés, \*
- les solvants non halogénés. \*

\* Tous les solvants organiques usés devront être éliminés par un spécialiste. (Il faut éviter de mélanger des solvants incompatibles ensemble.)

**C.** Avoir mis sur pied une procédure précise de ramassage, de triage, d'emballage et d'entreposage en attendant l'élimination.

Il est important que la personne qui veut se débarrasser de certains déchets s'informe auprès d'un centre d'élimination ou encore d'une firme autorisée pour connaître les modes de triage et d'emballage requis. Un mauvais triage pourrait favoriser une plus grande contamination des déchets et augmenter les coûts d'élimination.

**D.** Avoir recours aux services de firmes autorisées pour la gestion des déchets (si la destruction ne se fait pas sur place).

De grandes quantités de déchets devraient être traités par une firme autorisée pour l'élimination des déchets. Le choix d'un spécialiste en déchets dangereux est très important, puisque l'établissement est responsable de ces déchets et de l'entreposage jusqu'à ce que la firme en prenne la charge et la compagnie a une responsabilité face à la sécurité de ses employés, de la communauté et de l'environnement. Il faut s'assurer que la firme choisie ait toutes les qualifications, les permis, les certificats et les assurances nécessaires.

Le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick peut vous faire part d'une liste de spécialistes traitant les déchets dangereux.

**E.** Obtenir la preuve que les déchets ont été éliminés de la façon la plus saine pour l'environnement.

### 5.1.3 L'élimination de déchets non dangereux

En général, la plupart des substances produites lors d'une expérience, où des petites quantités de réactifs non utilisés peuvent être jetés dans les lavabos et arrosés de beaucoup d'eau s'ils sont sous forme de solutions, et que ces substances ont un degré de toxicité très faible. Ces substances comprennent des acides, des bases, des agents oxydants et des agents réducteurs de faible concentration.

Voici quelques lignes directrices qui peuvent guider le manipulateur. Il doit en premier lieu travailler dans un endroit qui lui offre des facilités adéquates telles qu'une bonne ventilation, une hotte, un bain oculaire, une douche de sécurité, un extincteur, une trousse de récupération de substances renversées, une trousse de premiers soins et une couverture ignifuge. Il doit aussi être vêtu d'un sarrau, porter des gants de sécurité et des lunettes protectrices, ou dans certains cas, une visière. La personne qui s'occupe de l'élimination des déchets ne doit jamais travailler seule. Il ne faut jamais éliminer de telles substances dans une fosse septique.

#### a) L'élimination des acides et des bases

Une neutralisation peut être faite en neutralisant un déchet acide dilué avec un déchet basique dilué. La quantité à éliminer ne devrait pas dépasser 500 millilitres, ou 500 grammes. Il faut, en premier lieu, diluer le déchet et ensuite le neutraliser avant de le déverser à l'égout.

#### b) L'élimination des produits insolubles

Les produits insolubles ne doivent pas être jetés dans l'évier. Ils peuvent être recueillis dans un récipient en grès en s'assurant de ne pas mettre ensemble les produits incompatibles. Une bonne pratique consisterait à mettre dans chaque évier un petit récipient en plastique dont le fond est perforé. Pendant une séance de laboratoire, les déchets solides pourraient y être jetés. S'ils sont mouillés, l'eau peut s'écouler par les perforations. Ne pas oublier de vider ces récipients après chaque séance.

#### c) Autres substances pouvant être éliminées sur place

Des substances telles que des sels inorganiques formés d'ions simples de faible toxicité, des sucres ou des huiles d'origine végétale peuvent être jetées dans leur contenant d'origine avec des déchets domestiques. Si le contenant est brisé, le tout peut être placé dans un sac de plastique ou encore transvaser le produit dans un autre contenant étanche. Le verre (brisé ou non) devrait être récupéré dans une poubelle réservée uniquement au verre.



--	--	--	--	--	--	--

## 5.2 PRODUITS À EFFETS RÉSIDUELS ET NOCIFS SUR L'ENVIRONNEMENT

CES PRODUITS NE DEVRAIENT JAMAIS ÊTRE ENVOYÉS AUX ÉGOUTS. CONSULTEZ LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT.

Acétates de chrome (II et III)	$\text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2, \text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3$
Acide bromhydrique	HBr
Antimoine et composés	Sb...
Arsenic	As
Arsénite de sodium	$\text{Na}_3\text{AsO}_3$
Brome et eau de brome	Br...
Cadmium et composés	Cd...
Chlorobutanol	$\text{C}_4\text{H}_8\text{OHC1}$
Chlorure d'acétylène	$\text{CH}_3\text{COC1}$
Chlorures de chrome (II et III)	$\text{CrCl}_2, \text{CrCl}_3$
Chromate d'ammonium	$(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$
Cyanure de calcium	$\text{Ca}(\text{CN})_2$
Cyanure de potassium	KCN
Dichromate d'ammonium	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Mercure et composés	Hg...
Nitrate de chrome	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$
Pentoxyde d'arsenic	$\text{As}_2\text{O}_5$
Pentoxyde de phosphore	$\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{P}_2\text{O}_5)$
Phosphore blanc, jaune ou rouge	$\text{P}_4$
Plomb et composés	Pb...
Sulfate de potassium et de chrome	$\text{Cr}(\text{SO}_4)_2$
Trichlorure d'arsenic	$\text{AsCl}_3$
Trioxysulfure d'arsenic	$\text{As}_2\text{O}_3$

Trioxyle de chrome

$\text{CrO}_3$

### 5.3 LES DÉVERSEMENTS ET LES FUITES

Beaucoup d'accidents au laboratoire sont causés par des déversements ou le bris de contenants de produits chimiques. Il est très important que les personnes consultent les fiches signalétiques avant d'entamer toute procédure impliquant des produits chimiques puisque l'équipement de protection ainsi que la procédure à suivre varieront en fonction de la nature du déversement. Ces fiches doivent demeurer à la portée de la main afin d'y avoir accès dans le cas d'une fuite ou d'un déversement.

En général, le déversement d'un produit solide peu réactif et non toxique peut être nettoyé à l'aide d'un balai. Le solide doit être placé dans un contenant fermé et identifié. Il peut par la suite être jeté avec les autres déchets.

S'il s'agit d'un liquide peu réactif et non toxique, il peut être dilué avec de l'eau avant d'être essuyé. L'équipe doit nettoyer un déversement en commençant de sa périphérie et en allant vers son centre. Ceci réduit le risque de contaminer une section déjà nettoyée.

Le laboratoire devrait avoir un endroit réservé et facile d'accès où l'on peut récupérer de l'équipement sécuritaire, des trousse commerciales de récupération de substances renversées, des absorbants divers, un mélange universel (pour l'absorption des bases, des solvants, des acides et des peroxydes), des absorbants usuels (papier, sciure de bois, litière, sable, vermiculite). L'équipement sécuritaire devrait comprendre :

- des gros sacs en polyéthylène ;
- un balai et un porte-poussière ;
- une brosse à main ;
- un seau en plastique ;
- des récipients en plastique ;
- des gants résistants aux produits chimiques (voir section 2.2.7 **Gants de protection**) ;
- un masque ;
- des lunettes protectrices ou une visière (voir section 2.2.8 **Lunettes protectrices, lunettes à coque et visière faciale**) ;
- un balai à laver ;
- des écopés.

Suite au nettoyage, l'endroit devrait être frotté à la brosse ou nettoyé à l'aide d'un balai à laver.

Il faut retirer toute personne blessée ou contaminée des lieux et lui donner les premiers secours. La personne responsable du laboratoire doit être mise au courant. Une évaluation de la sévérité de la situation doit être faite avant d'engendrer toute procédure de nettoyage. Dans le cas d'un déversement important, le plan d'urgence doit être appliqué et les lieux doivent être évacués. Dans le cas d'un déversement mineur, il faut limiter l'accès à la zone dangereuse et s'assurer qu'aucune personne ne procède au nettoyage seule.

### **5.3.1 Déversement de substances à risque de feu ou d'explosion**

Si la substance renversée dégage des vapeurs, il faut ventiler la pièce et éviter de respirer les vapeurs. Il faut éliminer toute flamme et éviter les étincelles. Il faut arrêter les appareils électriques au moyen du disjoncteur principal si sa manipulation ne présente pas de risque d'ignition. Il faut fermer, si possible, tout contenant de substance inflammable (ceci comprend les bonbonnes de gaz inflammables) et absorber les liquides inflammables avec des absorbants appropriés. (Il est préférable d'utiliser des absorbants spécialisés disponibles chez les fournisseurs. Ces absorbants n'agrandissent pas la surface du déversement, ce qui tend à ne pas augmenter le risque de feu.). Déposer le tout dans un contenant en verre ou en métal à fermeture étanche. Une personne avec un extincteur doit être présente pendant toute la période de nettoyage. Dans des cas de danger sérieux, il faut évacuer les lieux et obtenir de l'aide du service d'incendie.

Après le nettoyage, il faut veiller à ce que les lieux soient sécuritaires et que l'air ne présente aucun danger pour les gens qui occupent le local. Un rapport complet de l'incident doit être acheminé à la personne responsable. Les causes du déversement doivent être identifiées de sorte à éviter que cette situation se reproduise. Les trousse de récupération de substances renversées doivent être remplacées le plus tôt possible et l'équipement sécuritaire doit être nettoyé si nécessaire.

### **5.3.2 Déversement d'acide**

L'acide peut être neutralisé sur place en utilisant soit un neutralisant universel (mélange maison  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ /bentonite/sable en proportion 1:1:1) un neutralisant commercial, du sable imbibé de bicarbonate de soude en solution ou du phosphate de trisodique. Il ne faut pas absorber l'acide nitrique à l'aide de papier ou de sciure de bois puisque le mélange peut former un explosif (nitrocellulose).

### **5.3.3 Déversement de bases**

Une base peut être neutralisée sur place en utilisant soit un neutralisant commercial, un neutralisant universel ou encore de l'acide citrique (tartrique) dilué.

### **5.3.4 Déversement de métaux alcalins**

Le déversement doit être recouvert de graphite en poudre ou avec le contenu d'un extincteur spécial pour les feux de métaux. Il doit par la suite être placé en présence d'un alcool secondaire anhydre.

Si des particules de métaux alcalins adhèrent à la peau, il faut rincer abondamment la surface atteinte par de l'eau fraîche et courante (cette procédure s'applique telle quelle si le métal s'enflamme).

### **5.3.5 Déversement de mercure**

Il faut recueillir immédiatement le mercure déversé à l'aide d'une pompe manuelle prévue à cet effet. Puisque les vapeurs de mercure sont très toxiques, il faut assurer une bonne aération pendant le nettoyage et les jours suivants. Les dernières gouttelettes de mercure peuvent être récupérées à l'aide de poudres ou éponges conçues à cet effet.

### **5.3.6 Déversement de liquides corrosifs**

Des liquides corrosifs tel que le brome doivent être absorbés rapidement et placés dans des récipients fermés hermétiquement. Des exemples d'absorbants sont le vermiculite, le sable, la litière, le papier et la sciure de bois.

### **5.3.7 Fuite de cylindres de gaz toxiques**

Tenter de déplacer les réservoirs dans un endroit bien ventilé. Les gaz peuvent aussi être capturés ou neutralisés par barbotage dans une solution appropriée.



## **6. PREMIERS SOINS**



## 6.1 IMPORTANCE DES PREMIERS SOINS

Cet ouvrage ne comprend pas un résumé des règles de premiers soins puisque plusieurs bons guides tel que celui préparé par l'Ambulance Saint-Jean sont mis à jour régulièrement. La section 3.1.5 de ce guide intitulée **Précautions contre certaines plantes** comprend tout de même quelques lignes directrices se rapportant aux premiers soins à administrer suite à un empoisonnement causé par une plante. Il serait bon de le consulter avant d'entreprendre toute sortie sur le terrain. L'enseignant pourrait aussi avoir à la portée de la main un guide lui permettant de reconnaître les plantes mentionnées dans cet ouvrage.

Lorsqu'un accident a lieu, ce n'est plus le moment de consulter un manuel de secourisme. Chaque minute compte et l'enseignant doit être préparé. C'est pour cette raison qu'il est fortement recommandé de suivre régulièrement des cours en secourisme.



## **7. GRILLE DE VÉRIFICATION**



## 7.1 ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ AU NIVEAU DU DÉPARTEMENT OU D'UNE ÉCOLE

La grille suivante peut servir à évaluer la sécurité d'un département de sciences ou les laboratoires de sciences dans une école.

### 7.1.1 Grille d'évaluation des mesures sécuritaires au département des sciences

Veillez remplir la grille suivante en vous référant aux symboles ci-dessous . Indiquez les dates d'entretien, de réparation ou de formation s'il y a lieu. Les cas « non satisfaisants » sont indicateurs de problèmes potentiels et doivent être signalés à la direction de l'école.

#### Symboles à utiliser :

- S** = satisfaisant
- N** = non satisfaisant
- = ne s'applique pas

### 7.1.2 Ressources

	Évaluation	Date
1. Comité mixte d'hygiène et de sécurité au travail	_____	_____
2. Programmes de formation portant sur l'usage adéquat de l'équipement et la sécurité au laboratoire	_____	_____
3. Programmes d'information et de formation en matière de santé et de sécurité au travail	_____	_____
4. Disponibilité du Guide de sécurité au laboratoire	_____	_____

### 7.1.3 Aménagement des locaux

Afin de coter cette section, le répondeur doit se référer à la section 3,1 du présent Guide de sécurité au laboratoire.

	<b>Évaluation</b>	<b>Date</b>
1. Présence d'un bon système de ventilation au laboratoire	_____	_____
2. Présence d'un entrepôt adéquat pour l'aménagement des produits chimiques	_____	_____
3. Éclairage adéquat au laboratoire	_____	_____
4. Mobilier de laboratoire robuste, résistant à la chaleur et aux déversements de produits corrosifs	_____	_____
5. Espace de travail adéquat au laboratoire	_____	_____
6. Système d'éclairage de secours	_____	_____
7. Prises électriques sécuritaires	_____	_____
8. Présence d'un interrupteur principal d'électricité	_____	_____
9. Présence d'un système de relais ou de disjoncteurs de circuit	_____	_____
10. Présence d'une soupape principale à gaz	_____	_____
11. Présence d'une soupape principale à eau	_____	_____
12. Présence d'une soupape principale à air	_____	_____
13. Robinets à gaz fonctionnels	_____	_____
14. Robinets à eau fonctionnel	_____	_____
15. Robinets à air fonctionnels	_____	_____
16. Présence de deux portes de sortie au laboratoire	_____	_____

### 7.1.4 Équipement de sécurité

Afin de coter cette section, le répondeur doit se référer à la section 3,2 du présent Guide de sécurité au laboratoire.

	<b>Évaluation</b>	<b>Date</b>
1. Présence d'un douche de sécurité branchée à l'eau chaude et l'eau froide	_____	_____
2. Présence d'un bain oculaire branché à l'eau chaude et l'eau froide	_____	_____
3. Présence d'un extincteur de type ABC, visible et d'accès facile _____	_____	_____
4. Présence d'un extincteur de type CO <sub>2</sub> dans tout laboratoire comprenant des micro-ordinateurs, des balances électroniques ou des microscopes	_____	_____
5. Présence d'un extincteur adéquat dans la salle de préparation (ou salle d'entrepôt)	_____	_____
6. Présence d'un seau de sable sec pour les feux de type D	_____	_____
7. Présence d'avertisseurs d'incendie	_____	_____
8. Présence d'une couverture ignifuge	_____	_____
9. Présence d'une hotte adéquate	_____	_____
10. Présence de trousse chimiques en cas de renversements	_____	_____
11. Disponibilité de sarraus ou tabliers pour tous les élèves présents dans le laboratoire	_____	_____
12. Gants jetables disponibles	_____	_____
13. Gants de caoutchouc (butyle, néoprène ou nitrile)	_____	_____

	<b>Évaluation</b>	<b>Date</b>
14. Gants isolants pour la manipulation d'objets chauds disponibles	_____	_____
15. Lunettes protectrices, lunettes à coque et visière faciale disponibles	_____	_____
16. Présence d'un écran de protection anti-projection fixé de façon permanente	_____	_____
17. Présence de récipients en métal ou en plastique pour placer les déchets solides	_____	_____
18. Présence d'un récipient pour le verre brisé	_____	_____
19. Présence de récipients pour les déchets liquides	_____	_____
20. Affichage adéquat indiquant :		
- produits inflammables	_____	_____
- sorties d'urgence	_____	_____
- numéros de téléphone d'urgence	_____	_____
- règles de sécurité et procédures pour l'utilisation de l'équipement de sécurité	_____	_____
- l'emplacement de la trousse des premiers soins	_____	_____
21. Présence de contenants de transport de bouteilles	_____	_____
22. Présence d'un cabinet d'entreposage pour les substances inflammables	_____	_____
23. Présence d'une trousse et manuel de premiers soins	_____	_____

### **7.1.5 L'entreposage**

Afin de coter cette section, le répondeur doit se référer aux sections 4, **Règles d'entreposage** et 5, **Élimination des déchets et protection de l'environnement**.

1. Lieu éloigné des bureaux et des sorties gardé sous clé en tout temps	_____	_____
---	-------	-------

	<b>Évaluation</b>	<b>Date</b>
2. La salle de préparation doit être séparée du site d'entreposage	_____	_____
3. L'entrepôt doit comprendre des cabinets de sécurité fermés à clé pour les substances toxiques	_____	_____
4. Présence d'un système de ventilation fonctionnel et indépendant du système général de l'école	_____	_____
5. Endroit frais en tout temps (système de contrôle de température)	_____	_____
6. Présence d'un système d'arrosage en cas d'incendie	_____	_____
7. Présence d'un détecteur de fumée et un extincteur à CO <sub>2</sub>	_____	_____
8. Présence d'une douche de sécurité, d'un bain oculaire d'une trousse de premiers soins et d'une poubelle ignifuge à proximité	_____	_____
9. Présence d'étagères fixées aux murs ou au plafond. Tablettes munies d'une bordure d'au moins 1 cm.	_____	_____
10. Rangement des produits selon leur comptabilité avec les autres substances (voir les tableaux 4.1.1A, 4.1.1B et la section 4.1 <b>L'entreposage</b> )	_____	_____
11. Présence d'étiquettes telles que l'exemple d'étiquette (tableau 4.2A) sur tout récipient contenant un produit chimique	_____	_____
12. Présence d'affiches sur les congélateurs ou les réfrigérateurs domestiques indiquant : - interdiction d'y placer des liquides inflammables - interdiction d'y placer de la nourriture	_____ _____	_____ _____
13. Manchons protecteurs des robinets des bonbonnes de gaz	_____	_____
14. Lieu isolé pour les bonbonnes de gaz comprimé	_____	_____

	<b>Évaluation</b>	<b>Date</b>
15. Présence de dispositifs de fixation et de transport des bonbonnes	_____	_____
16. Accès à l'inventaire (gardé à jour) de tous les produits chimiques se trouvant dans l'entrepôt	_____	_____
17. Élimination de tout produit périmé (voir section 5.1 <b>Élimination des déchets</b> )	_____	_____

## Bibliographie

- ALEX, J. F. et SWITZER, C. M. Ontario weeds, Ministry of Agriculture and Food, publication 505, Aydex 640, Guelph, Ont.
- ARMOUR, M.-A. : BROWNE, L.M. & WEIR, G. L., Potentially hazardous chemicals information guide, Alberta Education, 1981.
- ARSENEAU, A. Girard, L. et MARQUETTE, R., Guide de sécurité en laboratoire, Université de Moncton, département de chimie et biochimie, 1991.
- BLOUIN, G., Arbustes des bois : la flore méconnue du Nouveau-Brunswick, Fredericton, ministère des Ressources naturelles, 1984.
- COMEAU, L., Radiation risks in perspective, rapport inédit Point Lepreau, N.-B., 1996.
- Commission de l'hygiène et de la sécurité au travail du Nouveau-Brunswick, La législation du Nouveau-Brunswick concernant le système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail, SIMDUT.
- Commission de l'hygiène et de la sécurité au travail du Nouveau-Brunswick, Loi sur l'hygiène et la sécurité au travail : Chapitre 0- 0,2, Fredericton, 1983.
- Commission de l'hygiène et de la sécurité au travail du Nouveau-Brunswick, Une introduction au système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail, Ottawa, Centre d'édition du gouvernement du Canada.
- Committee on Hazardous Substances in the Laboratory, Prudent practices for disposal of chemicals from laboratories, Washington, D.C., National Academy Press, 1983.
- FURR, A. K., Handbook of laboratory safety (3<sup>rd</sup> ed.), Boston, CRC Press, 1990.
- Guide de manipulation et d'élimination des substances dangereuses dans les établissements scolaires, gouvernement du Québec, ministère de

Guide de sécurité en laboratoire (3<sup>e</sup> ed.), Montréal, Ordre des chimistes du Québec, 1993.

HART, H. et SCHUETZ R., Chimie organique (5<sup>e</sup> éd.), Québec, Guérin, 1985.

Health and safety in the teaching of Natural science : secondary, ministère de l'Éducation du Québec, gouvernement du Québec, 1990.

Laboratory Safeguards sub-committee, Safeguards in the school laboratory (9<sup>th</sup> ed.), Hatfields, Herts, The Association for Science Education, Jetspeed Printing Services, 1988.

Laboratory safety handbook, Ottawa, Ordre des chimistes du Québec et The Chemical Institute of Canada, 1987.

LEWIS, R. J. Sr., Hawley's condensed chemical dictionary (12<sup>th</sup> ed.), New York, Van Nostrand Reinhold, 1993.

MALTAIS, P. et DAIGLE, R., Biologie : Manuel de sécurité en laboratoire, document de travail inédit, Université de Moncton.

MULLIGAN, G. A. et MUNRO, D. B., Plantes toxiques du Canada, Agriculture Canada, ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1990.

NESSMANN, P., LAUTER J.-P., CHARTON, E., HUBERT M.-L., KLEIN, J.-L., SAUR, M. et BRENOT, D., Le guide du jardin facile, S.A.E.P., 1993.

PICOT, A. et GRENOUILLET, P., La sécurité en laboratoire de chimie et de biochimie (2<sup>e</sup> éd. rév.), Paris, Lavoisier, 1992.

PIPITONE, D., Safe storage of laboratory chemicals (2<sup>nd</sup> ed.), Toronto, John Wiley & Sons, 1991.

Règlement général établi en vertu de la Loi sur l'hygiène et la sécurité au travail, Règlement du Nouveau-Brunswick, pp. 91-191. Fredericton.

RICHARD, R., Santé et sécurité en laboratoire médical, Québec, Le Griffon d'argile, 1986.

ROLAND, A. E. et SMITH, E. C., The flora of Nova Scotia, Halifax, N.S. Department of Education, 1969.

Safety in the chemistry laboratory, Curriculum development supplementary document no. 47, Halifax, N.S. Department of Education, 1984.

Science safety : A Kindergarden to senior & resource manuel for teachers, schools and school divisions (draft), Manitoba Education and Training, School Programs Division, 1970 Ness Avenue, Winniped, Manitoba, R3J 0Y9, 1996.

## ANNEXE A      RAPPORT D'ACCIDENT

Un accident devrait toujours être signalé. Nous suggérons ici un modèle de rapport qui pourrait servir à tous les secteurs de l'école.

Remplir ce rapport dans les 48 heures suivant l'accident et le remettre au responsable de la sécurité du district.

1. District : \_\_\_\_\_ 2. École : \_\_\_\_\_

3. Moment de l'accident

a) Date : \_\_\_\_\_ b) Heure exacte : \_\_\_\_\_

4. Lieu de l'accident (description exacte)

\_\_\_\_\_

5. Circonstances entourant l'accident

a) Surveillant immédiat : \_\_\_\_\_ Titre : \_\_\_\_\_

b) Où était le surveillant au moment de l'accident ?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) Occupation de la victime au moment de l'accident :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) Cause(s) de l'accident :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e) Circonstances matérielles, attitudes ou comportements qui pourraient être reliés à l'accident :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. a) Y a-t-il eu blessure(s) ? Oui  Non       b) Sinon, quelqu'un aurait-il pu être blessé ?      Oui  Non

7. En cas de blessure(s), pour chaque blessé, indiquer :

NOM	ADRESSE	ÂGE	ANNÉE OU CLASSE	PARTIE DU CORPS AFFECTÉE	NATURE DE LA BLESSURE

8. Dégâts matériels : a) École : \_\_\_\_\_ \$

b) Autres : \_\_\_\_\_ \$      Total : \_\_\_\_\_ \$

9. Mesures correctives prises pour empêcher une répétition.

---

---

---

10. Auteur du rapport : \_\_\_\_\_ 11. Date du rapport : \_\_\_\_\_

(signature)

Titre: \_\_\_\_\_ 12. \_\_\_\_\_

(Signature du directeur)

## ETIQUETTE DU FOURNISSEUR

**METHANOL****DANGER****POISON**

**FLAMMABLE  
VAPOUR HARMFUL  
MAY CAUSE BLINDNESS IF  
SWALLOWED**

Keep away from heat, sparks and flame. No smoking. Container must be grounded when being emptied. Vapour may travel long distance. Avoid contact with eyes and skin. Do not inhale vapours or mist. Do not take internally. Harmful if absorbed through the skin.

**FIRST AID:** In case of contact, immediately flush eyes and skin with plenty of water for at least 15 minutes.

If swallowed, induce vomiting by sticking finger down throat, or by giving soapy water to drink. Repeat until vomit is clear.

If affected by vapour, move to fresh air.

If breathing has stopped, apply artificial respiration.

**GET MEDICAL ATTENTION IMMEDIATELY.**

**PRECAUTIONS:** Wear chemical goggles and resistant gloves. Wash thoroughly after handling. Use with enough ventilation to keep below TLV. Keep container closed. Never use pressure to empty container.

**MÉTHANOL****DANGER****POISON**

**INFLAMMABLE  
VAPEURS NOCIVES  
PEUT PROVOQUER LA CECITÉ,  
SI AVALE**

Garder loin de la chaleur, des étincelles et de la flamme. Ne pas fumer. Brancher le contenant à une prise de terre avant de le vider de son contenu. Les vapeurs peuvent s'étendre sur de longues distances. Éviter tout contact avec les yeux et la peau. Ne pas respirer les vapeurs. Ne pas absorber. Nocif, si absorbé par la peau.

**PREMIERS SOINS:** En cas de contact avec les yeux ou la peau, laver à grande eau pendant au moins 15 minutes.

Si avale, provoquer le vomissement en introduisant un doigt dans la gorge ou en faisant absorber de l'eau savonneuse à la victime. Répéter jusqu'à cessation du vomissement.

Sortir au grand air, si indisposé par les vapeurs.

Si la respiration est interrompue, recourir à la respiration artificielle.

**OBTENIR DES SOINS MÉDICAUX IMMÉDIATS.**

**PRÉCAUTIONS:** Porter des lunettes protectrices (pour produits chimiques) et des gants résistants. Se laver minutieusement après usage. Utiliser dans un endroit bien aéré, afin de maintenir le niveau de vapeurs toxiques. Garder le contenant fermé. Ne jamais user de pression en vidant le récipient.

SEE MATERIAL SAFETY DATA SHEET FOR FULLER  
VOIR FICHE SIGNALÉTIQUE

**ABC Company**  
Anytown, Ontario Telephone 123-4567



Anachemia

500 - 2nd Ave.  
Ville St. Pierre Que  
H8R 1M3

## Fiche signalétique

## NUMÉRO D'URGENCE :

(USA) CHEMTREC : 1(800) 421-9300 (24 hrs)  
(CAN) CANUTEC : 1(613) 996-6666 (24 hrs)  
(USA) Anachemia : 1(514) 397-4544  
(CAN) Anachemia : 1(514) 385-4711

SIMDUT	Vêtements de protection	TMD (Québec/Provinciaire)
SIMDUT CLASSE: D-2B		Substance non réglementée par le TMD (Canada). Non applicable.

## Section I. Identification et utilisations du produit

Nom du produit	SULFATE D'ALUMINIUM ET DE POTASSIUM	ACI	Non disponible.
Formule chimique	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 12H <sub>2</sub> O	# CAS	7784-24-9
Synonymes	Potash alum. Potassium alum, dodecahydrate. Sulfuric acid aluminum potassium salt, AC-0390, AC-0391	Code	AC-0390
Fournisseur	Anachemia Science. 500 - 2nd Ave. Ville St. Pierre (Montréal) Que H8R 1M3	Poids moléculaire	474,38
Utilisations	Pour usage de laboratoire seulement.	Remplacement	

## Section II. Ingrédients

Nom	# CAS	%	I.M.P.
Sulfate d'aluminium et de potassium dodecahydrate	7784-24-9	60-100	TWA 2 mg(Al)/m <sup>3</sup> ACGIH

Valeurs de toxicité des  
ingrédients dangereux

SULFATE D'ALUMINIUM ET DE POTASSIUM. Non applicable

**Section III. Données physiques**

SULFATE D'ALUMINIUM ET DE POTASSIUM page 2/4

État physique et apparence / Couleur  
Cristaux blancs, inodores.

pH (sol. 1%/eau) 3.3 (C 2M sol)

Seuil de l'odeur Non disponible

Volatilité Non applicable.

Point de congélation 02°C

Point d'ébullition Décomposer @ 200°C

Gravité spécifique 1.72-1.75

Densité de vapeur Non applicable.

Pression de vapeur 0

Coeff. de part. eau/huile Non disponible.

Taux d'évaporation Non applicable.

Solubilité Soluble dans l'eau froide.

**Section IV. Risques d'incendie et d'explosion**

Point d'éclair Aucune

Limites d'inflammabilité Sans objet.

Température d'auto-ignition Sans objet.

Produits de dégradation par le feu Oxydes d'aluminium et de soufre.

Mode d'extinction d'incendie Employer un système d'extinction approprié aux conditions du feu ambiant. Respirateur autonome avec masque facial intégral, avec détendeur ou sous pression. Porter une protection personnelle adéquate pour empêcher le contact avec la substance ou ses produits de combustion. Refroidir les contenants avec de la pulvérisation d'eau.

Dangers particuliers de feu et d'explosion Dégage des vapeurs toxiques sous des conditions de feu. Surpression à haute température en vase clos.

**Section V. Propriétés toxicologiques**

Voies d'absorption Inhalation et ingestion. Contact avec les yeux. Contact avec la peau.

Effets d'une exposition aiguë Peut être dangereux par ingestion, inhalation, ou absorption par la peau. Irritant.

Oculaire Provoque une irritation

Cutané Provoque une irritation.

Inhalation Matériel irritant pour les membranes muqueuses et les voies respiratoires. Une surexposition peut causer une toux, des douleurs à l'estomac ou de la difficulté à respirer.

Ingestion L'ingestion peut causer: maux de gastro-intestinaux, douleurs abdominales, diarrhée, vomissement, nausées, et néphrite possible.

**Section V. Propriétés toxicologiques**

SULFATE D'ALUMINIUM ET DE POTASSIUM page 3/4

**Effets chroniques d'une exposition** : peut causer une dermatite. Au meilleur de nos connaissances, la toxicité chronique de cette substance n'est pas parfaitement connue.

**Section VI. Premiers soins**

**Contact oculaire** : Rincer immédiatement et abondamment les yeux avec de l'eau pendant au moins 15 minutes en tenant les paupières écartées afin d'assurer un rinçage complet. Appeler un médecin.

**Contact cutané** : Se rincer immédiatement à grande eau pendant au moins 15 minutes tout en retirant les vêtements et chaussures contaminés. Appeler un médecin. Laver les vêtements avant de les réutiliser.

**Inhalation** : Amener la victime en plein air. Si la victime respire difficilement, administrer de l'oxygène au moyen d'un respirateur agréé. Administrer sa respiration artificielle ou la réanimation cardiopulmonaire si la victime a cessé de respirer. Appeler un médecin.

**Ingestion** : Faire boire beaucoup d'eau pour diluer. Ne pas faire vomir la victime. Appeler un médecin. Ne jamais rien administrer par voie orale à une personne évanouie.

**Section VII. Données sur la réactivité**

**Stabilité** : Stable

**Produits de décomp. dangereux** : Not available

**Incompatibilité** : Alcalis, bases, sels, cyanures, sulfures, bicarbonates, carbonates, agents oxydants, soufre, phosphore, éther, disulfure de carbone, acétone, toluène, hexane, éthanol, chlorobenzène, arsine, éthylène glycol, sodium. Corrosif pour l'aluminium, le cuivre, le zinc, le magnésium, le fer, et l'acier, et d'autres métaux en présence d'eau ou d'humidité.

**Produits de réaction** : Former d'acide sulfurique en présence d'eau ou d'humidité. Le produit est non polymérisable.

**Section VIII. Mesures préventives**

SULFATE D'ALUMINIUM ET DE POTASSIUM

page 4/4

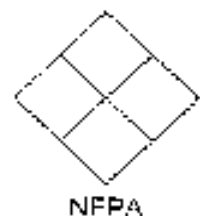
Vêtements de protection lors de déversement	Porter un appareil respiratoire autonome, des bottes de caoutchouc et des gants de caoutchouc épais.
Fuite ou déversement	Évacuer les lieux. Balayer, ramasser et placer dans un contenant approprié pour la retenir. Ne pas soulever de poussière. Faire aérer et nettoyer la zone de déversement après ramassage de la substance.
Élimination des résidus	Conformément à tous les règlements applicables.
Entreposage et manipulation	Tenir au frais, à l'abri de la chaleur, des étincelles et des flammes. Tenir au sec, au frais. Garder dans un local bien aéré. Conservez-le à une température de ne pas plus que 38°C. Entreposer à l'écart de toute substance incompatible. Tenir soigneusement fermé. N'introduire aucune autre matière dans le contenant. Ne pas vider à l'égout. Ne pas soulever de poussière. Éviter soigneusement tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements. Se laver soigneusement après emploi. Conformément aux bonnes pratiques d'entreposage et de manipulation. Il est interdit de fumer ou de manger en manipulant ce produit.

**Section IX. Mesures de protection**

Vêtements de protection	Si plus que le TLV, ne pas respirer la vapeur. Porter un appareil respiratoire autonome. Gants en néoprène. Tablier ou tenue protégeant la peau. Si irritant pour protéger la peau. Lunettes protectrices.
Contrôles d'ingénierie	Utiliser seulement sous une hotte pour garder la quantité de particules aéroportées en dessous du niveau recommandé. Prévoir des bains d'œil et des douches pour les urgences.

**Section X. Autres renseignements**

**Précautions particulières ou commentaires** Irritant. Ne pas respirer les poussières. Éviter tout contact avec le produit. Éviter les expositions prolongées ou répétées. Utiliser seulement sous une hotte.  
RTECS NO: WS560000.



Préparé par MSDS Department/Département de F.S.

Valide le 11/12/95.

] No de Téléphone (514) 489-5711

Même que nous croyons exactes les données fournies à la date ci-haut mentionnée, la compagnie ne garantit aucun des détails adjoints et de ce fait se décharge de toute responsabilité en ce qui concerne l'utilisation de ces données. Ces données sont offertes uniquement pour votre considération, recherche et vérification.

**Section VIII. Mesures préventives**

SULFATE D'ALUMINIUM ET DE POTASSIUM

page 4/4

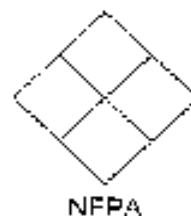
Vêtements de protection lors de déversement	Porter un appareil respiratoire autonome, des bottes de caoutchouc et des gants de caoutchouc épais.
Fuite ou déversement	Évacuer les lieux. Balayer, ramasser et placer dans un contenant approprié pour la retenir. Ne pas soulever de poussière. Faire aérer et nettoyer la zone de déversement après ramassage de la substance.
Élimination des résidus	Conformément à tous les règlements applicables.
Entreposage et manipulation	Tenir au frais, à l'abri de la chaleur, des étincelles et des flammes. Tenir au sec, au frais. Garder dans un local bien aéré. Conservez-le à une température de ne pas plus que 38°C. Entreposer à l'écart de toute substance incompatible. Tenir soigneusement fermé. N'introduire aucune autre matière dans le contenant. Ne pas vider à l'égout. Ne pas soulever de poussière. Éviter soigneusement tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements. Se laver soigneusement après emploi. Conformément aux bonnes pratiques d'entreposage et de manipulation. Il est interdit de fumer ou de manger en manipulant ce produit.

**Section IX. Mesures de protection**

Vêtements de protection	Si plus que le TLV, ne pas respirer la vapeur. Porter un appareil respiratoire autonome. Gants en néoprène. Tablier ou tenue protégeant la peau. Si irritatif pour protéger la peau. Lunettes protectrices.
Contrôles d'ingénierie	Utiliser seulement sous une hotte pour garder la quantité de particules aéroportées en dessous du niveau recommandé. Prévoir des bains d'œil et des douches pour les urgences.

**Section X. Autres renseignements**

**Précautions particulières ou commentaires** Irritant. Ne pas respirer les poussières. Éviter tout contact avec le produit. Éviter les expositions prolongées ou répétées. Utiliser seulement sous une hotte.  
RTECS NO: WS560000.



NFPA

Préparé par MSDS Department/Département de F.S.

Valide le 11/12/95.

] No de Téléphone (514) 489-5711

Même que nous croyons exactes les données fournies à la date où nous les avons publiées, la compagnie ne garantit aucun des détails adjoints et de ce fait se décharge de toute responsabilité en ce qui concerne l'utilisation de ces données. Ces données sont offertes uniquement pour votre considération, recherche et vérification.

