

Formation des responsables de la sécurité et de la sûreté chimique (RSSC)

Algérie
Décembre 2011



SAND N° 2009-9395P
Sandia est un laboratoire multiprogramme géré par Sandia Corporation, filiale du groupe Lockheed Martin, pour le compte de la National Nuclear Security Administration, qui dépend du Département de l'Énergie des États-Unis, en vertu du contrat DE-AC04-84AL85000.





Introduction à la sécurité et à la sûreté chimique



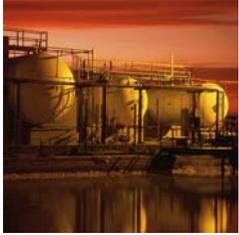
2




Pourquoi s'inquiéter des risques chimiques ?

- Les produits chimiques utilisés quotidiennement dans les laboratoires et les usines peuvent être dangereux.






3




Problèmes de santé potentiellement liés aux produits chimiques

<u>Produits chimiques</u>	<u>Maladies</u>
<ul style="list-style-type: none"> Chlorure de vinyle Amiante Tétrachlorure de carbone Mercur Plomb Thalidomide Méthanol CO, CS₂ 	<ul style="list-style-type: none"> Cancer du foie Mésotéliome Hépatotoxicité (jaunisse) Neurotoxicité (SNC, narcose) Agents toxiques pour la reproduction (anomalies congénitales) Agents toxiques pour la reproduction (anomalies du développement fœtal) Cécité, décès Toxicité hématopoïétique, hémoglobinopathie, cyanose



4



 **Mais la maladie dépend de nombreux facteurs...**

- ▶ Génétique
- ▶ Spécificité du produit chimique
- ▶ Mesures de protection utilisées
- ▶ Dose
- ▶ Concentration
- ▶ Durée d'exposition
- ▶ Mode de vie
- ▶ Environnement





 **Incendie à l'université de Californie à Santa Cruz**

- 11 janvier 2002 : environ 5h30 du matin, 4^e étage du bâtiment du labo Sinsheimer, dépt. de biologie moléculaire, cellulaire et développementale
 - Les pompiers répondent à une alarme déclenchée par le système de détection de chaleur du bâtiment.
 - Le feu est maîtrisé à midi.
 - Un inventaire à jour des matières dangereuses a permis aux pompiers de pénétrer dans le bâtiment et de contenir l'incendie.
 - Le bâtiment n'était pas équipé d'extincteurs automatiques à eau.



  <http://ehs.ncsc.edu/ehs/ehs/ehs/sinshfire2.htm>

 **Incendie à l'université de Californie à Santa Cruz (suite)**

- ▶ Professeurs et étudiants ont perdu des équipements, des notes, du matériel et des échantillons.
- ▶ Les autres laboratoires du bâtiment ont fermé pendant des semaines ou des mois.
 - Dégâts causés par l'eau et la fumée
- ▶ Les laboratoires touchés par l'incendie ont mis 2 ans à rouvrir leurs portes.
- ▶ L'origine du sinistre n'a jamais été identifiée.



 **Dangers environnementaux Séisme à California State Univ. Northridge**

- Magnitude de 6,7
- 17 janvier 1994 – 4h31 du matin
- 57 morts, 11 000 blessés
- Épicentre situé à quelques km du campus universitaire de Northridge





- Au vu des dangers posés par la présence de produits chimiques, les pompiers ont laissé brûler plusieurs incendies dans les bâtiments de science.
- Professeurs et étudiants ont perdu des équipements, des notes, du matériel et des échantillons

 Photos réalisées avec l'aimable autorisation de P.W. Weigand, Département de géologie de California State University, Northridge, Source : Earth Science World Image Bank <http://www.earthscienceworld.com> 



Collège Dartmouth : intoxication au diméthylmercure

- ▶ Karen Wetterhahn, professeur et directrice fondatrice du programme de recherche sur les métaux toxiques de Dartmouth
 - experte dans les mécanismes de toxicité des métaux
- ▶ En 1996, elle a renversé quelques gouttes de diméthylmercure sur sa main gantée
 - Elle a nettoyé immédiatement
 - Les gants en latex étaient considérés comme protecteurs
- Elle est tombée malade six mois plus tard et est décédée d'une intoxication aiguë au mercure à l'âge de 48 ans



Dégagement de produits chimiques d'une usine de pesticides à Bhopal

- Une des pires catastrophes chimiques de l'histoire, décembre 1984
- Environ 40 tonnes d'isocyanate de méthyle s'échappent de l'usine Union Carbide (qui fabrique le Sevin) au milieu de la nuit
- En raison de la faiblesse de la demande locale de pesticides, l'usine tournait au ralenti
- Matériel endommagé ou désactivé, y compris le système de sécurité
 - Mesures et équipements de sécurité nettement inférieurs aux normes américaines
- Usine située dans une zone fortement peuplée



© "The Bhopal disaster and its aftermath: a review", Edward Broughton, *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 4:6, <http://www.ehjournal.net/content/4/1/6>, consulté en 12/07

10



Vidéo sur la sécurité chimique : dangers des réactifs



11



Incendie provoqué par du silane à Taiwan



- ▶ Usine de cellules solaires Motech Industries, Parc Industriel de Tainan
 - 1 mort
 - Dégâts chiffrés à 1,3 million de \$ US
 - Explosion d'un mélange silane/air
 - Un opérateur répond à une alarme de l'armoire à gaz
 - L'explosion s'est produite lorsqu'il a ouvert l'armoire à gaz
 - L'incendie a pu être maîtrisé au bout d'une heure
 - Déversement d'autres bouteilles de SiH_4 et de NH_3
 - Novembre 2005



 **Les accidents chimiques sont désormais sujets à des contrôles et des investigations plus strictes**

- ▶ Amélioration des réglementations nationales
- ▶ Amélioration des réglementations internationales
 - IATA
 - GHS
 - REACH
- ▶ Problèmes environnementaux après les catastrophes naturelles
 - tremblements de terre, cyclones, ouragans, inondations
- ▶ Sensibilisation accrue du public
- ▶ Couverture médiatique plus importante
- ▶ Moins de tolérance de la part du public




  13

 **Pourquoi s'inquiéter des risques chimiques ?**

- ▶ Santé des travailleurs
- ▶ Sécurité des travailleurs
- ▶ Sécurité de la population
- ▶ Protection de l'environnement



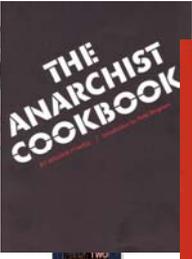
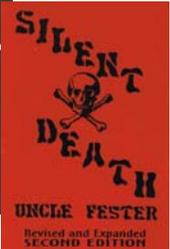

...c'est notre devoir !

  14

 **Pourquoi s'inquiéter des risques chimiques ?**

- Tout au long de l'histoire, des hommes ont volontairement utilisé des produits chimiques pour nuire à leurs semblables.
- Les informations sur leur acquisition et leur transport sont faciles à obtenir :



  15

 **Aum Shinrikyo : Matsumoto et Tokyo, Japon**

- **Attentat au gaz sarin contre des juges à Matsumoto en juin 1994**
 - Le sarin a été vaporisé d'un camion pendant la nuit
 - 7 morts, 144 blessés
- **Attentat au sarin dans le métro de Tokyo en mars 1995**
 - 11 sacs contenant chacun 600 g dans 3 grandes lignes de métro
 - 12 morts, 3938 blessés
- **Attentat à l'acide cyanhydrique dans le métro de Tokyo en mai 1995**
 - Sacs de NaCN et d'acide sulfurique
 - Aucun mort, 4 blessés



 Photo : affiche des suspects tirée de Wikipedia Commons  16



Aum Shinrikyo : Tokyo, Japon





17



Aum Shinrikyo : Matsumoto et Tokyo, Japon (suite)

- ▶ Recrutait de jeunes scientifiques issus des meilleures universités japonaises.
- Fabriquaient du sarin, du tabun, du soman et du VX.
- Achat de tonnes de produits chimiques par le biais d'entreprises détenues par la secte.
- Motivations : réaliser une prophétie religieuse, éliminer des opposants, entraver les procédures judiciaires et les enquêtes de police.





18



Chicago, Illinois, États-Unis

- ▶ En mars 2002, un anarchiste se faisant appeler Dr Chaos a été retrouvé à 2h du matin dans un bâtiment de l'université de l'Illinois, à Chicago, transportant du cyanure de sodium.
- ▶ Il avait également stocké des produits chimiques dans un local du métro de Chicago
 - récipients étiquetés sulfate de mercure, cyanure de sodium, cyanure de potassium et chlorate de potassium
 - 115 g de cyanure de potassium et 410 g de cyanure de sodium
 - volés dans un entrepôt abandonné appartenant à une société de produits chimiques
 - 15 fûts et 300 bonbonnes contenant divers produits chimiques de laboratoire y ont été découverts
- ▶ Condamné à une peine de prison pour « possession d'une arme chimique », plus d'autres chefs (entrave au fonctionnement d'équipements électriques, de systèmes de contrôle du trafic aérien, de systèmes informatiques et de systèmes de diffusion, et incendie volontaire).



<http://cns.miss.edu/db/wmdt/incidents/1190.htm>, consulté en 12/07




19



Irak



- **Nombreux incidents engendrés par l'explosion de bouteilles de chlore déclenchée par des explosifs**
 - Chlore probablement volé/détourné, provenant d'usines de production d'eau potable ou d'exploitation pétrolière
 - Nombreuses victimes civiles et non combattantes
- **Le chlore a été utilisé comme arme chimique pour la première fois pendant la 1^{ère} Guerre Mondiale .**

Le 23 mars 2007, la police du district de Jazeera à Ramadi a saisi un camion contenant « cinq barils de 1000 gallons (3785 l) remplis de chlore et plus de deux tonnes d'explosifs ».

Extrait de http://www.longwarjournal.org/archives/2007/03/al_qaedas_chlorine_w.php téléchargé en janvier 2008.




20



Sûreté chimique

Le secrétaire à la sécurité intérieure, Michael Chertoff, a déclaré devant l'American Chemistry Council, le 21 mars 2006 :

« Aujourd'hui, l'industrie chimique est certainement l'un des principaux domaines d'infrastructure dont nous devons nous préoccuper. En regardant l'ensemble des opérations menées par al-Qaeda depuis des années, on constate qu'ils ont toujours essayé, chaque fois que c'était possible, de tirer parti de nos propres technologies pour les utiliser contre nous. Ils ont transformé des avions de ligne en armes. Ils ont essayé d'utiliser nos substances chimiques et nos produits pour commettre des attentats à l'explosif contre nos populations. Et bien évidemment, l'une des préoccupations est qu'une partie de notre infrastructure abrite des produits chimiques qui pourraient, s'ils sont enflammés correctement, provoquer des ravages considérables dans une zone peuplée, que ce soit à la suite d'une explosion à grande échelle ou d'inhalations toxiques... »




21



Pourquoi s'inquiéter des risques chimiques ?

- Santé et sécurité des personnes et protection de l'environnement
- Relations avec la population
- Réduire le risque de libération accidentelle de produits chimiques
- Éviter de perdre et d'endommager les laboratoires et équipements
- Empêcher les criminels et terroristes d'avoir accès à des produits chimiques dangereux
 - Large éventail de produits chimiques utilisés
 - Large éventail de motivations pour les actes perpétrés
- Une attaque délibérée contre une installation chimique peut entraîner le dégagement d'une grande quantité de produits dangereux.
 - Faire des blessés ou des morts dans les alentours
 - Provoquer des pertes d'emplois et détruire des actifs économiques




22



Les questions de sécurité et de sûreté sont similaires

<u>Variables</u>	<u>Protéger</u>
<ul style="list-style-type: none"> ▶ De nombreux produits chimiques avec : <ul style="list-style-type: none"> ◦ des propriétés différentes ◦ des dangers différents ◦ des applications différentes ▶ Une multitude de mauvais usages des produits chimiques <ul style="list-style-type: none"> – armes chimiques – poisons 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ les travailleurs ▶ les installations ▶ la population ▶ l'environnement





23



Réglementation des pouvoirs publics sur la sûreté chimique

- Différente d'un pays à l'autre
- Législation nécessaire pour respecter les dispositions de la Convention sur les armes chimiques
 - Chaque pays adopte des lois appropriées
 - Chaque pays doit déclarer certains produits chimiques et assurer leur suivi
- Résolution 1540 des Nations Unies
- Autre législation sur le contrôle des exportations







24



Questions importantes :

Comment votre pays **réglemente-t-il** et **contrôle-t-il** la sécurité et la sûreté chimique ?

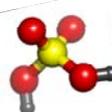
...Est-ce efficace ?

...Y aurait-il des améliorations à faire ?

...Lesquelles ?




25



Pause



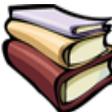

26




Principes fondamentaux de la sécurité chimique en laboratoire




27

Références

« Safety in Academic Laboratories, Vol.1 & 2 », American Chemical Society, Washington DC, 2003, également disponible en ligne :
http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_SUPERARTICLE&node_id=2230&use_sec=false&ec_url_var=region1&_uuiid=ef91c89e-8b83-43e6-bcd0-ff5b9ca0ca33

« Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals », National Academy Press, 1995, également disponible en ligne :
http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4911




28



Définitions

29





Sécurité chimique en laboratoire

- *Contrôle de l'exposition à des substances potentiellement dangereuses pour atteindre un risque d'exposition faible considéré comme acceptable*



30





Sécurité chimique en laboratoire

Danger - *potentiel de nuisance*



Nous voulons éviter ceci

Risque - *probabilité que la nuisance se produira*

31





Dangers des laboratoires chimiques

- **Dangers chimiques**
 - poussières, fumées, brouillards, vapeurs, gaz
- **Dangers physiques**
 - incendie, dangers électriques, irradiation, pression, vibrations, températures, bruit
- **Dangers ergonomiques**
 - mouvement répétitif (pipetage), transport, espaces de travail (ordinateurs, instruments)
- **Dangers biologiques**
 - pathogènes, sang ou liquides corporels



32






Sécurité chimique en laboratoire

fondée sur le principe de

l'hygiène industrielle

- Anticipation, identification, évaluation et contrôle des dangers sanitaires dans l'environnement de travail afin de préserver la santé et le bien-être du personnel et de protéger la population et l'environnement




33



Sécurité chimique en laboratoire

↓

Principes d'hygiène industrielle

Anticipation	}	Dangers chimiques
Identification		Dangers physiques
Évaluation		Dangers ergonomiques
Contrôle		Dangers biologiques




34



Anticipation

Priorité à la sécurité !

Prendre en compte la sécurité d'abord, c'est :

- plus facile,
- plus économique,
- plus sûr

... et cela fait gagner du temps !






35



Anticipation

Planification des expériences en amont :

Détailier l'expérience proposée

Obtenir les informations de sécurité
FDS, REACH

Consulter le RSSC ?





36



Anticipation

Analyse des risques

- ▶ Quels produits chimiques ?
- ▶ Quelle quantité ?
- ▶ Besoin d'équipements spécifiques ?
- ▶ Qui réalise le travail ?
- ▶ Le personnel est-il correctement formé ?
- ▶ Existe-t-il un risque d'accident ?
- ▶ Existe-t-il un plan d'urgence ?





37



Identification



Types de dangers propres aux laboratoires :

- toxicité chimique
- incendie/explosion
- dangers physiques
- dangers biologiques
- irradiation
- substances spéciales








38



Identification et évaluation

Quels sont les risques anticipés ?

- Les équipements et les installations sont-ils adaptés ?
- Le personnel est-il correctement et suffisamment formé ?
- Quels sont les risques en cas d'accident ?
- Existe-t-il un plan d'urgence ?





39



Contrôle

Comment les risques sont-ils contrôlés ?

- Mesures techniques :
 - enceinte / isolation
 - ventilation / hottes
- Plan d'urgence
- Équipement de protection individuelle (EPI)





40



Identification des dangers chimiques en laboratoire

CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

41

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



Toxicité chimique



Aiguë (court terme, poisons, allergènes respiratoires)
cyanure
strychnine

Chronique (long terme, cancérigènes, toxicité reproduction)
chlorure de vinyle (cancer du foie)
amiante (mésothéliome, cancer du poumon)
thalidomide (anomalies congénitales, anomalies du développement fœtal)

CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

42

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



Voies d'exposition

Zone de respiration

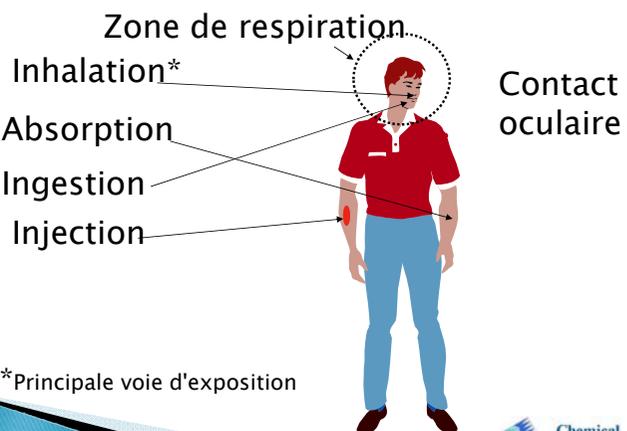
Inhalation*

Absorption

Ingestion

Injection

Contact oculaire



*Principale voie d'exposition

CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

43

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



Dangers d'incendie et d'explosion






CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

44

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Dangers physiques et ergonomiques

- ▶ Manipulation de pièces non isolées, pincements, courroies de pompe à vide
- ▶ Bris de verres et objets pointus, coupures
- ▶ Appareil sous pression
- ▶ Conteneurs sous vide
- ▶ Vases de Dewar
- ▶ Équipement haute tension
- ▶ Postes informatiques
- ▶ Faux pas, trébuchements et chutes



Prendre des précautions lors de la manipulation de la verrerie et de l'électricité



CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

45

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Dangers biologiques

- Pathogènes du sang
 - SIDA, VIH, hépatite, labos de chimie clinique
- ADN recombinant
Conception génétique, clonage
- Travaux avec des animaux
 - Zoonoses, maladies transmises par les animaux



BIOHAZARD
SUBMITTALS TO ANTICIPATED PERSONNEL ENTRY
Hazardous Materials

CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

46

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Dangers d'irradiation




Rayonnement ionisant :
alpha α , bêta β , gamma γ ,
rayons X, neutrons

Isotopes radioactifs :
tritium, H-3, carbone, C-14,
soufre, S-35, phosphore, P-32/33,
iode, I-135



CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

47

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Dangers d'irradiation



Rayonnement non ionisant :

- Ultraviolet (spectromètres UV)
- Magnétique (RMN, IRM)
- Micro-ondes
(danger pour les porteurs de stimulateur cardiaque)
- Lasers
(protection oculaire requise)




CSP
CHEMICAL SAFETY
TRAINING PROGRAM

48

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Substances chimiques spéciales

Substances contrôlées :
médicaments réglementés, substances psychotropes (hallucinogènes), héroïne



Produits chimiques hautement toxiques :
gaz neurotoxique, phosgène, agents anti-émeute, agents de guerre chimique



 49 

Évaluation et contrôle

- Pratiques administratives
politiques organisationnelles
- Pratiques de fonctionnement
pratiques de travail
- Mesures techniques
ventilation, barrières de protection



 50 

Pratiques administratives



politiques organisationnelles de sécurité
applicables à tous

 51 

Politiques de sécurité en laboratoire



- ❖ Disposer d'un guide de sécurité
 - Ne jamais travailler seul, en particulier en dehors des heures habituelles.
 - Préciser les cas où une protection oculaire et un EPI sont nécessaires.
 - Préciser les opérations requérant l'utilisation d'une hotte.
 - Préciser la formation requise.
 - Pipetage à la bouche interdit.
 - Cheveux longs ou pendentifs à proscrire.

 52 

Politiques de sécurité en laboratoire

- ▶ Interdiction de manger, boire et fumer dans les laboratoires
- ▶ Étiqueter tous les récipients contenant des produits chimiques
- ▶ Placer une étiquette sur les réfrigérateurs interdisant le stockage d'aliments ou de boissons
- ▶ Placer une étiquette de mise en garde contre le risque d'explosion sur les réfrigérateurs
- ▶ Effectuer périodiquement des exercices d'évacuation en cas d'incendie.



CSP
Chemical Safety
SAFETY AND SECURITY TRAINING

53

Pratiques de fonctionnement

Procédures de sécurité en laboratoire :

- ▶ Ouverture des colis seulement au laboratoire, et non pas à la réception
- ▶ Formation du personnel de réception pour identifier les signes de bris et/ou de fuite des produits livrés
- ▶ Le service de réception est équipé de kits de nettoyage pour les déversements
- ▶ Alerte du service du courrier/de réception en cas de livraisons suspectes



CSP
Chemical Safety
SAFETY AND SECURITY TRAINING

54

Procédures de sécurité en laboratoire

Utilisation correcte des hottes :

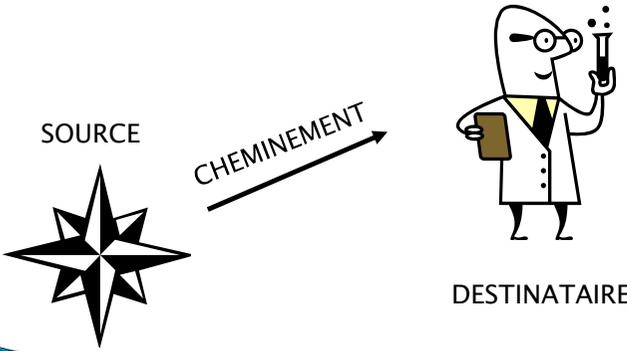
- Travailler dans la hotte, à 15 cm de la face
- Travailler au centre de la hotte
- Face ouverte à une hauteur de 45 cm
- Fermer la face après utilisation
- Ne pas utiliser pour le stockage



CSP
Chemical Safety
SAFETY AND SECURITY TRAINING

55

Mesures techniques



CSP
Chemical Safety
SAFETY AND SECURITY TRAINING

56



Mesures techniques

1. Modifier le procédé
éliminer le danger




2. Substitution
une substance non dangereuse à la place
d'une substance dangereuse
(toluène à la place du benzène par exemple)



57




Mesures techniques

3. Isoler ou confiner le procédé ou le personnel
Utiliser une barrière de protection




4. Ventilation
Dilution (ventilation générale) – à proscrire
Ventilation par échappement localisé –
préférable



58




Mesures techniques



Fonctionnement et utilisation corrects !
Les hottes de laboratoire et la ventilation sont la base des mesures techniques.



59




Hottes de laboratoire

Doivent être correctement utilisés et entretenues





60



 **Mesures techniques**

La ventilation par échappement localisé inclut :

les tubes d'aspiration



61

 **Mesures techniques**

La ventilation par échappement localisé inclut : *les enceintes ventilées*



62

 **Mesures techniques**

L'échappement localisé inclut :

les dispositifs de confinement spéciaux

(boîtes à gants notamment)



63

 **Mesures techniques**

L'échappement localisé inclut :

les dispositifs de confinement spéciaux

(exemple : chambres d'isolement)



64



Mesures techniques

Le système de ventilation ne doit pas être bloqué ou dévié vers le bas, mais doit assurer une évacuation à la verticale




65




Équipement de protection individuelle

L'EPI inclut :



protection oculaire,
gants,
blouse de laboratoire, etc.
respirateur,
protection des pieds adaptée




66




Planification et intervention d'urgence

- Effectuer régulièrement des exercices d'évacuation non annoncés.
- Désigner un responsable pour chaque zone afin de garantir l'évacuation des locaux.
- Choisir une zone de rassemblement à l'extérieur située à une distance suffisante du bâtiment.
- Tester et entretenir les alarmes.
- Désigner une personne chargée d'accueillir/orienter les véhicules de secours.





67




Planification et intervention d'urgence

Afficher dans chaque local :

Les numéros de téléphone d'urgence
Les numéros de téléphone après fermeture
La ou les personnes à contacter
Les coordonnées d'une ou plusieurs autres personnes
Des procédures uniques à suivre



68





Aspects de la sûreté chimique

Produits chimiques à double usage

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

69



Prise de conscience des produits chimiques à double usage

Produits chimiques à double usage : Produits chimiques utilisés dans l'industrie ou dans la vie quotidienne, susceptibles d'être détournés à des fins malveillantes



CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

70



Exemple de produit chimique à double usage : la pseudoéphédrine

- Composant couramment présent dans les médicaments contre le rhume
- Précurseur de la méthamphétamine en cristaux
- Recettes de conversion disponibles sur le Web



- Laboratoires de méthamphétamine clandestins aux USA en 2002**
 - À l'origine de 194 incendies, 117 explosions et 22 morts
 - Coûts de nettoyage : 23,8 millions de \$
 - Effets des déversements :
 - mort du bétail
 - contamination de cours d'eau
 - grands espaces dévastés (arbres morts et perte de végétation)



Laboratoire illicite de méthamphétamine

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

71



Exemple de produit chimique à double usage : Cyanure



Therence Koh/AFP/Getty Images

- Largement utilisé dans l'industrie minière et dans le secteur du placage des métaux, mais également poison bien connu
- Manipulation frauduleuse*
 - Gélules de Tylenol
 - imprégnées de KCN
 - 7 morts, automne 1982, Chicago, Illinois, USA
 - Adoption du conditionnement inviolable
- Populaire parmi les criminels et les terroristes, car relativement facile à obtenir
- Le HCN est une arme chimique



CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

72

Exemple de produit chimique à double usage : les pesticides

- Largement répandus dans la vie courante et en agriculture, mais aussi utilisés comme poison.
 - ▶ Dushuqiang (raticide puissant)
 - Interdit en Chine au milieu des années 80, mais était encore disponible
 - Nanjing, Chine, sept. 2002
 - 38 personnes mortes empoisonnées par des aliments d'un magasin de restauration rapide, plus de 300 personnes malades
 - Motif : jalousie d'un concurrent
 - Hunan, Chine, sept. 2003
 - 241 personnes mortes empoisonnées par des gâteaux servis dans un restaurant scolaire
 - Motif et auteur inconnus
 - Tongchuan City, Shaanxi, Chine, avril 2004
 - 74 personnes empoisonnées par des galettes à l'oignon vert
 - Motif et auteur inconnus
 - 5 autres incidents rapportés entre 1991 et 2004

FIGURE. Emballage d'un raticide chimique employé dans l'empoisonnement d'une partie de la ville de New York, États-Unis, 2001.
Photo/Centre antiterroriste de la ville de New York (États-Unis)

Ann. Emerg. Med., Vol. 45, pg. 609, juin 2005

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

73

De nombreux produits chimiques de laboratoire/industriels ont un double usage

- ▶ **Méthylphosphonate de diméthyle**
 - Ignifuge utilisé pour :
 - les matériaux de construction, les équipements de transport, l'électricité, l'ameublement
 - Précurseur d'agents neurotoxiques
- ▶ **Thiodiglycol**
 - Support de teinture, solvant pour encres, lubrifiant, cosmétique, médicaments contre l'arthrite, plastiques, stabilisants, anti-oxydants, photographie, photocopie, antistatique, époxydes, revêtements, placage des métaux
 - Précurseur du gaz moutarde
- ▶ **Trichlorure d'arsenic**
 - Catalyseur dans la fabrication des CFC, précurseur pour des semi-conducteurs, intermédiaire pour les produits pharmaceutiques, insecticides
 - Précurseur de la lewisite

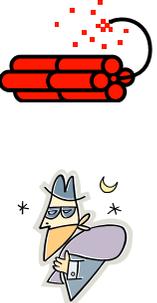
Source : Convention sur les armes chimiques : Manuel du Programme d'Assistance de Mise en œuvre (sur CD-ROM)

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

74

Produits chimiques à double usage : les explosifs

- ▶ Vol d'explosifs conventionnels
 - Fournisseurs de produits chimiques
 - Utilisateurs : industrie minière ou chantiers de construction
- ▶ Détournement de produits chimiques industriels/de laboratoire
 - Fournisseurs de produits chimiques
 - Usines chimiques
 - Laboratoires d'enseignement universitaire ou de recherche
 - Décharges



CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

75

Vol/fabrication d'explosifs : la bombe à base d'engrais

- ▶ Nitrate d'ammonium (engrais agricole) mélangé avec du carburant (gazole, kérosène)
- ▶ Utilisé dans l'attentat du bâtiment Alfred P. Murrah à Oklahoma City, OK, USA
 - avec du nitrométhane et des explosifs commerciaux
 - 168 morts, dont des enfants
 - avril 1995
- ▶ Privilégié par l'IRA, les FARC, l'ETA, etc.



Photo : département américain de la Défense

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

76



Organismes internationaux de contrôle des produits chimiques



ORGANISATION POUR L'INTERDICTION DES ARMES CHIMIQUES

Convention sur les armes chimiques

The Australia Group

Contrôles des exportations

Résolution 1540 du Conseil de Sécurité des Nations Unies




81



Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC)



- ▶ Organisme international siégeant à La Haye, Pays-Bas
 - <http://www.opcw.org/fr/>
- ▶ Convention sur les armes chimiques (CAC)
 - Traité international qui interdit la mise au point, la fabrication, le stockage, le transfert et l'emploi d'armes chimiques
- ▶ Encourage la coopération internationale et l'usage des produits chimiques à des fins pacifiques
- ▶ Protection mutuelle





82



Convention sur les armes chimiques (CAC)



- ▶ Traité international qui interdit la mise au point, la fabrication, le stockage, le transfert et l'emploi d'armes chimiques
 - Entrée en vigueur en avril 1997, ratifié par 87 états
 - Aujourd'hui : 183 nations y participent, 5 autres l'ont signé et seulement 7 n'ont pas pris position.
 - Chaque nation promulgue des lois appropriées
 - Chaque nation accepte de porter assistance à d'autres états membres






83



CAC : détruire les stocks et les installations existants



- ▶ Douze états ont déclaré des installations de fabrication d'armes chimiques.
 - Bosnie-Herzégovine
 - Chine
 - France
 - Inde
 - République islamique d'Iran
 - Japon
 - Libye
 - Fédération de Russie
 - Serbie
 - Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord
 - États-Unis d'Amérique
 - Un autre état
- ▶ Depuis août 2007, sur 65 installations de fabrication d'armes chimiques déclarées, 42 ont été certifiées comme ayant été détruites, et 19 ont été converties à des usages pacifiques.
- ▶ Depuis août 2007, 23 912 tonnes d'armes chimiques ont été détruites sur 71 330 tonnes déclarées.
- ▶ Le 11 juillet 2007, l'OIAC a confirmé la destruction de la totalité du stock d'armes chimiques en Albanie.
- ▶ Sont incluses les munitions chimiques anciennes et abandonnées.




84



CAC : prévenir la prolifération ou la fabrication de nouvelles armes chimiques



- ▶ Les états déclarent et autorisent les inspections de nombreuses autres installations chimiques, en fonction de la substance chimique et de la quantité produite
- ▶ Plus de 3 000 inspections ont été effectuées sur 200 sites liés à des armes chimiques et sur plus de 850 sites industriels dans 79 états depuis avril 1997
- ▶ Dans le monde, plus de 5 000 installations industrielles sont susceptibles d'être inspectées






85



CAC : tableaux de produits chimiques soumis à des mesures de vérification




- ▶ Tableau 1 :
 - Agents de guerre chimique connus
 - Produits chimiques hautement toxiques, étroitement apparentés ou précurseurs
 - Peu ou pas d'applications pacifiques
- ▶ Tableau 2 :
 - Suffisamment toxique pour être utilisé comme arme chimique
 - Précurseur ou important dans la fabrication d'un produit chimique inscrit au tableau 1
 - N'est pas fabriqué en grandes quantités industrielles à des fins pacifiques
- ▶ Tableau 3 :
 - Utilisé par le passé comme arme chimique
 - Précurseur ou important dans la fabrication d'un produit chimique inscrit au tableau 1 ou 2
 - Fabriqué en grandes quantités industrielles à des fins pacifiques
- ▶ Produits chimiques organiques définis non inscrits
- ▶ Listes de produits chimiques inscrits disponibles ci-après : également dans les documents du CD-ROM




86



CAC : obligations de déclaration



- ▶ L'utilisation/le transfert de ces produits chimiques sont autorisés pour la recherche scientifique et à des fins médicales et pharmaceutiques.
- ▶ Les obligations de déclaration dépendent du type d'installation, ainsi que du type et de la quantité de produit chimique.
 - Les « autres installations », telles que définies dans les documents de la CAC, sont celles qui nous intéressent ici
 - Quantités de produits chimiques à partir desquelles les autorités nationales doivent autoriser les travaux et déclarer votre établissement chaque année auprès de l'OIAC :
 - Tableau 1 : 100 g (agrégat)
 - Tableau 2 : 1 kg de 2A*, 100 kg de 2A autres, 1 t de 2B
 - Tableau 3 : 30 t
 - Produits chimiques organiques définis non inscrits : 30 ou 200 t (chiffre le plus bas s'il contient P, S ou F)

Avertissement :
votre pays pourrait exiger la déclaration de quantités plus faibles !




87



OIAC : encourage la coopération internationale pour l'usage des produits chimiques à des fins pacifiques




- ▶ Programme des chercheurs associés
- ▶ Stage de développement des compétences analytiques
- ▶ Programme de soutien aux conférences
- ▶ Programme de soutien aux projets de recherche
- ▶ Programme de soutien aux stages
- ▶ Programme d'aide aux laboratoires
- ▶ Programme de transfert de matériel




88



OIAC : Protection mutuelle

- ▶ Chaque état membre peut solliciter l'assistance d'autres états membres en cas de menace ou d'attaque, notamment de terrorisme chimique
- ▶ Il peut s'agir de compétences, de formations, de matériels et/ou d'équipements




CSP
CENTRE NATIONAL
CHIMIE ET SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

89



Groupe d'Australie

- ▶ Accord informel pour minimiser les risques de contribuer à la prolifération des armes chimiques et biologiques (ACB)
 - Harmoniser les mesures sur les licences à l'exportation prises par les pays participants
 - Créé en 1985 lorsque l'on a découvert que le programme de développement d'armes chimiques irakien avait détourné des produits chimiques et du matériel du commerce licite
- ▶ 40 nations et la Commission européenne y participent

CSP
CENTRE NATIONAL
CHIMIE ET SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

90



Groupe d'Australie : contrôles des exportations

- ▶ Contrôles des exportations de :
 - Plus de 63 produits chimiques précurseurs d'arme chimique
 - Équipements et installations de fabrication de produits chimiques à double usage et technologie connexe
 - Équipement biologique à double usage et technologie connexe
 - Agents biologiques
 - Pathogènes végétaux
 - Pathogènes animaux
- ▶ Inclut une politique de respect mutuel des refus d'exportation (no-undercut policy).
 - Les pays s'engagent à ne pas autoriser une exportation qu'un autre état membre a refusée



CSP
CENTRE NATIONAL
CHIMIE ET SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

91



Résolution 1540 du Conseil de sécurité des Nations Unies

- ▶ Adoptée à l'unanimité le 28 avril 2004
- ▶ Les états membres doivent :
 - « s'abstenir d'apporter un appui, quel qu'en soit la forme, à des acteurs non étatiques qui tenteraient de mettre au point, de se procurer, de fabriquer, de posséder, de transporter, de transférer ou d'utiliser des armes nucléaires, chimiques ou biologiques ou leurs vecteurs ».
 - « mettre en place des dispositifs intérieurs de contrôle destinés à prévenir la prolifération des armes nucléaires, chimiques ou biologiques ou de leurs vecteurs, y compris en mettant en place des dispositifs de contrôle appropriés pour les éléments connexes ».
- ▶ Une meilleure coopération internationale dans ces domaines est encouragée, en vertu du et en encourageant le respect universel des traités internationaux existants de non-prolifération.

CSP
CENTRE NATIONAL
CHIMIE ET SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

92



Composantes de la sûreté chimique

93





Questions sur la sûreté chimique

- Votre installation est-elle sécurisée ?
- Serait-il facile de voler des produits chimiques ?
- Les salles de travail, entrepôts, salles de classe et laboratoires sont-ils toujours fermés à clé et sécurisés ?
- Y a-t-il toujours quelqu'un lorsque ces locaux sont ouverts ?
- Vérifiez-vous qu'aucun article ne manque lors de la réception de commandes de produits chimiques ?

94






Composantes de la sûreté chimique

- Sûreté physique du site
- Gestion du personnel
- Sécurité de l'information
- Gestion des activités de sûreté chimique
- Attribution des responsabilités de sûreté chimique
- Élaboration de plans d'urgence
- Formation à la sûreté chimique

Objectif : s'assurer que vous n'aidez pas accidentellement un criminel ou un terroriste à se procurer des produits chimiques dangereux

95





Sûreté chimique : site physique

CONSERVEZ SOUS CLÉ !!

Substances contrôlées

Agents posant un risque de
sécurité et de sûreté chimique

Produits chimiques hautement
toxiques

96










Caractérisation de l'installation



Caractérisez l'installation comme suit :

- Périmètre du site
- Bâtiments (construction et systèmes de CVC)
- Agencement des salles
- Points d'accès
- Processus se déroulant au sein de l'installation
- Systèmes de protection existants
- Conditions de fonctionnement (horaires de travail, horaires de fermeture, urgences éventuelles)
- Mesures de sécurité
- Effectifs et types d'employés
- Aspects légaux et réglementaires




97



Caractérisation de l'installation

La caractérisation de l'installation fournit des données importantes qui :

- identifient les lieux et les actifs à protéger
- déterminent les composants du système de protection existant déjà présents dans l'installation
- documentent l'agencement de l'installation à des fins d'analyse




98



Définition des menaces

Classes de menaces :



- Externes : pas d'accès autorisé
- Internes : accès autorisé
- Collusion entre externes et internes




99



Identification des cibles

- Déterminez les cibles possibles des actes suivants :
 - Sabotage
 - Identifiez les zones cruciales à protéger
 - Vol de produits chimiques
 - Vol d'informations
 - Identifiez l'emplacement des documents/matières à protéger







100



Sûreté chimique : gestion du personnel

- Protection contre les menaces *internes et externes*
- Qui contrôle les personnes pénétrant dans le bâtiment ?
- Qui a les clés ? Qui a l'autorisation d'entrer ?
 - Bâtiment
 - Entrepôt
 - Laboratoires individuels
- Lorsqu'une personne s'en va, vérifiez-vous qu'elle redonne les clés ?
 - Il faut empêcher que certains se fassent faire un double des clés





101



Sûreté chimique : sécurité de l'information

- Comment tenez-vous l'inventaire des produits chimiques ?
 - Les informations sont-elles sécurisées pour que des personnes non autorisées ne puissent pas les accéder ou les modifier ?
- Sauriez-vous si :
 - des produits chimiques toxiques disparaissent dans la nuit ?
 - des produits chimiques toxiques n'étaient pas livrés comme prévu ?
 - quelqu'un commandait des produits chimiques au nom de votre établissement, mais les détournait ?





102



Sûreté chimique : affectation des responsabilités

- Identifiez les personnes responsables des diverses activités de sûreté chimique :
 - Sûreté physique, modifications des bâtiments
 - Suivi et déclaration des produits chimiques
 - Gestion du personnel et de l'accès
 - Sécurité de l'information
 - Plan d'urgence
- Veillez à ce qu'ils aient le temps et les ressources nécessaires pour faire leur travail.
- À coordonner avec les responsabilités de sécurité chimique





103



Sûreté chimique : comportement des professionnels

- Les professionnels des produits chimiques utilisent leurs connaissances scientifiques de manière responsable.
- Les enseignants de cette discipline doivent apprendre à leurs élèves à utiliser leurs connaissances scientifiques de manière responsable.






104



Rapports entre sûreté chimique et sécurité chimique




105



Rapports entre sécurité et sûreté chimique

- **Sécurité chimique** : protection contre les accidents
- **Sûreté chimique** : protection contre la malveillance délibérée

De nombreuses mesures de sécurité et sûreté chimique sont identiques, mais il existe quelques contradictions.






106



Bonnes pratiques applicables à la sécurité et à la sûreté chimique

- **Limitez au maximum l'utilisation de produits chimiques dangereux.**
 - Remplacez-les si possible par des produits moins dangereux.
 - Réduisez la taille des expériences.
- **Limitez au maximum les stocks de produits chimiques dangereux.**
- **Limitez l'accès aux produits chimiques dangereux.**
 - Sachez ce dont vous disposez.
 - Sachez stocker, manipuler et éliminer ce dont vous disposez.
 - Sachez qui a accès aux matériels, connaissances et compétences.
- **Élaborez un plan d'action en cas d'urgence.**





107



Contradictions entre la sécurité et la sûreté chimique : échange d'informations

La recherche scientifique implique généralement un vaste échange d'informations, mais cela n'est pas toujours souhaitable.

- **Sécurité**
 - Étiquetez systématiquement pour permettre à tous de reconnaître les produits chimiques dangereux.
 - Informez la population générale et en particulier les services d'aide médicale d'urgence sur les dangers chimiques existants.
 - Diffusez des informations sur le risque chimique afin d'alerter la population.
- **Sûreté**
 - Les étiquettes facilitent l'identification des cibles lors d'un vol ou d'un attentat.
 - La communication de l'emplacement des produits chimiques peut faire connaître des cibles et encourager le vol ou l'attentat.
 - La diffusion d'informations sur le risque chimique pourrait favoriser des comportements nuisibles (criminels par imitation).




108



Contradictions entre la sécurité et la sûreté chimique : sorties



Le verrouillage des portes de sortie contribue à la sûreté, mais pas à la sécurité.

- Pour des raisons de **sécurité**, le personnel doit pouvoir quitter l'installation rapidement et suivant plusieurs itinéraires.
- Pour des raisons de **sûreté**, il est nécessaire de contrôler les sorties et les entrées, afin d'empêcher le vol de produits chimiques (ou de matériel).

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

109



Définition des priorités

- **Les laboratoires doivent être sûrs, sécurisés et productifs.**
 - Les politiques et les pratiques doivent être suffisamment modulables pour tenir compte des incertitudes de la recherche.
 - Les politiques et les pratiques doivent être conformes à la législation, à la réglementation, aux pratiques et à la culture locales. On ne peut pas se contenter de copier ce qui se fait ailleurs.
- **Appliquez des mesures de sûreté et de sécurité en fonction des risques.**
 - On ne peut pas se permettre de lutter contre tous les dangers possibles et imaginables.
 - Identifiez les menaces, caractérisez les installations, étudiez les différentes solutions, analysez le rapport coûts/performance.
- **Soyez vigilant** et attentif à toute activité ou requête suspecte.

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

110



Toutes les installations chimiques doivent être sécurisées




- Petits laboratoires de recherche
 - Utilisation d'une grande variété de produits chimiques en petites quantités.
- Grandes usines de fabrication
 - Nombre limité de produits chimiques utilisés en grandes quantités.
- Les mesures de sûreté doivent correspondre au type d'installation et à la nature des menaces.
 - On ne peut pas se permettre de lutter contre toutes les menaces possibles et imaginables.

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

111



Déjeuner

CSP
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

112



Programme de sécurité et de sûreté chimique

Organisation et responsabilités




113



Programme de sécurité et de sûreté chimique Objectif

- Contribuer à créer un lieu de travail sûr et sécurisé
- Contribuer à protéger l'environnement
- Prévenir/réduire les dégagements de produits chimiques dangereux et leur manipulation
- Prévenir/réduire l'exposition du personnel
- Diminuer le stress
- Consolider les relations avec la population
- Se tenir en conformité avec la réglementation
- Gérer les crises





114



Gestion des crises : Prévention et intervention

- Crise affectant l'installation
 - Incendie
 - Explosion
 - Dégagement de produits chimiques
- Catastrophe naturelle
 - Tremblements de terre
 - Ouragans/typhons
 - Tsunamis
- Mécontentement du personnel
 - Employés actuels
 - Anciens employés
 - Étudiants
- Manifestations, actions de protestation
- Évacuation / réoccupation des lieux
- Terrorisme




115



Gestion des crises : Menaces criminelles et terroristes

- Sûreté externe
 - Clôtures
 - Caméras
 - Gardiens
- Sûreté interne
 - Vérifications des références du personnel
 - Employés, sous-traitants, étudiants
- Vol
 - Produits chimiques, matières
 - Équipements
- Attentat à la bombe
- Dégagement de produits toxiques




116



La sécurité et la sûreté chimique s'appliquent à tous




Administration
Ressources humaines
Service des achats
Installations
Construction
Police/agents de sûreté
Administration des services
Administration de la recherche
Employés
Étudiants
Sous-traitants
Tous les visiteurs




117



Personnel enseignant/investigateur principal

Sa responsabilité est

d'enseigner, de montrer par l'exemple et de promouvoir
de bonnes pratiques de sécurité et de sûreté chimique.




118



Responsabilités de l'investigateur principal en matière de SSC

- ▶ Élaborer avec le RSSC des procédures pour des dangers et des produits chimiques spécifiques (cancérogènes par exemple)
- ▶ Élaborer avec le RSSC des pratiques de contrôle adaptées
- ▶ Participer à la mise au point du plan de SSC, au comité de SSC et aux enquêtes sur les accidents
- ▶ Veiller à la mise à jour des documents et archives de SSC
- ▶ Tenir un inventaire local des produits chimiques pour le laboratoire
- ▶ S'assurer que les FDS sont disponibles dans le laboratoire
- ▶ Promouvoir le respect des politiques, recommandations et réglementations




119



Responsabilités de l'investigateur principal en matière de SSC (suite)

- ▶ Veiller à ce que les étudiants/employés connaissent et suivent les règles et les pratiques
- ▶ Veiller à l'entretien des équipements et des dispositifs de contrôle
- ▶ S'assurer que tous les étudiants/employés ont reçu une formation appropriée et des cours d'actualisation des connaissances
- ▶ S'assurer que tous les nouveaux étudiants/employés ont reçu une formation appropriée avant de commencer à travailler
- ▶ Informer le RSSC de tous les accidents et incidents
- ▶ Assurer un suivi de la situation après un accident ou un incident




120



Employés et étudiants

Leur responsabilité est
de soutenir et de s'impliquer
activement
dans le programme de SSC.





121



Responsabilités des employés/étudiants en matière de SSC

- Respecter les politiques/règles
- Porter un équipement de protection individuelle (EPI)
- Déclarer les accidents, les incidents/quasi-accidents et autres problèmes
- Connaître les dangers de produits chimiques spécifiques
- Proposer des changements et des améliorations
- Observer les règles de sécurité sur le lieu de travail
- Ne pas mettre autrui en danger
- Encourager les bonnes pratiques de sécurité et de sûreté
- Adopter un comportement responsable





122



Responsabilités des employés/étudiants en matière de SSC

- Comprendre et respecter les politiques et pratiques
- Porter et entretenir un EPI adapté
- Utiliser correctement les dispositifs de contrôle technique
- Adopter de bonnes pratiques de sécurité chimique
- Suivre les formations requises
- Lire et comprendre les documents liés à la SSC
- Déclarer les accidents et incidents
- Proposer des améliorations et des modifications du programme de SSC
- Participer au programme de SSC





123



Responsable de la sécurité et de la sûreté chimique

Sa responsabilité est de

fournir une expertise et des
informations
afin de garantir
un lieu de travail
sûr et sans danger pour la santé




124



Formation, expérience et compétences du RSSC

- **Chimie**
 - Nomenclature
 - Propriétés physiques
 - Réactivités
 - Compatibilités chimiques
- **Santé et sécurité (hygiène industrielle)**
- **Sûreté**
 - Installations
 - Produits chimiques
 - Équipements
 - Personnel
- **Psychologie**
 - Sens des relations humaines
- **Physique**
 - Ventilation
 - Rayonnement (ionisant, non ionisant)
 - Électricité
- **Biologie**
 - Sécurité biologique
 - ADN recombinant
 - Pathogènes du sang
- **Administration**
- **Capacités de rédaction**
- **Capacité d'expression/de présentation/de formation**




125



Responsabilités du RSSC

- Rendre compte directement à la direction
- Définir les grandes orientations en matière de sécurité et de sûreté
- Élaborer un budget
- Veiller à la rédaction et à la mise à jour des plans et des manuels
- Conseiller les cadres administratifs, le personnel, les employés, les étudiants
- Mener des inspections et des audits
- Enquêter sur les accidents et les incidents
- Gérer les problèmes et les préoccupations
- Participer au(x) comité(s) de sécurité et de sûreté chimique
- Veiller à la mise à jour des documents, des dossiers et des statistiques
- Élaborer des plans de formation à la SSC
- Connaître la réglementation et veiller à la conformité





126



Le rôle du RSSC est celui d'un collaborateur, *ET NON PAS* celui d'un agent des forces de l'ordre




127



Comité de sécurité et de sûreté chimique

Sa responsabilité est de superviser et contrôler le Programme de SSC pour la direction afin de garantir un lieu de travail sûr et sans danger pour la santé




128



Responsabilités du comité de sécurité et de sûreté

- ▶ Rend compte directement à la direction 
- ▶ Soutient les politiques
- ▶ Organise régulièrement (2 à 4 fois par an) des réunions avec un ordre du jour
- ▶ Passe en revue les accidents et les incidents, peut mener une enquête et rédiger des rapports assortis de recommandations
- ▶ Met sur pied des sous-comités appropriés pour étudier des sujets spécifiques

 129 



Composition du comité de sécurité et de sûreté

- ▶ Présidé par le personnel qui y siège
- ▶ Le RSSC est membre d'office
- ▶ Inclut des représentants :
 - de la gestion des installations
 - de la sûreté
 - de l'administration
 - des enseignants/du personnel
 - des assistants d'enseignement/des étudiants de 2^e et 3^e cycles
 - des commerçants/des syndicats
- ▶ Les représentants doivent être renouvelés au bout de quelques années

 130 



Responsabilité de la direction en matière de SSC

<p>Engagement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Établir un programme officiel de SSC ▶ Annoncer la création d'un programme de SSC ▶ Rédiger une déclaration de politique ▶ Désigner un responsable de la sécurité et de la sûreté chimique (RSSC) ▶ Prendre en charge un plan de SSC écrit (Manuel) ▶ Participer et intervenir selon les besoins 	<p>Soutien :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Soutien financier (budget) ▶ Recrutement ▶ Gestion/résolution des problèmes par <ul style="list-style-type: none"> ◦ la création d'un comité de SSC ▶ Intégrer la SSC dans les responsabilités de chacun <ul style="list-style-type: none"> ◦ La SSC est applicable à tous ◦ Spécifier la politique de SSC aux nouveaux employés ▶ Soutenir le personnel chargé de la SSC
--	--

 131 



Responsabilités de la direction en matière de SSC

DÉCLARATION DE POLITIQUE

Documente et décrit l'engagement et le soutien au plus haut niveau de direction en faveur du programme de sécurité et de sûreté

 132 

Objectif de la déclaration de politique

Établir et pérenniser un programme de sécurité et de sûreté chimique efficace afin de protéger :

- les employés
- les installations
- les populations avoisinantes
- l'environnement
- assurer la conformité avec la réglementation



CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ CHIMIQUE

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

133

Déclarations de politiques

- Faites par la direction
- En général brèves
- Objectifs clairs
- Engagement
- Définition du rôle des employés
- Identification des ressources et du personnel
- Signées par une personne responsable



CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ CHIMIQUE

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

134

Responsabilités du directeur/président en matière de SCC

- Mettre en place un programme de SCC efficace
- Allouer un budget
- Appuyer les politiques écrites, les plans et les manuels
- Désigner des RSSC
- Veiller à ce que le RSSC ait les moyens de réaliser les tâches qui lui sont confiées (responsabilité, autorité et obligation de rendre des comptes)
- Créer un comité de SCC
- Garantir le soutien et l'approbation
- Mettre en œuvre rapidement les recommandations du comité de sécurité
- Suivre et donner l'exemple (port d'un EPI notamment)



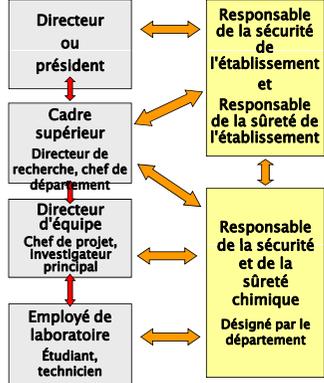
CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ CHIMIQUE

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

135

Modèles de rôles pour le programme de sécurité et de sûreté chimique

- La culture de la sécurité et de la sûreté chimique doit être présente à tous les niveaux de l'établissement.
- La direction définit la politique et affecte les ressources.
- Les employés, étudiants, chercheurs doivent comprendre et mettre en pratique.
- La multiplicité des interactions au sein de l'établissement est importante pour garantir la sécurité et la sûreté chimique.
 - D'après Fig. 1-1, Prudent Practices in the Laboratory, NRC 1995



CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ CHIMIQUE

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

136



Évaluation du programme de SSC

- ▶ Leadership de la direction
- ▶ Implication des employés
- ▶ Mesures administratives
- ▶ Mesures de sûreté
 - Accès aux bâtiments, matières
- ▶ Mesures techniques
- ▶ Enquête sur les accidents et les incidents
- ▶ Formation
- ▶ Port d'un équipement de protection individuelle (EPI)
- ▶ Programme d'intervention d'urgence
- ▶ Programme de surveillance médicale
- ▶ Analyse du lieu de travail
 - Inspections, inventaires, analyse des dangers



CSP Chemical Safety and Security Training

137



Tâches du responsable de la sécurité et de la sûreté chimique

CSP Chemical Safety and Security Training

138



Responsabilités du RSSC

- Inventaires**
- Analyses des dangers professionnels**
- Inspections**
- Formation**
- Surveillance médicale**
- Investigations**

CSP Chemical Safety and Security Training

139



Tâches du RSSC

- ▶ Superviser l'achat, l'utilisation, le stockage et l'élimination de matières dangereuses
- ▶ Définir des critères pour les seuils d'exposition
- ▶ Rédiger et actualiser un plan de SSC
- ▶ Former, documenter et veiller à la formation des personnels
- ▶ Effectuer une évaluation et un contrôle des risques
- ▶ Mener des audits et des inspections
- ▶ Déclarer et enquêter sur les accidents et les incidents
- ▶ Communiquer avec le personnel pour corriger les insuffisances
- ▶ *Effectuer un suivi* pour s'assurer de la rectification des erreurs et de la résolution des problèmes

CSP Chemical Safety and Security Training

140



Tâches du RSSC

- ▶ Consulter/conseiller les chefs de projet sur les questions de SSC
- ▶ Collaborer avec les investigateurs principaux
- ▶ Coordonner et faciliter la surveillance médicale
- ▶ Coordonner l'archivage
- ▶ Collaborer avec les responsables de la sécurité biologique et radiologique, le personnel des installations, le service administratif et les agents de sûreté




141



Inventaire des dangers

- ▶ Situation initiale
- ▶ Périodique (inspections)
- ▶ Identifier les éventuels dangers professionnels, physiques et liés aux procédés





142



Processus d'inventaire des dangers

- ▶ Préparation du formulaire d'inventaire
- ▶ Visite de l'établissement
- ▶ Mesures
 - prélèvement d'échantillons si nécessaire, contrôle de l'exposition (formaldéhyde, rayonnement, etc.)
- ▶ Analyse des données
- ▶ Rédaction et remise du rapport






143



Analyse des dangers professionnels (JHA)

Les dangers associés à une tâche particulière deviennent apparents lors d'une brève analyse :

- Recensez les étapes nécessaires pour effectuer le travail.
- Analysez chaque étape en détail.
 - Y a-t-il un risque d'exposition ?
 - Y a-t-il un risque d'accident ?
 - Une modification de la pratique/du procédé pourrait-elle créer un danger ?
- Élaborez des recommandations sur les précautions à prendre pour éliminer/réduire au minimum le danger.





144

Inspections périodiques du laboratoire

- ▶ Effectuées par le RSSC
- ▶ En coordination avec : superviseur/chef/IP/occupants/délégué à la sécurité du labo
- ▶ L'équipe peut inclure :
 - des pairs,
 - un représentant des installations
- ▶ Fréquence déterminée par les dangers présents et les pratiques locales
 - 2 à 4 fois par an
- ▶ Recherchez :
 - les bonnes et les mauvaises pratiques
 - les nouveaux dangers
 - les nouveaux problèmes de sûreté



CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

145

Modèle de formulaire d'inventaire/d'inspection d'un laboratoire

- ▶ Date de l'inspection : _____
- ▶ Conduite par : _____
- ▶ Lieu (salle et bâtiment) : _____
- ▶ Investigateur principal/superviseur : _____



- ▶ Pratiques de travail au laboratoire
 - Tabagisme ?
 - Consommation/conservation de nourriture. Dans des réfrigérateurs ?
 - Dispositifs de pipetage automatiques présents/utilisés ?
 - Produits chimiques dangereux présents/utilisés dans les zones prévues à cet effet ?
 - Nettoyage/décontamination des surfaces de laboratoire après utilisation ?
 - EPI disponibles/correctement utilisés, stockés, entretenus ?

CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

146

Modèle de formulaire d'inventaire/d'inspection (suite)

- ▶ Communication des dangers
 - Mises en garde, EPI requis *affichés*
 - FDS disponibles
 - Signalement des dangers spécifiques pour les zones de stockage, les réfrigérateurs, les déchets, les espaces de travail dédiés
 - Étiquetage de tous les récipients
 - Contrôle d'accès
- ▶ Équipement de protection individuelle
 - Disponible pour chaque danger spécifique
 - Protection oculaire disponible, si nécessaire et à l'endroit requis et *consigne affichée*
 - Autre EPI disponible le cas échéant
 - EPI pour visiteur disponible
 - Nécessité du port d'un EPI par les visiteurs *signalée*

CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

147

Modèle de formulaire d'inventaire/d'inspection (suite)

- ▶ Stockage de produits chimiques
 - Zone sécurisée
 - Présence de produits chimiques requérant des mesures de sûreté spéciales ?
 - Produits chimiques inventoriés
 - Séparation des produits chimiques non compatibles
 - Matières inflammables, volatiles tenues à l'écart de la chaleur
 - Produits corrosifs, inflammables conservés au-dessous de la hauteur des yeux
 - Stockage de quantités limitées de substances inflammables ou de produits chimiques dangereux au laboratoire
 - Mise au rebut des produits chimiques non utiles ou périmés
 - Supports de sécurité pour le transport des bouteilles



CSP
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN SÉCURITÉ

Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

148

Modèle de formulaire d'inventaire/d'inspection (suite)

- ▶ Bouteilles de gaz comprimé
 - Correctement fixées par une chaîne ou arrimées
 - Bouchons en place (s'il y en a)
 - Conservées à l'abri de la chaleur
 - Bouteilles portant une étiquette indiquant leur contenu
 - Séparation des bouteilles vides et pleines
 - Séparation des produits inflammables et ininflammables
 - Tuyaux étiquetés et en bon état
 - Utilisation des valves appropriées
 - Stockage sécurisé des gaz toxiques




CSP CHEMICAL SAFETY TRAINING PROGRAM

149

Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Modèle de formulaire d'inventaire/d'inspection (suite)

- ▶ Équipement de sécurité
 - Stations de lavage oculaire et douches de sécurité disponibles, librement accessibles, en bon état de fonctionnement, testées et entretenues régulièrement
 - Dispositifs d'alarme et téléphones incendie placés au bon endroit et correctement étiquetés.
 - Nombre et type adéquats d'extincteurs librement accessibles et régulièrement inspectés
 - Trousses de nettoyage disponibles, entretenues et étiquetées
 - Nombre suffisant de dispositifs d'alarme/de détection d'incendie
 - Armoires de stockage des produits inflammables disponibles
- ▶ Aménagement général
 - Les paillasses sont résistantes à l'eau/aux produits chimiques/à la chaleur
 - Mobilier robuste
 - Lavabos pour le lavage des mains
 - Sorties correctement signalées
 - Dispositifs de contrôle d'accès




CSP CHEMICAL SAFETY TRAINING PROGRAM

150

Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Modèle de formulaire d'inventaire/d'inspection (suite)

- ▶ Ventilation
 - Hottes disponibles et en bon état de fonctionnement
 - Hauteur de fonctionnement correcte et restrictions d'utilisation inscrites sur toutes les hottes
 - Hottes non encombrées par le stockage de produits chimiques et d'équipements
- ▶ Entretien des locaux
 - Zones de laboratoire non encombrées
 - Allées et sorties non obstruées
 - Surfaces de travail non contaminées
 - Nettoyage des déversements
 - Cordons électriques en bon état, équipement mis à la terre
 - Objets lourds sur des étagères basses
 - Verrerie non endommagée



CSP CHEMICAL SAFETY TRAINING PROGRAM

151

Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Programme de formation

- ▶ Déterminer si une formation est nécessaire (analyse des dangers professionnels entre autres)
- ▶ Identifier les besoins
- ▶ Identifier les buts et les objectifs
- ▶ Élaborer des activités de formation
- ▶ Identifier les ressources
- ▶ Dispenser la formation
- ▶ Évaluer l'efficacité
- ▶ Améliorer le programme



CSP CHEMICAL SAFETY TRAINING PROGRAM

152

Chemical SAFETY AND SECURITY TRAINING

Sujets de formation des employés

- ▶ Orientation des nouveaux employés
- ▶ Équipements et procédures de laboratoire spécialisés
- ▶ Identification des limites d'exposition en milieu de travail (LEMT) pour les produits chimiques dangereux ; FDS
- ▶ Utilisation, stockage et entretien des EPI (respirateurs en particulier)
- ▶ Sécurité incendie et utilisation des extincteurs
- ▶ Plans d'urgence, procédures d'évacuation et issues de secours
- ▶ Rayonnement ionisant
- ▶ Rayonnement non ionisant, lasers, micro-ondes
- ▶ Exposition à un produit spécifique (formaldéhyde par ex.)
- ▶ Sécurité biologique, pathogènes du sang
- ▶ Règles de sûreté de l'établissement
- ▶ Installations de soins des animaux – utilisation et techniques




153


Documentation de formation : modèle

- ▶ Nom de l'employé : _____
- ▶ Département : _____
- ▶ Date : _____

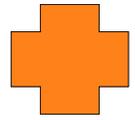
- ▶ Sujet de formation : _____
- ▶ Date de formation : _____
- ▶ Date de rappel des connaissances : _____

- ▶ Signature de l'employé : _____
- ▶ Date de signature : _____
- ▶ Signature du superviseur : _____
- ▶ Date : _____


154


Programme de surveillance médicale

- ▶ Bilan de santé initial
 - Antécédents médicaux
 - Maladies, expositions et pathologies antérieures
 - Examen clinique complet
 - Évaluation des restrictions
 - Utilisation d'un respirateur ou d'un autre EPI
- ▶ Traitement
 - En urgence
 - Non urgent (premiers secours)
- ▶ Examen médical périodique
- ▶ Examen final (cessation d'emploi)
- ▶ Archivage *confidentiel*
 - Médecin, employé


155


Programme de surveillance biologique

- ▶ Identifiez les employés potentiellement exposés à des produits chimiques, à des agents biologiques et à des conditions de travail dangereuses.
 - Signes et symptômes spécifiques de l'exposition à des produits chimiques
 - Utilisation de respirateurs
 - Troubles cardiovasculaires, auditifs (perforation du tympan), neurologiques (épilepsie par ex.), psychologiques
 - Travail dans un environnement bruyant
 - Travail dans des locaux présentant des risques biologiques
 - Pathogènes du sang
 - par ex, sang humain et fluides corporels, hépatite B (VHB), VIH, SIDA
 - Agents infectieux
 - par ex., zoonose, pathogènes des animaux, ADN recombinant
- ▶ Déterminez l'étendue de l'exposition individuelle et environnementale.
- ▶ Prenez des mesures pour éliminer/réduire au minimum l'exposition.
- ▶ Archivage *confidentiel*




156




Surveillance médicale et surveillance biologique

Surveillance médicale

- ▶ Programme général
- ▶ Établit les conditions initiales
- ▶ Évalue les employés avant une éventuelle exposition
- ▶ Documente les antécédents d'exposition et de maladie
- ▶ Plus simple, plus économique, tests médicaux moins invasifs
- ▶ Peut être utilisée en conjonction avec la surveillance biologique

Surveillance biologique

- ▶ Signes et symptômes spécifiques à chaque produit chimique
- ▶ Seuils d'exposition connus
- ▶ Exposition documentée
- ▶ Niveaux d'exposition individuelle documentés
- ▶ Exposition environnementale documentée
- ▶ La plus spécifique, la plus coûteuse, plus invasive






157



Consignes pour l'investigation des incidents

- ▶ Description/déclaration de l'incident
- ▶ Consultation de la politique de l'établissement
- ▶ Démarrage de l'enquête
- ▶ Cause de l'incident
 - L'accent doit être mis sur la prévention, *PAS* sur le blâme
 - Élaboration en temps voulu d'un rapport contenant des recommandations à l'intention de toutes les parties responsables, y compris les membres de la direction
- ▶ Mise en œuvre rapide des recommandations
 - Correction
 - Suivi
 - Mesures prises
 - Formation






158



Formulaire d'investigation des incidents : modèle

- ▶ Date de l'accident/incident_____
- ▶ Heure de déclaration_____
- ▶ Lieu_____
- ▶ Type d'incident : incendie, explosion, déversement, exposition d'un employé, vol, intrus, quasi-incident _____
- ▶ Date de l'enquête_____
- ▶ Membres de l'équipe d'enquête_____

Nature de l'incident

- ▶ Description de l'incident (personnes, tâches, produits chimiques, etc. impliqués)
- ▶ Nature des blessures, expositions, maladies, dommages, pertes
- ▶ Détermination des causes potentielles
- ▶ Port d'un EPI au moment de l'incident
- ▶ Mesures de contrôle des dangers et de l'accès appliquées




159



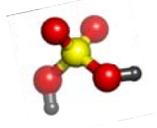
Modèle de formulaire d'investigation des incidents (suite)

- ▶ Politiques de l'établissement, procédures, etc. applicables
- ▶ La formation était-elle adaptée et à jour ?
- ▶ Comment l'incident aurait-il pu être évité ?
- ▶ Un incident similaire s'est-il produit par le passé ? Si oui, quand, où et dans quelles circonstances ?

Recommandations de l'équipe pour éviter le renouvellement de ce type d'incident :

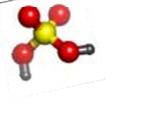



160



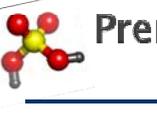
Pause

161



Plan de sécurité et de sûreté chimique

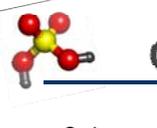
162



Première étape : recueillir des informations

- ▶ L'élaboration d'un plan de SSC adapté requiert une multitude d'informations
- ▶ Des questionnaires d'évaluation peuvent être utilisés pour recueillir ces informations
- ▶ Destinataires :
 - IP
 - Membres de la direction
 - Personnel des installations
 - Agents de sûreté
 - Personnel médical

163



Questionnaire d'évaluation

- ▶ Qui est responsable de la conformité aux règles de SSC ?
 - Critères de contrôle de l'exposition
 - Définition de mesures de contrôle de l'exposition
 - Surveillance de l'exposition
 - Identification des matières dangereuses
 - Politique d'accès limité
 - Entretien des systèmes de ventilation
 - Équipement de sécurité
 - Équipement de protection individuelle
 - Formation
 - Gestion des déchets dangereux
 - Surveillance médicale
 - Intervention d'urgence



164



Questionnaire d'évaluation (suite)

- ▶ Liste des personnes (responsables, IP, professionnels, techniciens) responsables de la sécurité et de la sûreté (RS, RSSC, BSO, RSO, etc.)
- ▶ Qui gère les archives de SSC ?
- ▶ Existe-t-il un comité de sécurité/sûreté ?
 - Responsabilités
 - Qui sont les membres ?
 - Quelle est la fréquence des réunions ?
- ▶ Existe-t-il un manuel et/ou un plan de SSC ?
- ▶ Existe-t-il des politiques de SSC ?
- ▶ Existe-t-il un plan d'intervention d'urgence ?
- ▶ Des inspections de SSC sont-elles régulièrement conduites ?
 - Par qui ?
 - Détails





165



Plan de sécurité et de sûreté chimique

- ▶ Inclut les déclarations de politiques de SSC faites par la direction.
- ▶ Décrit l'ensemble du programme.
- ▶ Décrit l'organisation du programme.
- ▶ Expose les responsabilités de chacun.
- ▶ Décrit la politique de SSC en termes généraux, et spécifie les intervenants, la nature, le lieu et les raisons d'une tâche ou d'un travail de sécurité ou de sûreté.
- ▶ Inclut des références, si nécessaire.





166



Rubriques du plan de sécurité et de sûreté chimique

- ▶ Déclaration de politique de la direction
- ▶ Organisation de la sécurité et de la sûreté
 - Direction
 - Responsabilités
 - Direction
 - Administration
 - RSSC
 - Gestion des installations
 - Investigateurs principaux
 - Personnel
 - Sous-traitants
- Entretien général des locaux
- Zones où il est autorisé de manger ou fumer
- Panneaux et étiquettes
- Procédures d'urgence
- Stockage de produits chimiques
- Équipement de protection individuelle
- Programme de protection par respirateurs




167



Rubriques du plan de sécurité et de sûreté chimique (suite)

- ▶ Mesures techniques
 - Ventilation
 - Hottes de laboratoire
- ▶ Gestion des déchets
- ▶ Formation
- ▶ Archivage
- ▶ Protection et prévention contre les incendies
- ▶ Emplacement des équipements d'urgence
- ▶ Plans d'évacuation
- ▶ Surveillance individuelle et environnementale
- ▶ Inspections
- ▶ Surveillance médicale
- ▶ Administration
 - Achat de produits chimiques
 - Achats d'équipements de sécurité







168



Modes opératoires normalisés (MON)

- ▶ Un MON explique *de manière concise et précise* comment, où et par qui une tâche est réalisée.
- ▶ Il n'explique *pas* pourquoi une tâche est réalisée.
- ▶ Le plan de sécurité et de sûreté détaille la politique et les raisons pour lesquelles chaque tâche est effectuée.

 169 



Modes opératoires normalisés (MON) (suite)

- ▶ Les MON :
 - portent la date
 - du jour de publication
 - du jour de révision
 - du jour de modification
 - ont un sujet, un titre et un code d'identification
 - sont officiellement révisés par la direction
 - sont signés par toutes les parties responsables
 - peuvent inclure des formulaires
 - sont rédigés dans un format standard et officiel avec des pages numérotées



 170 



Modes opératoires normalisés (MON)

Envisagez des MON sur les questions suivantes :

- Habilitation de sécurité et accès de visiteurs
- Formation des employés
- Surveillance médicale
- Protection respiratoire et adaptation des respirateurs
- Protection oculaire
- Entretien des systèmes de ventilation
- Stockage, réception, transport et expédition de matières dangereuses
- Gestion des accidents et intervention d'urgence (y compris catastrophes naturelles)
- Nettoyage des déversements
- Gestion des déchets
- Manipulation des matières dangereuses
- Opérations spéciales, rayonnement, sécurité biologique, lasers, agents infectieux

 171 



Consignes de mise à jour du plan et des MON

- ▶ Plan de SSC —————> Selon les besoins, tous les 5 ans
- ▶ FDS —————> À la réception
- ▶ Hottes de laboratoire —————> Selon les besoins
- ▶ Dossiers de formation —————> Tous les ans et selon les besoins
- ▶ Dossiers de surveillance médicale —————> Selon les besoins et tous les 12 à 18 mois
- ▶ Surveillance de l'exposition }
▶ Archivage des déchets } —————> Selon les besoins

 172 



Recommandations sur la durée d'archivage

- ▶ Les dossiers personnels doivent être conservés par le service des ressources humaines pendant la durée de l'emploi + 30 ans.
- ▶ Les dossiers médicaux sont *confidentiels* et doivent être conservés par le médecin examinateur pendant la durée de l'emploi + 30 ans.
- ▶ La plupart des autres dossiers (surveillances de routine, etc.) doivent être conservés pendant 5 ans à compter de la date de création.

CSP
173
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING

Chemical Safety & Security

Standard Operating Procedures: SOP Exercise



SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ To develop an SOP:
 - focus on **safety portion of SOP**, ask/answer: **mitigation = PPE, engineered controls, operational controls, etc.**
 - what are **reagents** & hazards, and mitigation?
 - what are **products** & hazards, and mitigation?
 - what are **equipment** hazards, and mitigation?
 - what **waste** is generated? Hazards, and mitigation?
 - how to store chemicals?
 - waste reduction?
 - how to dispose of waste?

CSP
SOP Exercise
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ Refer to the incomplete SOP distributed:

Rev/Date: Rev01, 25/01/11	Institute/Dept: INH/DNA Lab	completed by: you	1 of 4
Title: DNA Separation via Electrophoresis	Location: SMF/ L-001	approved by: E. Hoefler	

Briefly explain the procedure for this task: When an electric charge is applied to an agarose gel, DNA migrates through the gel matrix at a rate inversely proportional to the log₁₀ of the number of bases. Super-helical, nicked circular, and linear DNA migrate at different rates relative to each other, and the relative mobility varies depending on many factors. DNA is visualized by the addition of a dye that intercalates between the stacked base pairs of the DNA molecule. Upon exposure to light of a specific wavelength, DNA-dye complexes emit fluorescent or luminescent light. Traditionally ethidium bromide dye has been used.

- consider the experimental setup:
 - equipment
 - power supply
 - connecting leads
 - combs, loading strips, gel trays, buffer chamber, buffer recirculating ports, casting stand, lid
 - UV light illuminator, peristaltic pump
 - samples
DNA

CSP
SOP Exercise
Chemical
SAFETY AND SECURITY TRAINING



SOP Exercise: Electrophoresis

- Electrophoresis:
 - consider experimental setup (continued):
 - chemicals in this SOP:
 - agarose
 - Tris-Acetate-EDTA (TAE) = EDTA + Acetic Acid + Tris Base
 - ethidium bromide
 - other chemicals often used with electrophoresis:
 - polyacrylamide (acrylamide: $\text{CH}_2 = \text{CHCONH}_2$)
 - TEMED (*N,N,N,N*-tetramethylethylenediamine)
 - ammonium persulfate
 - CHAPS (3-[(3-cholamidopropyl)-dimethylammonio]-1-propane sulfonate)
 - Bromophenol blue ($\text{C}_{19}\text{H}_{9}\text{Br}_4\text{NaO}_5\text{S}$)
 - Dithiothreitol (DTT, $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2\text{S}_2$)
 - EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid)
 - Tris ($\text{NH}_2\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3$)
 - phenol
 - chloroform





SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ Use the MSDS information distributed:
 - **MSDS sections:**
 - Section 2. HAZARDS IDENTIFICATION.
 - OSHA Hazards, Hazard statement(s), Precautionary statement(s), HMIS Classification, NFPA Rating, Potential Health Effects
 - Section 4. FIRST AID MEASURES
 - General advice, if inhaled, in case of skin contact, in case of eye contact, if swallowed
 - Section 5. FIRE-FIGHTING MEASURES
 - Suitable extinguishing media,
 - Section 7. HANDLING AND STORAGE
 - Precautions for safe handling, Conditions for safe storage
 - Section 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION
 - OELs, PPE
 - Section 10. STABILITY AND REACTIVITY
 - Chemical stability, Conditions to avoid, Materials to avoid, Hazardous decomposition products
 - Section 12. ECOLOGICAL INFORMATION
 - Toxicity





SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ Complete the SOP:
 - write in general safety/PPE at heading,
 - For acetic acid *and* ethidium bromide:
 - write in the hazards of each step,
 - write in proper waste handling,
 - write mitigation steps where they exist:
 - PPE, engineered controls, procedural controls, substitution/elimination
 - write in suggestions to reduce waste,
 - write in suggestions to improve SOP steps (for safety)




Chemical Safety & Security

Standard Operating Procedures: SOP Exercise





SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ **Hazards in this SOP:**
 - preparation of agarose gel solution
 - formation of super heated solution during heating with microwave.
 - Preparation of Buffer:
 - Acetic acid (glacial) is flammable, strong acid
 - setting up/running electrophoresis system
 - electrical shock.
 - staining of gels
 - ethidium bromide is a known carcinogen
 - waste/disposal
 - dispose of chemicals and gels with ethidium bromide as hazardous waste





SOP Exercise: Electrophoresis

- **Hazards in other electrophoresis SOPs:**
 - preparation of polyacrylamide gel
 - flammable solvents used (isobutanol) in curing gel.
 - chemical exposure to acrylamide, SDS, TEMED and ammonium persulfate
 - acrylamide affects central and peripheral nervous system and reproductive system when swallowed, inhaled or absorbed through skin
 - TEMED, SDS and ammonium persulfate causes irritation to respiratory system, eyes and skin upon inhalation and contact
 - setting up/running electrophoresis system
 - electrical shock
 - SDS electrophoresis buffer may cause irritation to eyes and skin upon contact





SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ **Hazard Controls:**
- ▶ **Substitution:**
 - glacial acetic acid – use:
 - premade/purchased TAE buffer
 - ethidium bromide (known mutagen) – use:
 - SYBR® Safe DNA gel stain (Invitrogen product)
 - SYBR® Green I is for dsDNA, and SYBR® Green II is for RNA and ssDNA
- ▶ **PPE:**
 - lab coat with full sleeves, splash goggles, nitrile gloves (latex is not effective), pants, and closed-toe shoes
 - skin and eye protection for UV radiation work
- ▶ **Waste/disposal:**
 - some gels considered non-hazardous, for example, ethidium bromide <0.4 wt% in non-polyacrylamide gel can be placed into a closed bag, then into trash





SOP Exercise: Electrophoresis

- **Hazard Controls:**
- **Thermal hazard:**
 - Exercise caution when using microwave to liquefy gels – don't use sealed containers, beware of superheated liquids that may froth up unexpectedly. Let hot gel preps cool to 50–60°C before adding stain or pouring into trays. Wear insulated gloves and point the flask opening away from you.
 - Loosen cap of bottle when heating solution. Do not heat for more than 30sec at a time. Heating up agarose solution in intervals using microwave with occasional swirling to mix the solution will help ensure agarose is melted more quickly without the formation super heated solution.
 - Fill solution only 1/3 of bottle volume
 - Standard PPE includes lab coat, gloves and safety glasses.






SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ Hazard Controls:
 - Chemical Hazards:
 - Measure, mix and handle all hazardous powdered chemicals or gel prep mixtures with hazardous components (e.g., acrylamide monomer, ethidium bromide, phenol, ammonium persulfate, and formaldehyde) [in the fume hood](#).
 - Store all organic/flammable solvents in flammable storage cabinets.
 - Purchase pre-made gels or pre-mixed acrylamide and ethidium bromide solutions instead of making your own.





SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ Electrical Hazard Controls:
- ▶ Power supplies:
 - inspect to ensure all switches and indicators are in proper working condition and that power cords and leads are undamaged and properly insulated.
 - label equipment with warning: "Danger Electrical Hazard."
 - connect to ground fault circuit interrupters (GFCIs)
 - use 3-prong plugs.
 - use power supplies with safety features that detect no-load, overload, sudden load change, short circuit, arc or ground leak, etc.
 - place electrophoresis power supply on a elevated position and separated from electrophoresis tank.





SOP Exercise: Electrophoresis

- Electrical Hazard Controls (continued):
 - Connecting leads:
 - turn off main power supply before connecting or disconnecting electrical leads.
 - with dry gloved hands, connect one lead at a time using one hand only.
 - be sure that leads/banana plugs are fully seated.
 - Using equipment:
 - don't run equipment unattended.
 - keep equipment clear of unintentional grounding points and conductors (e.g., sinks or other water sources, metal plates, jewelry, aluminum foil, pipes or other electrical/metal equipment).
 - gel chamber must have a lid or cover with safety interlocks to prevent accidental contact with energized electrodes or buffer solutions.
 - gel chamber exterior must be dry with no spills. Check for leaks.
 - ensure SDS electrophoresis buffer is not beyond the max fill line.





SOP Exercise: Electrophoresis

- ▶ Emergency event:
 - inform supervisor, coworkers and first aid officer.
 - for major emergencies dial xxx.
 - nearest first aid kit in room xxx.
 - nearest safety shower in room xxx.
 - nearest fire extinguishers:
 - CO2 fire extinguisher in rooms xxx and yyy;
 - dry chemical extinguisher beside store room.
 - evacuate per evacuation plan and gather in front of xxx Building.

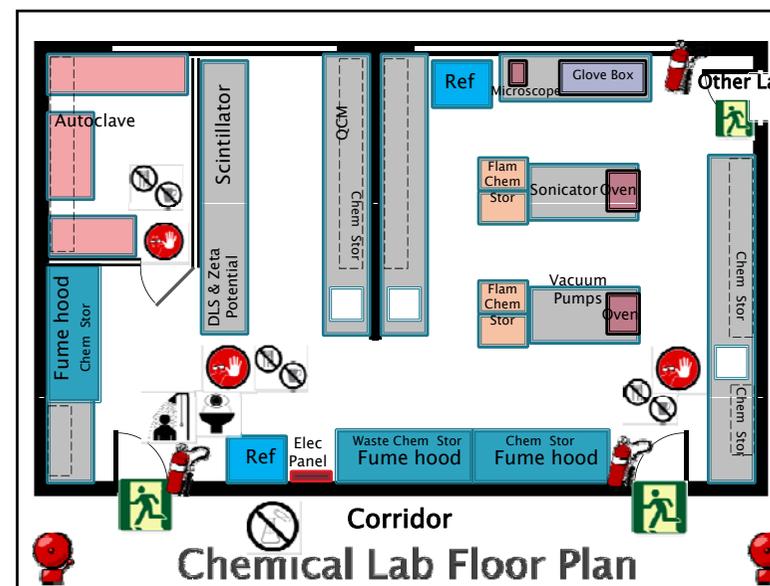
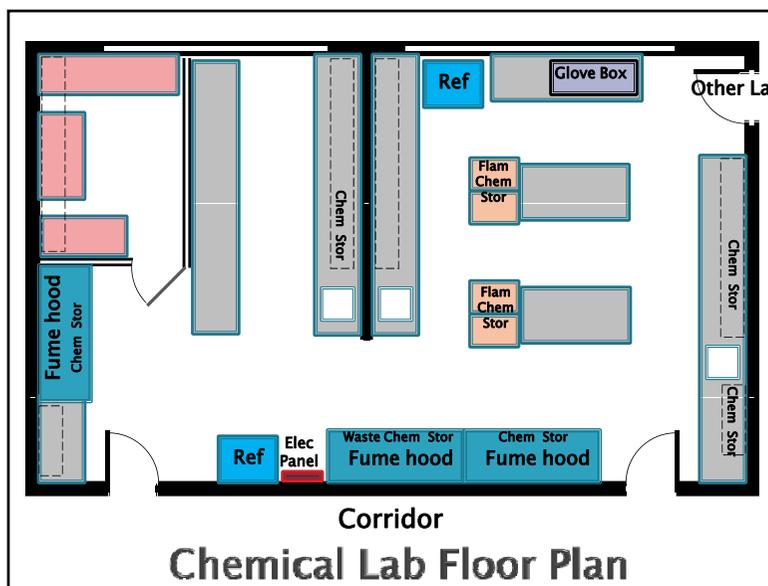
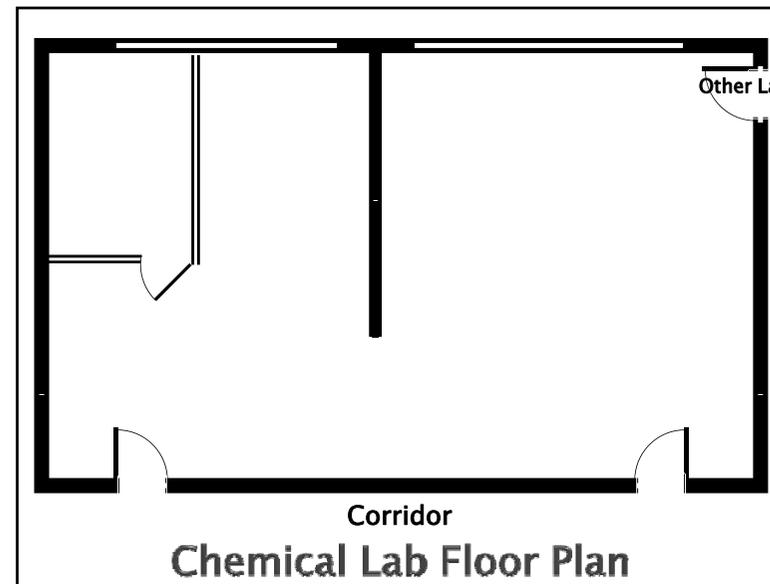


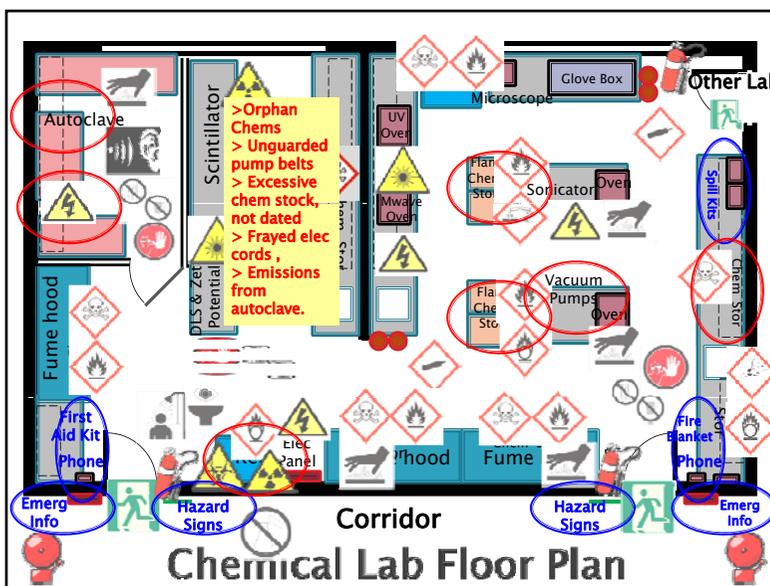
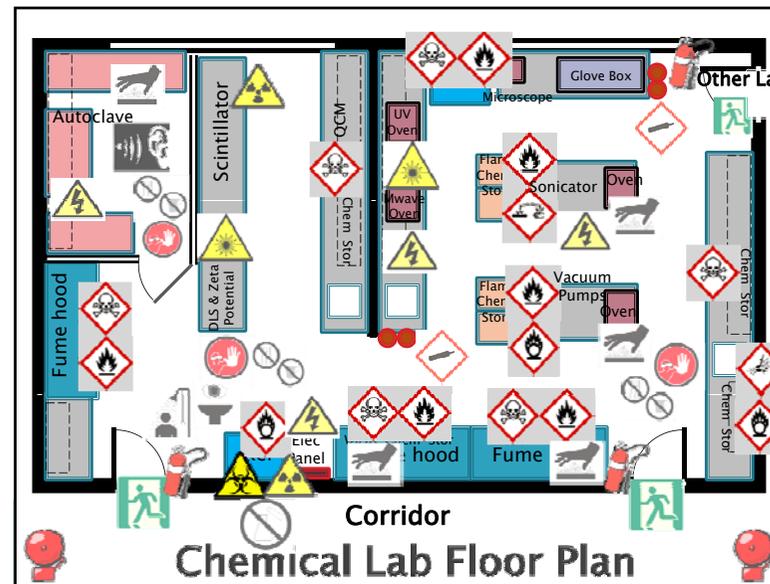
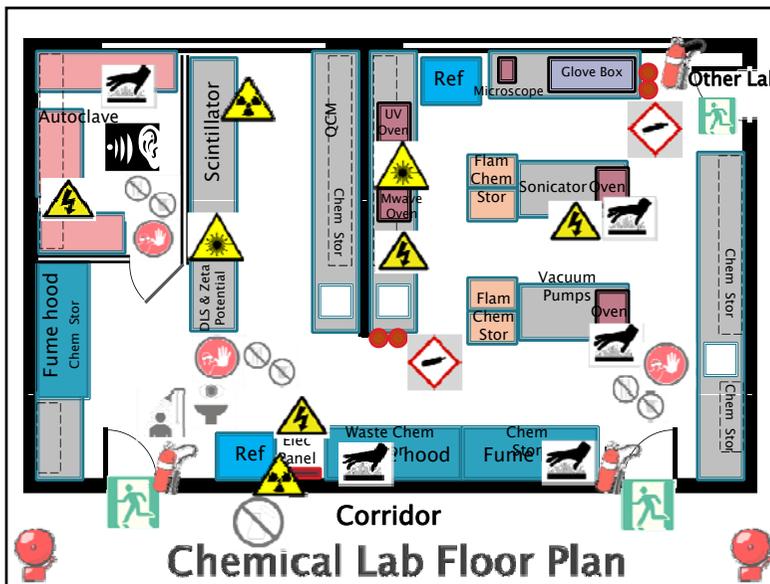



Lab Assessment Exercise

Introduction







**Des questions ?
Discussion libre
Travaux à domicile**

The slide features a cartoon character with a question mark above its head, a molecular model, and an illustration of people in a meeting. Logos for CSP (Chemical Safety Program) and Chemical Safety and Security Training are visible at the bottom.