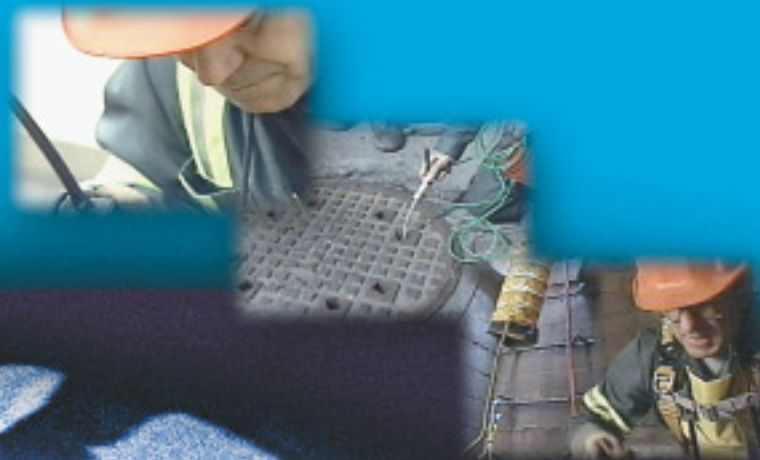


LES ESPACES CLOS

POUR EN SORTIR SAIN ET SAUF
GUIDE DE PRÉVENTION

2^E ÉDITION



LES ESPACES CLOS

POUR EN SORTIR SAIN ET SAUF
GUIDE DE PRÉVENTION

2^E ÉDITION



Association paritaire
pour la santé et la sécurité du travail
secteur « affaires municipales »



Association paritaire
pour la santé et la sécurité du travail
secteur « affaires municipales »

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes et organismes suivants pour leurs commentaires :

Madame Brigitte Roberge, pour la section *La détection des gaz*, IRSST;

Messieurs Quang Bach Pham et Luc Ménard, CSST;

Mesdames Marie-Josée Caron et Lucie Fontaine et messieurs Michel Gagné et Sylvain Malo, Répertoire toxicologique, CSST

Merci aux parties patronales et syndicales des villes de Montréal, Québec et Gatineau, ainsi que la Station d'épuration des eaux usées de Montréal pour la validation terrain de ce document.

Un merci spécial à madame Éline Guénette, EAu Service, formatrice à l'APSAM, pour ses précieux commentaires et sa grande collaboration.

Nous tenons également à remercier le Service sécurité incendie de Montréal (SSIM) ainsi que le Service des travaux publics de l'arrondissement Saint-Laurent pour leur collaboration au tournage de la vidéocassette « Danger! espace clos ». Certaines images de ce document sont tirées de cette vidéocassette. Les autres photos proviennent de la Division de l'assainissement des eaux de la Ville de Montréal et de l'usine de purification de la Ville de Repentigny. Les photos d'équipements de sécurité sont une gracieuseté des fournisseurs respectifs de ces équipements.

RÉALISATION

Édition 2000

Denise Gilbert, ing. M.Sc.A.

Nouvelle édition, 2004

Amélie Trudel, conseillère APSAM, atrudel@apsam.com

GRAPHISME

Passerelle bleue

IMPRESSION

Les impressions Au Point

DÉPÔT LÉGAL

Bibliothèque nationale du Québec, 2004

Bibliothèque nationale du Canada, 2004

ISBN : 2-920891-70-7

Dans ce document le générique masculin est utilisé sans discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.

© 2004, Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur « affaires municipales ».




Avertissement : Bien que ce document ait été élaboré avec soin à partir de sources reconnues comme fiables et crédibles, l'APSAM, ses administrateurs, son personnel ainsi que les personnes et organismes qui ont collaboré à son élaboration n'assument aucune responsabilité quant à l'utilisation du contenu ou des produits ou services mentionnés. Il y a des circonstances de lieu et de temps, de même que des conditions générales ou spécifiques qui peuvent amener à adapter le contenu.

Toute reproduction d'un extrait de ce document doit être autorisée par écrit par l'APSAM et porter la mention de sa source.

TABLES DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	5
	QU'EST-CE QU'UN ESPACE CLOS ?	6
	La problématique des espaces clos.....	6
	La définition d'un espace clos.....	6
	LES RESPONSABILITÉS	7
	L'employeur.....	7
	Les travailleurs.....	7
	Le donneur d'ouvrage.....	7
	LES DANGERS RELIÉS AUX ESPACES CLOS	8
	Les dangers reliés à l'atmosphère.....	8
	Les risques biologiques.....	12
	Les autres dangers.....	13
	LES MESURES DE CONTRÔLE	14
	La détection des gaz.....	14
	La ventilation.....	19
	Le nettoyage.....	23
	Le contrôle du triangle du feu.....	23
	Le SIMDUT.....	24
	La protection respiratoire.....	25
	Le cadenassage.....	26
	La protection contre les chutes.....	27
	La surveillance.....	27
	L'ensevelissement, le coincement, l'écrasement et la noyade.....	28
	L'électricité.....	28
	Les agents biologiques.....	28

TABLES DES MATIÈRES

 LE PROGRAMME D'INTERVENTION EN ESPACE CLOS	31
Les étapes d'implantation d'un programme d'intervention en espace clos.....	31
1. Désigner, informer et former une ou des personnes qualifiées responsables du programme.....	31
2. Identifier les espaces clos et évaluer les dangers.....	31
3. Élaborer une procédure de travail écrite.....	31
4. Acquérir et organiser le matériel et les équipements requis.....	32
5. Établir une procédure de sauvetage.....	32
6. Former et informer les personnes concernées.....	32
7. Assurer le suivi et la mise à jour.....	33
 QUESTIONS ET RÉPONSES	36
 RÉFÉRENCES	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Effets sur le corps humain de différentes concentrations d'oxygène.....	8
Tableau 2 : Propriétés de quelques contaminants pouvant être retrouvés en espace clos.....	11
Tableau 3 : Caractéristiques du sulfure d'hydrogène (H ₂ S) et effets sur l'être humain en fonction des concentrations et du temps d'exposition approximatif.....	12
Tableau 4 : Choix de la protection respiratoire, selon la norme CSA Z94.4-93.....	25
Tableau 5 : Fiche d'évaluation des dangers d'un espace clos.....	34
Tableau 6 : Fiche de contrôle.....	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les limites d'explosion.....	9
Figure 2 : Équipements et moyens de protection.....	30

INTRODUCTION

Ce guide sur les espaces clos a été élaboré et mis à jour en fonction des besoins des municipalités. Il sert de support à la formation et de document de référence tout en n'ayant pas la prétention d'être exhaustif.

Il complète la fiche technique numéro 17 *Espace clos : l'organisation du travail en espace clos*, la fiche technique numéro 18 *Espace clos : le travail en espace clos : dangers et moyens de contrôle*, la fiche technique numéro 32 *Espace clos : La détection des gaz : le détecteur multigaz* ainsi que la vidéocassette de sensibilisation *Danger! Espace clos*. Il permet d'élaborer davantage sur plusieurs points qui ne pouvaient qu'être traités sommairement dans le cadre d'une fiche technique.

Tous ces documents répondent à l'esprit du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* [S-2.1, r. 19.01] et en expliquent son application; ils n'ont donc pas force de loi.

QU'EST-CE QU'UN ESPACE CLOS?

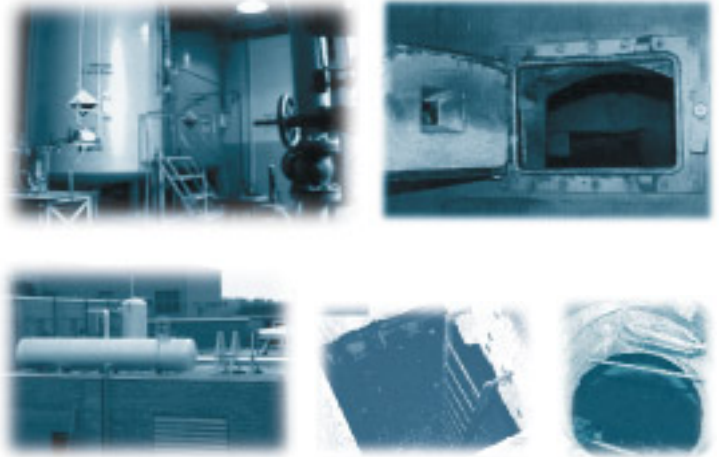
LA PROBLÉMATIQUE DES ESPACES CLOS

Les dangers reliés au travail dans un espace clos occasionnent souvent des accidents graves ou mortels. Au Québec, les seules statistiques disponibles sur le sujet nous indiquent qu'il survient environ 40 accidents indemnisables par année en espace clos causés par un risque atmosphérique.

Aux États-Unis, le *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), a fait l'étude de 20 000 rapports d'accidents sur une période de trois ans. 1 % de ces accidents, c'est-à-dire 276, sont survenus en espace clos. Ces événements ont infligé des blessures à 234 personnes et causé 193 décès. Près de 40 % de ces cas sont associés au domaine municipal, de la plomberie ou des eaux usées.¹

La plupart de ces décès sont reliés à une déficience en oxygène ou à la présence de gaz toxiques ou inflammables. **60 % des victimes sont des travailleurs qui ont essayé d'effectuer un sauvetage sans avoir les connaissances et les équipements nécessaires².**

Pour prévenir les accidents, des mesures de contrôle doivent être mises en place avant le début des activités en espace clos. Ces mesures de contrôle, élaborées par une personne qualifiée, vont de la reconnaissance des dangers à l'élaboration de plans d'urgence pour un sauvetage en cas d'accident. Elles demandent la compréhension d'une multitude d'éléments complexes. Elles impliquent l'information, la formation et la coordination des travailleurs, des superviseurs et des gestionnaires.



LA DÉFINITION D'UN ESPACE CLOS

Selon l'article 1 du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (R.s.s.t.), on définit un espace clos comme suit :

Tout espace totalement ou partiellement fermé, notamment un réservoir, un silo, une cuve, une trémie, une chambre, une voûte, une fosse, y compris une fosse et une préfosse à lisier, un égout, un tuyau, une cheminée, un puits d'accès, une citerne de wagon ou de camion, qui possède les caractéristiques inhérentes suivantes :

- 1° il n'est pas conçu pour être occupé par des personnes, ni destiné à l'être, mais qui à l'occasion peut être occupé pour l'exécution d'un travail;
- 2° on ne peut y accéder ou on ne peut en ressortir que par une voie restreinte;
- 3° il peut présenter des risques pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique pour quiconque y pénètre, en raison de l'un ou l'autre des facteurs suivants :
 - a) l'emplacement, la conception ou la construction de l'espace, exception faite de la voie prévue au paragraphe 2°;
 - b) l'atmosphère ou l'insuffisance de ventilation naturelle ou mécanique qui y règne;
 - c) les matières ou les substances qu'il contient;
 - d) les autres dangers qui y sont afférents.

Pour être considéré comme un espace clos, l'endroit doit répondre aux deux premiers critères (1° et 2°) de la définition et à un des quatre facteurs (a, b, c ou d) du troisième critère.

¹ National Institute for Occupational Safety and Health. *Criteria for a recommended standard : occupational exposure to working in confined spaces*. [Cincinnati, Ohio] : U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, 1979. vii, p. 11.

² Rekus, John F. *Complete confined spaces handbook*. Boca Raton, Fla. CRC Press, c1994, p. 8.

LES RESPONSABILITÉS

L'EMPLOYEUR

Conformément aux articles 300 et 301 du R.s.s.t., l'employeur est responsable de :

- s'assurer qu'une personne qualifiée est chargée de :

Personne qualifiée (article 297, R.s.s.t.) : « Une personne qui, en raison de ses connaissances, de sa formation ou de son expérience, est en mesure d'identifier, d'évaluer et de contrôler les dangers relatifs à un espace clos. »

- identifier les espaces clos selon la définition de l'article 1 du R.s.s.t.;
- faire la cueillette de renseignements préalable à l'exécution du travail et l'évaluation des dangers;
- établir des mesures de prévention à prendre pour protéger et assurer la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs;
- choisir les équipements de travail et de protection appropriés et nécessaires à l'exécution du travail;
- élaborer une procédure sécuritaire de travail et de sauvetage propre à l'espace clos.
- s'assurer que les travailleurs sont habilités à effectuer un travail en espace clos;
- informer les travailleurs des renseignements colligés par la personne qualifiée;
- s'assurer que les travailleurs ont compris, mettent en application la procédure de travail et respectent les consignes pour les procédures de sauvetage;
- mettre à la disposition des travailleurs les équipements de travail et de protection appropriés et en bon état;
- s'assurer que la procédure sécuritaire de travail et de sauvetage propre à l'espace clos est disponible sur les lieux du travail.

LES TRAVAILLEURS

Travailleurs habilités (article 298, R.s.s.t.) : « Seuls les travailleurs ayant les connaissances, la formation ou l'expérience requises pour effectuer un travail dans un espace clos sont habilités à y effectuer un travail. »

Les travailleurs doivent respecter la procédure sécuritaire de travail et de sauvetage et informer la personne responsable des travaux de toute modification des conditions présentes dans l'espace clos. Ils doivent également utiliser les équipements de travail et de protection mis à leur disposition par l'employeur et en rapporter tout mauvais fonctionnement.

LE DONNEUR D'OUVRAGE

Le donneur d'ouvrage doit :

- informer le sous-traitant si le lieu de travail répond à la définition de l'espace clos selon l'article 1 du R.s.s.t.;
- transmettre au sous-traitant les informations sur les principaux dangers;
- proposer la procédure de travail de cet espace clos;
- obtenir du sous-traitant une copie du registre des alarmes;
- collaborer au respect de la procédure.

Dans le cas où une municipalité serait maître d'œuvre des travaux, se référer à la fiche technique numéro 40 de l'APSAM sur ce sujet.

LES DANGERS RELIÉS AUX ESPACES CLOS

LES DANGERS RELIÉS À L'ATMOSPHÈRE

Une grande partie des accidents, dont certains mortels, qui surviennent en espace clos sont reliés à une atmosphère déficiente en oxygène, à une explosion ou un incendie, ou encore à la présence de gaz ou de vapeurs toxiques. Ce sont donc les premiers dangers à évaluer lorsqu'on élabore une procédure de travail.

1. La déficience en oxygène

L'air contient normalement environ 21 % d'oxygène. Lorsque la concentration en oxygène dans l'air est moins de 19,5 %, il est interdit d'entrer dans un espace clos. À une concentration entre 14 % et 16 %, il y a altération du jugement, euphorie, fatigue et malaise. Enfin, à une concentration de moins de 6 %, la perte de conscience et la mort surviennent en quelques minutes (se référer au tableau 1).

Causes et exemples d'une déficience en oxygène

A. Par consommation de l'oxygène :

- la rouille (réservoir en acier sans revêtement, vannes et tuyauterie, etc.);
- l'action de bactéries aérobies (décomposition de matières organiques, par exemple en présence d'eaux usées);

- la combustion (par exemple, lors de travaux de soudage et d'oxycoupage);
- l'adsorption (par exemple, dans les silos d'entreposage de charbon activé en présence d'une certaine quantité d'humidité).



B. Par déplacement de l'oxygène par d'autres gaz ou vapeurs :

Plusieurs gaz ou vapeurs peuvent déplacer l'oxygène :

- les gaz inertes comme l'argon et l'azote, les gaz utilisés dans les extincteurs portatifs, les gaz de réfrigération, etc.;
- les biogaz produits par l'action des bactéries anaérobies (sans oxygène) lors de la décomposition de la matière organique;
- le déversement d'une substance produisant des vapeurs nuisibles (solvants de toutes sortes, hydrocarbures lourds et légers, ammoniac).

2. Les explosions et les incendies

Trois éléments sont nécessaires pour provoquer une explosion ou un incendie :

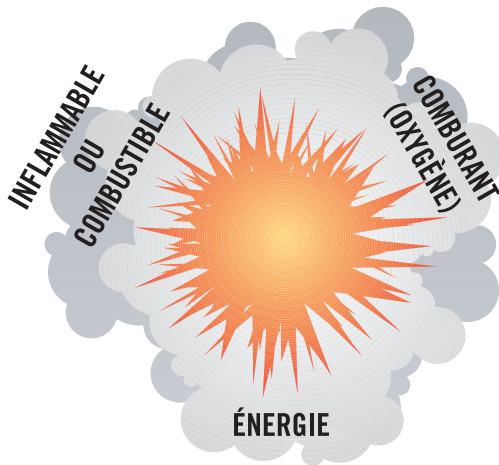
- un comburant (par exemple, l'oxygène),
- une substance inflammable ou combustible et
- une énergie d'activation.

Tableau 1. Effets sur le corps humain de différentes concentrations d'oxygène

Concentration en oxygène	Effets sur le corps humain
Plus de 23,0 %	Atmosphère enrichie en oxygène. Limite supérieure à partir de laquelle il est interdit d'entrer dans un espace clos. Aucun effet (augmente toutefois le risque d'inflammabilité).
Environ 21 %	Concentration normale d'oxygène. Aucun effet.
19,5%	Concentration minimale pour pouvoir entrer dans un espace clos sans respirateur autonome ou sans respirateur à adduction d'air avec une réserve d'air. Aucun effet.
14 % à 16 %	Concentration insuffisante pour maintenir une flamme allumée. Respiration saccadée, anxiété, fatigue anormale lorsque l'on fait des mouvements.
10 % à 11 %	Accélération de la respiration et du rythme cardiaque, euphorie, maux de tête.
6 % à 10 %	Nausées et vomissements, incapacité de bouger librement, possibilité de perte de conscience et d'effondrement tout en restant conscient.
Moins de 6 %	Arrêt respiratoire suivi d'un arrêt cardiaque; mort en quelques minutes.

Ces données sont à titre indicatif et peuvent varier d'un individu à l'autre en fonction de leur état de santé et de leur condition physique.

Le triangle du feu illustre cette relation.



A. Le comburant

Les matières comburantes sont des substances qui en réagissant avec un combustible en provoquant la combustion. Plusieurs substances sont des comburants, tels le chlore (Cl_2), le fluor (F_2), l’ozone (O_3) et l’oxygène (O_2). Seul ce dernier sera traité compte tenu qu’il est le plus fréquemment rencontré.

L’oxygène

Une atmosphère enrichie en oxygène (supérieur à 23 %) augmente le niveau d’inflammabilité des matériaux. Elle peut être causée par

- une mauvaise obturation de conduits d’alimentation en oxygène;
- une ventilation avec de l’oxygène au lieu de l’air (ce qui est interdit); ou
- une fuite sur un équipement de soudage.

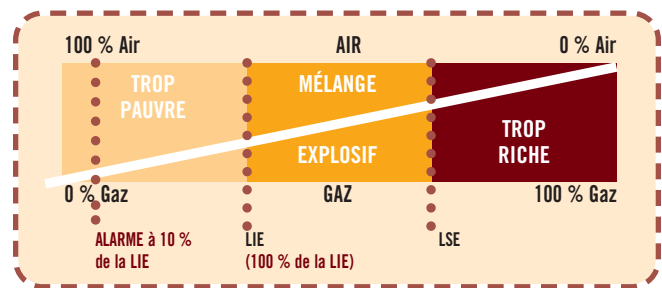
Il est interdit d’entrer dans un espace clos contenant plus de 23 % d’oxygène.

B. Les substances inflammables ou combustibles

Les gaz ou vapeurs inflammables

Pour qu’il y ait une combustion ou une explosion, il faut que la concentration du gaz ou de la vapeur soit entre sa limite inférieure d’explosion (LIE) et sa limite supérieure d’explosion (LSE) (voir figure 1).

Figure 1. Les limites d’explosion



LIE : concentration à partir de laquelle il y a suffisamment de gaz ou de vapeur dans l’air pour qu’une source d’énergie déclenche une explosion ou une combustion.

LSE : concentration du gaz ou de la vapeur à partir de laquelle il n’y a plus assez d’oxygène dans l’air pour qu’une explosion ou une combustion soit possible.



Par exemple, le méthane est explosif à une concentration entre 5 % et 15 % dans l’air. À moins de 5 %, le mélange air-méthane est trop pauvre et à plus de 15 %, le mélange est trop riche.

Les gaz ou vapeurs avec une limite inférieure d’explosion très basse et une large étendue d’inflammabilité, sont les plus dangereux. Plusieurs solvants, comme l’acétone, le toluène et la térébenthine, émettent des vapeurs dont la limite inférieure d’explosion est relativement basse.

Les poussières combustibles

Les poussières combustibles sont constituées de particules oxydables, solides, dont le diamètre est inférieur à 420 μm et présentent des risques d’incendie ou d’explosion lorsqu’elles sont dispersées dans les milieux de travail à des concentrations suffisantes. Elles sont surtout présentes dans les industries du charbon, de l’agroalimentaire, du papier et des textiles.¹

C. L’énergie

Quelques sources d’énergie suffisantes pour provoquer l’ignition :

- les flammes nues,

¹ Beaudet, Maurice et al. *Captage, transport et séparation des poussières combustibles : mesures préventives contre l’incendie et l’explosion : guide technique*. 2^e éd. rev. [Montréal] : Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, c2001, [2003].

- les arcs de soudage,
- les surfaces chaudes,
- les étincelles résultant de contact entre deux métaux,
- les chocs mécaniques (par exemple, un coup de masse sur un couvercle),
- l'arc d'une composante électrique,
- une décharge d'électricité statique (par exemple, lors de nettoyage à la vapeur ou de ventilation),
- les appareils de chauffage.



- Valeur plafond : valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit.

DIVS : danger immédiat pour la vie ou la santé. Cette valeur représente la concentration maximale d'un produit présent dans un milieu et duquel un individu peut s'échapper dans un délai de 30 minutes, sans présenter de symptômes pouvant l'empêcher de fuir et sans produire des effets irréversibles sur sa santé. Cette concentration a été définie dans le but de sélectionner un appareil de protection respiratoire approprié.

3. Les substances toxiques

La ventilation naturelle déficiente et le faible volume d'air de plusieurs espaces clos font que les travailleurs peuvent être exposés à des concentrations importantes de contaminants. Une atmosphère toxique contient des gaz, vapeurs, fumées, brouillards et poussières connus pour avoir des effets nocifs sur le corps humain. **L'effet toxique est indépendant de la concentration d'oxygène dans l'air.**

Plusieurs contaminants toxiques peuvent être présents en espace clos; ils sont décrits au tableau 2. Voici toutefois quelques notes explicatives pour bien comprendre les éléments du tableau.

Principaux risques : les effets les plus importants sur la santé sont répertoriés; pour plus d'information comme par exemple les mesures préventives, les propriétés toxicologiques, les premiers secours, etc., consulter le répertoire toxicologique de la CSST disponible dans Internet à l'adresse <http://www.reptox.csst.qc.ca>.

Valeurs d'exposition admissibles : les valeurs d'exposition qui sont réglementées se retrouvent à l'annexe 1 du R.s.s.t; pour les autres, voir les fiches signalétiques.

- VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée pour une période de 8 heures. En raison des conditions particulières du travail en espace clos tels la difficulté de contrôler l'atmosphère et les moyens de sortie restreints, cette valeur doit être considérée à l'instant où elle est lue par le détecteur de gaz.

Densité : les gaz et vapeurs qui ont une densité inférieure à 1 ont tendance à monter et donc à se retrouver près du sommet de l'espace clos. Ceux qui ont une densité supérieure à 1, au contraire, se retrouvent normalement dans le fond, ceci lorsqu'il n'y a pas de mouvement d'air dans l'espace clos. Cette valeur prend toute son importance dans le travail en espace clos. C'est pourquoi il est primordial de prendre des mesures de gaz à plusieurs niveaux dans l'espace clos avant d'y entrer.

Odeur : dans tous les cas, et particulièrement dans le cas de l'ammoniac et du sulfure d'hydrogène, l'odeur du contaminant ne peut être considérée comme un signe d'avertissement de danger. Dans ces cas, une fatigue olfactive survient suite à une exposition répétée et cela peut aller jusqu'à paralyser le nerf olfactif (on ne sent plus). De plus, certains gaz sont inodores (par exemple, le CO₂). Le détecteur de gaz est donc l'instrument de mesure à utiliser en tout temps.

Asphyxie : difficulté ou arrêt de la respiration. Il existe 2 types d'asphyxie : simple et chimique.

- Asphyxie simple : les effets sur la santé sont dus au manque d'oxygène dans l'air; le gaz en lui-même n'est pas nécessairement toxique. Les symptômes sont des maux de tête, des nausées, des vertiges, de l'incoordination, des difficultés respiratoires...
- Asphyxie chimique : asphyxie qui agit sur le transport de l'oxygène en inhibant les mécanismes de la respiration, ce qui entraîne un manque d'oxygène dans l'organisme.

Tableau 2. Propriétés de quelques contaminants pouvant être retrouvés en espace clos

Contaminant (Formule chimique)	Inflammable/ Comburant	Description physique	Principaux risques	Valeurs d'exposition admissibles VEMP/plafond	Valeur DIVS	Densité Air = 1	Principale source d'émission
Ammoniac (NH ₃)	Inflammable	Incolore, odeur piquante.	Toxique, irritant et corrosif pour les yeux (à partir de 35 ppm), la peau (à 500 ppm) et surtout les voies respiratoires (à partir de 25 ppm).	25 ppm*	300 ppm	0,59	- Rejets dans les égouts; - Chalage des boues d'épuration; - Systèmes de réfrigération (ex. : aréna).
Argon (Ar)	Non	Gaz incolore, inodore.	Déplace l'oxygène de l'air.	Asphyxiant simple		1,4	- Introduit pour rendre inerte une atmosphère inflammable et explosive (ex. : travaux de soudure).
Azote (N ₂)	Non	Gaz incolore, inodore.	Déplace l'oxygène de l'air.	Asphyxiant simple		0,97	- Idem (ex. : vidange de digesteur anaérobie).
Chlore (Cl ₂)	Comburant	Gaz jaune verdâtre, odeur piquante et suffocante.	Très toxique, irritant sévère et corrosif pour les yeux, la peau et les voies respiratoires.	0,5 ppm	10 ppm	2,5	- Utilisé comme agent désinfectant dans le traitement de l'eau.
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Non	Gaz incolore, inodore.	Déplace l'oxygène de l'air.	5 000 ppm	40 000 ppm	1,5	- Traitement industriel pour abaisser le pH de l'eau; - Produits de combustion, gaz d'égout et boues.
Dioxyde de chlore (ClO ₂)	Comburant	Gaz orange à odeur de chlore.	Très toxique, irritant et corrosif pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives.	0,1 ppm	5 ppm	2,3	- Pour le traitement de l'eau potable; - Agent de blanchiment.
Dioxyde de soufre (SO ₂) (anhydride sulfureux)	Non	Gaz transparent, incolore, à odeur piquante.	Toxique, irritant et corrosif pour les yeux, la peau et surtout les voies respiratoires; à partir de 20 ppm, protections nécessaires pour les voies respiratoires et les yeux.	2 ppm	100 ppm	2,2	- Utilisé pour diminuer le chlore résiduel dans l'eau potable.
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Comburant	Gaz brun-rouge.	Toxique et irritant pour la peau, les yeux et surtout les voies respiratoires.	3 ppm	20 ppm	1,59	- Produit de la fermentation dans un silo à fourrage conventionnel.
Méthane (CH ₄)	Inflammable	Gaz incolore, inodore.	Feu et explosion (important de mesurer la LIE). Déplace l'oxygène de l'air.	Asphyxiant simple	5000 ppm	0,6	- Gaz naturel, produit de la décomposition de matière organique.
Monoxyde de carbone (CO)	Inflammable	Gaz incolore, inodore.	Toxique, asphyxiant chimique.	35 ppm	1200 ppm	0,97	- Présent dans les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne.
Ozone (O ₃)	Comburant	Gaz bleuté à odeur piquante.	Irritant sévère pour les yeux et les voies respiratoires; éviter tout contact avec la peau.	0,1 ppm (valeur plafond)	5 ppm	1,66	- Utilisé pour le traitement de l'eau potable; - Agent de blanchiment.
Soude caustique (hydroxyde de sodium) (NaOH)	Non	Solide blanc, inodore et qui est très soluble dans l'eau. Généralement acheté sous forme liquide à une concentration de 50 %.	Il n'est pas absorbé par l'organisme, il exerce une action locale qui détruit les tissus. Irritant et corrosif pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives.	2 mg/m ³ (valeur plafond)	10 mg/m ³		- Utilisé dans le traitement de l'eau potable pour augmenter le pH.
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	Inflammable	Gaz incolore, odeur d'œuf pourri (de 0,001 ppm à 0,13 ppm).	Très toxique et irritant pour les voies respiratoires supérieures, les yeux et la peau. Paralyse le nerf olfactif à 100 ppm.	10 ppm	100 ppm	1,19	- Gaz d'égout, produit de la décomposition de matière organique.
Vapeurs d'essence (C ₅ H ₁₂ à C ₉ H ₂₀)	Inflammable	Incolore à odeur d'essence.	Feu et explosion (important de mesurer la LIE). Irritant pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives.	300 ppm		3,72 (densité de vapeur)	- Utilisation de l'essence.

* partie par million

Les contaminants de l'air dans les espaces clos peuvent provenir :

- du procédé ou du travail (vapeurs, brouillards, poussières ou gaz d'un moteur à combustion ou du soudage, etc.);
- de matières résiduelles (la fermentation de la matière organique produit du sulfure d'hydrogène, dont les caractéristiques sont présentées plus en détail au tableau 3);
- de l'extérieur de l'espace clos (gaz d'échappement, etc.);
- de réactions chimiques entre différents produits (par exemple, de l'aluminium dans de la soude caustique génère de l'hydrogène, un gaz inflammable et asphyxiant simple).

LES RISQUES BIOLOGIQUES

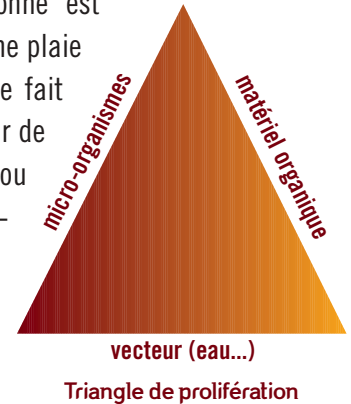
La contamination biologique peut être représentée par le triangle de prolifération composé d'un vecteur (eau, bioaérosols, terre) de matériel organique et de micro-organismes.

L'élimination de l'une de ces composantes empêche la prolifération microbienne. Ainsi, lorsqu'on élimine les très

fines particules solides ou plus généralement liquides en suspension dans l'air (bioaérosols) ou dans un gaz et que l'on empêche son contact avec les travailleurs, on réussit souvent à contrôler l'exposition aux agents biologiques.

Le matériel organique

Selon les micro-organismes, les portes d'entrée chez l'humain sont la voie digestive, la voie respiratoire lors d'exposition à des bioaérosols, des lésions de la peau et les muqueuses (yeux, nez et bouche). Le risque d'infection existe si la personne est susceptible et non protégée. Une plaie non cicatrisée, une coupure, le fait d'être éclaboussé au visage par de l'eau contaminée, manger ou fumer sans s'être convenablement lavé les mains et les porter au visage, sont tous des exemples de possibilités de contamination.



Une attention particulière doit être accordée au sulfure d'hydrogène (H₂S) puisque plusieurs accidents mortels sont causés par la présence de ce gaz dans des canalisations ou des réservoirs tels bassins de rétention, fosses à purin, fosses septiques et égouts.

Tableau 3. Caractéristiques du sulfure d'hydrogène (H₂S) et effets sur l'être humain en fonction des concentrations et du temps d'exposition approximatif.

	Concentration de H ₂ S (ppm)	Temps d'exposition approximatif
Caractéristiques du sulfure d'hydrogène (H₂S)		
Détection olfactive	0,001 à 0,13	-
Valeur d'exposition de courte durée (VECD)	15	15 minutes
Valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP)	10	8 heures
DIVS	100	-
Effets de l'exposition sur l'être humain		
Irritation des yeux et des voies respiratoires	50	-
Perte de l'odorat	100	2 à 5 minutes
Oedème pulmonaire possible	250	1 heure
Perte de conscience et mort possible	500 à 700	30 à 60 minutes
Perte de conscience rapide, détresse respiratoire, mort	700 à 1000	quelques minutes
Perte de conscience presque immédiate, arrêt cardiorespiratoire, mort en quelques minutes. La mort peut survenir même lorsque la victime est amenée à l'air frais.	1000 à 2000	-

Note : Les concentrations et les temps d'exposition sont approximatifs. Les effets et symptômes peuvent varier d'un individu à l'autre en fonction de l'état de santé et de la condition physique.

Les micro-organismes

- Des micro-organismes vivent naturellement dans le sol et la poussière et peuvent contaminer une personne par toute plaie ouverte; c'est le cas du tétanos. Le tétanos est une maladie causée par un micro-organisme qui libère une substance toxique dans l'organisme.
- Certains micro-organismes peuvent être associés à des animaux vivant dans ces milieux (rats, insectes, etc.) ou à des objets souillés de sang ou de sécrétions génitales (seringues abandonnées, préservatifs, serviettes hygiéniques, pansements).
- Les travailleurs peuvent entrer en contact avec des micro-organismes provenant des eaux usées, d'animaux (rats, insectes, fientes), de matières organiques en décomposition, etc. Les eaux usées

Micro-organismes les plus couramment retrouvés dans les eaux usées :

Les virus

Certains virus se multiplient dans le système digestif humain ou animal et sont excrétés dans les matières fécales lors d'une infection. Ils ne se reproduisent pas une fois à l'extérieur du corps. On peut retrouver plus de 150 types de virus dans les eaux usées. L'hépatite A est une maladie causée par un virus.

Les bactéries

Les bactéries se multiplient dans les eaux usées et dans les boues résiduaires. Les bactéries Gram négatives* et leurs sous-produits comme les endotoxines peuvent causer de l'irritation des muqueuses, ainsi que des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires.

Les helminthes

Une grande variété de ces vers parasites et leurs œufs peut se retrouver dans les eaux usées et dans les boues sanitaires.

Les protozoaires

Ce sont des êtres formés d'une seule cellule pouvant être parasites de l'homme. Par exemple, les kystes de Giardia sp. excrétés par les selles peuvent survivre dans l'eau. La giardiase cause de la diarrhée.

Les moisissures et levures

Les spores libérées par les moisissures peuvent provoquer des réactions allergènes et des irritations respiratoires et cutanées.

L'exposition à ces micro-organismes provient surtout de l'inhalation des bioaérosols qu'ils utilisent comme vecteurs pour leur transport ou de la contamination du système gastro-intestinal par le contact des mains à la bouche.

* Bactéries Gram négatives : bactéries qui ne se colorent pas au cristal de violet. Les bactéries pouvant causer des maladies chez l'humain sont souvent classées selon cette absence de coloration.

véhiculent des bactéries, virus, parasites et champignons, provenant essentiellement d'excréments humains ou animaux, d'individus porteurs ou malades. C'est le cas de l'hépatite A qui se contracte par l'ingestion d'une substance contaminée par les matières fécales d'une personne infectée (par exemple, eaux usées).

Ces micro-organismes causent parfois des nausées, des vomissements ou des diarrhées. Des maladies beaucoup plus graves et prolongées, telles la jaunisse et la fièvre causées par l'hépatite A peuvent survenir.

La présence d'un micro-organisme dans les eaux usées ne signifie pas que le personnel soit nécessairement infecté par ce micro-organisme. Le risque de contamination est plus important si le micro-organisme est présent dans les eaux usées en quantité significative, s'il y survit et garde son pouvoir infectieux et s'il trouve une porte d'entrée dans l'organisme humain, par exemple en présence d'une coupure.

LES AUTRES DANGERS

Il existe de nombreux autres dangers qui doivent être considérés lors de l'élaboration de la procédure de travail et lors du travail dans un espace clos.

- Noyade,
- ensevelissement,
- coincement,
- écrasement,
- chute,
- choc électrique,
- mauvaise visibilité,
- température,
- bruit,
- radiation.

L'évaluation des dangers est primordiale pour bien identifier les mesures de contrôle qui seront nécessaires. Ces dernières doivent être bien comprises et bien appliquées pour être efficaces.

LA DÉTECTION DES GAZ

Le maintien de conditions atmosphériques normales est le point central de l'approche préventive du travail en espace clos. Le contrôle de l'atmosphère requiert la détection des gaz, le nettoyage s'il y a lieu, la ventilation de l'espace clos, ainsi que le contrôle du triangle du feu. La détection des gaz nous permet de s'assurer d'un maintien de conditions atmosphériques normales mesurées par l'appareil, sans toutefois nous informer sur les contaminants non connus. La ventilation prend alors une grande importance en assurant un apport d'air neuf aux travailleurs ou une extraction des contaminants générés par le travail.

1. Les exigences réglementaires : évaluer les conditions atmosphériques

Le détecteur doit permettre d'évaluer les conditions atmosphériques.

À cet effet, l'article 300 (1^o) (a) du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (R.s.s.t.) exige qu'avant de débiter un travail dans un espace clos, les renseignements sur les dangers spécifiques à l'atmosphère interne soient disponibles, par écrit, sur les lieux mêmes du travail.

On doit connaître les concentrations de l'oxygène, des gaz et vapeurs inflammables, des contaminants généralement susceptibles d'être présents dans cet espace clos ou aux environs, ainsi que l'existence des poussières combustibles présentant un danger de feu ou d'explosion.

L'article 302 du même règlement prescrit qu'aucun travailleur ne peut pénétrer dans un espace clos sans s'être assuré que les conditions atmosphériques suivantes soient maintenues :

1^o la concentration d'**oxygène** (O₂) doit être supérieure ou égale à 19,5 % et inférieure ou égale à 23 %;

2^o la concentration de **gaz ou de vapeurs inflammables** doit être inférieure ou égale à 10 % de la limite inférieure d'explosion (LIE);

3^o la concentration de **substances toxiques** ne doit pas excéder les normes prévues pour ces contaminants à l'annexe 1 du R.s.s.t. (ex. : monoxyde de carbone (CO) et sulfure d'hydrogène (H₂S) pour les eaux usées; chlore et ozone pour le traitement de l'eau potable).

Si, même en ventilant, l'atmosphère interne d'un espace clos est conforme aux normes prévues au paragraphe 2^o mais non conforme à celles des paragraphes 1^o et 3^o, un travailleur peut y pénétrer à condition qu'il porte un appareil de protection respiratoire approprié conformément à l'article 45 du R.s.s.t.

ATTENTION : Il est important de bien identifier les contaminants susceptibles d'être présents dans tout espace clos afin d'avoir un appareil de détection muni des cellules appropriées (ex. : rejets industriels, travaux particuliers).

2. Le choix d'un bon détecteur A. L'instrument

● On recommande l'utilisation d'un appareil à lecture directe, c'est-à-dire qui fournit les résultats sur un écran à cristaux liquides en quelques secondes ou quelques minutes. On parle ici de détecteurs de gaz électroniques multigaz qui sont les plus utiles pour le travail en espace clos. D'autres types de détecteurs, comme des tubes colorimétriques, peuvent être utilisés lorsque l'on doit détecter des contaminants toxiques autres que ceux mesurés par le détecteur multigaz.



- L'appareil doit être muni d'une sonde de prélèvement suffisamment longue pour permettre d'effectuer des mesures à distance, sans entrer dans l'espace clos. Si l'appareil est utilisé dans des puits humides, pour le protéger, la sonde devrait être munie d'une trappe à eau (voir photo ci-dessous) ou d'un filtre hydrophobe.



- Une pompe électrique (automatique) est recommandée plutôt qu'une pompe manuelle (poire), car elle offre l'avantage de prélever des échantillons plus en continu. S'assurer que la capacité de la pompe permet d'utiliser une sonde d'une longueur suffisante pour la profondeur des espaces clos dans lesquels des prélèvements sont faits.
- L'appareil doit être à sécurité intrinsèque et, dans certains cas, antidéflagrant, par exemple lorsqu'il est utilisé dans des espaces clos où il peut y avoir présence de substances inflammables ou combustibles.
- Le volume, le poids, la solidité, l'étui et les courroies doivent permettre de porter l'appareil tout au long du travail.
- Les mesures doivent être faciles à lire : luminosité de l'écran, grosseur des caractères, etc. Les écrans numériques offrent une meilleure lisibilité.
- Les manipulations nécessaires au fonctionnement doivent être faciles à exécuter. Des petits boutons, demandant trop de dextérité, seront difficiles à manipuler avec des gants de travail.
- L'avertisseur sonore doit pouvoir être entendu des travailleurs même en milieu bruyant. Un avertisseur à vibrations ou à voyant lumineux en plus de l'alarme sonore est préférable.

B. Le fournisseur

Avant de faire l'achat d'un appareil, il est important de vérifier les points suivants auprès du fournisseur.

- La disponibilité des accessoires et des pièces de rechange ainsi que la proximité des points de service.
- La possibilité d'avoir un contrat de service.

- La disponibilité d'une personne-ressource pour le service après vente.
- La formation offerte aux travailleurs sur les étapes et les conditions d'utilisation, l'entretien et l'étalonnage de l'appareil.
- La disponibilité des manuels du fabricant en français incluant la liste des interférences et des facteurs de correction.
- Le type de piles : les piles au lithium et au nickel métal hydrure sont recommandées parce qu'elles n'ont pas d'effet de mémoire, elles ont une durée de vie plus longue et elles sont moins lourdes.
- L'autonomie de l'appareil (le temps qu'il peut être utilisé avant de devoir recharger les piles).
- La possibilité d'ajouter des cellules supplémentaires et la durée de vie des cellules. La durée de vie peut varier d'un fabricant à l'autre :
 - pour l'oxygène, 12 à 24 mois;
 - pour le niveau d'explosivité, 24 à 36 mois;
 - pour les gaz ou vapeurs toxiques, 18 à 24 mois.
- La précision et l'exactitude de l'appareil.
- Les coûts pour l'appareil, les accessoires, le contrat de service, etc.



3. La prise de mesure

A. La qualification de la personne qui prend les mesures

L'évaluation de l'atmosphère doit être faite par une personne qualifiée. Celle-ci doit :

- comprendre les limites (exactitude, précision et limite de détection) de l'appareil de mesure qu'elle utilise;
- suivre les instructions du fabricant sur l'utilisation et l'entretien de l'appareil;
- respecter la procédure d'étalonnage et du *bump test* ou s'assurer qu'ils ont été faits par une personne compétente;
- prendre les mesures de façon à ne pas nuire à sa sécurité et de façon à ce que l'ensemble de l'atmosphère de l'espace clos soit vérifié;
- interpréter les résultats par rapport aux valeurs admissibles d'exposition de la réglementation applicable.

B. Les étapes à suivre avant chaque utilisation

1. Mettre l'appareil en fonction.
2. Effectuer une mise à zéro dans un air sain (sans gaz d'échappement, fumée de cigarette, etc.).
Certains appareils font automatiquement la mise à zéro lors du démarrage. Prendre soin d'enlever la sonde ou le boyau avant cette étape.
3. Faire un test de fonctionnalité (*bump test*). Ce test sert à vérifier le bon fonctionnement de l'appareil, le niveau des alarmes et l'exactitude (écart du système de détection). L'écart généralement admis est de moins de 10 %. S'il est de plus de 10 %, l'étalonnage de l'appareil est requis.

Il est important d'attendre le temps nécessaire à chaque lecture; ce temps est fonction de la longueur de la sonde, de l'utilisation ou non d'une pompe, du temps de réponse de l'appareil, etc.

Une vérification de base doit être faite pour les éléments suivants :

- piles
- support d'attaches et courroies
- boîtier
- fenêtre de lecture
- boutons de mise en marche
- filtres
- sonde, boyau et trappe à eau ou filtre hydrophobe
- propreté des grilles de protection
- avertisseur

C. La fréquence et les endroits de prise de mesure

Avant chaque ouverture, on doit mesurer :

1. La concentration d'oxygène. Cette mesure doit toujours être lue en premier car une faible concentration d'oxygène (environ 15 % et moins ou selon les recommandations du fabricant) ne permet pas d'avoir une mesure fiable des substances inflammables ou combustibles.
2. Les pourcentages d'atteinte de la limite inférieure d'explosion (LIE) de gaz ou vapeurs inflammables ou combustibles.

3. Les concentrations de substances toxiques qui peuvent se retrouver dans cet espace clos.



Avant l'ouverture de l'espace clos, les mesures doivent être prises, lorsque possible, à travers les trous des couvercles. Sinon, soulever ou entrouvrir l'accès et y insérer la sonde. On doit s'assurer que ces mesures respectent les exigences réglementaires. Sinon, il faut prévoir des méthodes de travail appropriées.

ATTENTION : DANGER

S'il y a présence de gaz inflammables (alarme provenant de la LIE), ne jamais ouvrir le couvercle, et aviser la personne responsable des travaux.

Avant d'entrer dans un espace clos, on doit prendre des relevés de l'atmosphère

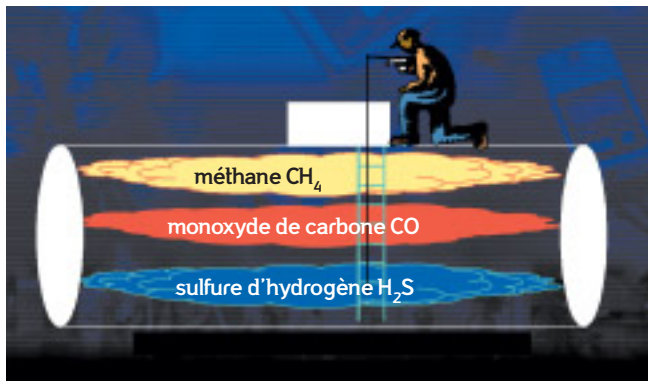
- à tous les mètres;
- dans tous les accès et les compartiments s'il y a lieu.

IMPORTANT

Selon leur densité, les gaz se retrouvent à des niveaux différents à l'intérieur de l'espace clos. Par exemple, le méthane, plus léger que l'air, se concentre près du couvercle, tandis que le sulfure d'hydrogène et le chlore, qui sont plus lourds que l'air, se retrouvent vers le fond de l'espace clos. Il est à noter que l'ouverture d'un couvercle ou d'une trappe crée des mouvements d'air. Il est alors possible que les gaz ou vapeurs se mélangent. **C'est pourquoi il est important, lors de la prise de mesure, de s'assurer que la sonde descend à différents niveaux pour couvrir toutes les strates en évitant toutefois d'aspirer du liquide.**

Une fois à l'intérieur, les mesures doivent être prises :

- À chaque endroit où la configuration de l'espace le nécessite.
- À chaque endroit où l'oxygène a pu être déplacé par la présence d'autres gaz.
- À chaque fois que les caractéristiques de l'atmosphère peuvent changer : travaux interrompus, espace clos laissé sans surveillance constante, changement dans la procédure de travail prévue, etc.



Les résultats des mesures ponctuelles doivent être notés dans un registre, sur les lieux même du travail. Lorsque les mesures sont faites en mode continu, elles doivent être inscrites dans un registre **à chaque fois que l'alarme est déclenchée**. Elles doivent être conservées pendant une période d'au moins cinq ans. Les informations contenues dans ces registres doivent être disponibles et consultées sur place afin de constater l'évolution de l'atmosphère de l'espace clos en question.

4. L'interprétation des résultats

Lorsque l'alarme du détecteur sonne, il faut immédiatement sortir de l'espace clos. L'évaluation du problème et l'interprétation des mesures doivent être faites à l'extérieur de l'espace clos. **Chaque situation d'urgence est différente et spécifique**. Il faut bien choisir les correctifs et les appliquer de façon réfléchie. Il est impératif de reprendre des mesures avant d'autoriser quelqu'un à retourner dans l'espace clos.

A. L'oxygène

Les limites légales de l'O₂ sont de 19,5 % et de 23 % à pression atmosphérique normale. Si le détecteur indique une lecture d'O₂ :

- Qui diffère de 20,9 %, concentration normale de l'oxygène, se questionner sur la présence d'autres contaminants.
- Plus petite que 16 % ou selon les recommandations du fabricant : ne pas ouvrir le couvercle; aviser le responsable des travaux afin de mettre en place les mesures déterminées par la personne qualifiée. Si le couvercle est déjà ouvert, ventiler en vous assurant que le ventilateur est à l'épreuve des explosions et est mis à la masse.
- 16 % et plus : ventiler l'espace clos.

B. Les gaz inflammables ou combustibles

Le dépassement du 10 % de la LIE représente un risque élevé. Compte tenu de l'imprécision de certaines mesures, due au choix du gaz d'étalonnage et aux conditions environnantes dans les espaces clos, toute tendance vers l'atteinte du 10 % de la LIE doit faire l'objet d'une attention particulière et pas uniquement lorsque le 10 % est atteint. Dès qu'il y a une lecture de présence de gaz inflammables ou combustibles, des mesures d'urgence doivent être mises en œuvre :

- ne pas fumer;
- ne pas ouvrir le couvercle; **ne pas entrer dans l'espace clos**;
- aviser le responsable des travaux pour la prise en charge de l'ensemble des opérations;
- établir un périmètre de sécurité.

Le respect de la LIE d'une substance protège la sécurité des travailleurs (pour les risques de feu et d'explosion) mais pas nécessairement leur santé (les effets toxiques). La LIE est souvent de beaucoup supérieure aux valeurs d'exposition admissible prescrites par le R.s.s.t. Par exemple, la concentration du toluène à 10 % de sa LIE est de 1 100 ppm, alors que sa VEMP est de 50 ppm. Les mesures de prévention ne seront pas les mêmes dans les deux cas, d'où l'importance de tenter de bien connaître les dangers auxquels on fait face.

C. Les autres contaminants

Plusieurs contaminants sont susceptibles d'être présents dans un espace clos comme du monoxyde de carbone et du sulfure d'hydrogène. Il est nécessaire de mesurer leurs concentrations avec le détecteur de gaz. Lorsque l'alarme du détecteur se déclenche, **on doit immédiatement sortir de l'espace clos**. Il faut alors purger l'espace clos jusqu'à ce que la concentration redevienne au niveau permis et maintenir une ventilation mécanique par dilution pour la durée des travaux en prenant soin de contrôler les sources d'émission des contaminants. La personne qualifiée peut, selon l'évaluation des dangers, et ce, malgré la ventilation de dilution, recommander le port des appareils de protection respiratoire appropriés.

5. L'étalonnage et l'entretien de l'appareil

A. L'étalonnage

L'étalonnage consiste à ajuster l'exactitude de l'instrument. Toujours faire l'étalonnage avec des gaz étalons certifiés en prenant soin de vérifier leur date d'expiration. De façon générale, **le choix des gaz à utiliser pour l'étalonnage se fait selon ceux qui sont les plus susceptibles d'être présents dans les milieux où seront utilisés les détecteurs**. Les gaz étalons généralement utilisés pour les gaz inflammables sont le pentane et le méthane. La différence entre les deux gaz est leur capacité à réagir avec la cellule du détecteur et à déceler les autres gaz. L'étalonnage au pentane permet de détecter plus rapidement la présence de gaz inflammables ou explosifs. Il a une limite inférieure d'explosion (LIE) plus basse que celle du méthane (1,5 % et 5 % respectivement).

Certains appareils de mesure comportent une puce électronique contenant les informations nécessaires à l'étalonnage. Il suffit de brancher la bouteille de gaz étalons du fabricant à l'appareil de mesure et celui-ci est réajusté après stabilisation de la lecture. Il est important de toujours utiliser les bouteilles de gaz étalons recommandées par le fabricant puisque la puce s'ajuste à une concentration préétablie. Aussi, certains fabricants vendent des socles de

synchronisation qui automatisent les étapes de vérification des appareils (*bump test* et étalonnage), qui téléchargent les données et rechargent les piles.

L'étalonnage de l'appareil doit être fait selon les recommandations du fabricant ou selon d'autres méthodes reconnues. Dans le *Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail* publié par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, il est recommandé de faire l'étalonnage d'un appareil avant son utilisation.

B. L'entretien

Pour vous assurer du bon état de vos appareils, nous vous recommandons

- de désigner une personne compétente responsable des appareils (vérification, entretien, etc.);
- d'informer et de former cette personne (le fournisseur est une ressource importante);
- d'établir une liste de vérification et d'entretien en utilisant les fiches techniques du fabricant;
- de garder des pièces de rechange en inventaire (vérifier la durée de vie);
- d'établir un calendrier de vérification des appareils et de leurs accessoires;
- d'élaborer un carnet de bord dans lequel la personne responsable de l'entretien indiquera :
 - le numéro de série du détecteur,
 - les travaux d'entretien,
 - les vérifications,
 - les coordonnées d'étalonnage,
 - les certificats d'analyses et la date d'expiration des gaz étalons,
 - le numéro de série et la date d'installation des cellules, leur durée de vie, etc.

6. Les limites des appareils de mesure

Les utilisateurs doivent comprendre les limites des appareils pour bien interpréter les résultats. Les éléments suivants peuvent influencer la durée de vie, la réponse et la fiabilité des cellules.

- Un grand écart de température (environ 20 °C) entre le lieu de la prise de mesure et l'appareil influence les cellules en faussant les mesures.
- L'entreposage de l'appareil dans un endroit où la température est inférieure à 0 °C risque d'endommager le fonctionnement de l'appareil de détection.
- Par temps froid, il faut prévoir un temps pour la stabilisation de la température des composantes de l'appareil, particulièrement pour la cellule du niveau de l'explosivité (LIE). Les éléments de cette dernière, chauffés à haute température, demandent beaucoup d'énergie que les piles donnent de façon réduite lorsqu'il fait froid (dans ce cas, les piles au lithium sont plus efficaces).

- Un fort taux d'humidité (lorsqu'il y a condensation dans la sonde) peut induire une mesure faussement positive des gaz ou vapeurs toxiques.
- Une concentration de dioxyde de carbone (CO₂) de 10 000 ppm et plus accélère le vieillissement de la cellule des gaz ou vapeurs toxiques et surtout celle de l'oxygène.
- Certains contaminants peuvent fausser les lectures de certaines cellules (par exemple, une forte concentration de H₂S affecte la lecture du CO). Les cellules doivent posséder les filtres appropriés. Consulter la liste des contaminants interférents fournie par le fabricant.
- Pour les gaz inflammables ou combustibles, la mesure sera sous-estimée dans un milieu faible en oxygène. La concentration d'oxygène doit être supérieure à 16 % pour obtenir des résultats fiables ou selon les spécifications du fabricant.
- L'appareil ou ses composantes peuvent être affectés s'ils sont frappés ou échappés.
- Le silicone, les silicates, les halogènes et les composés chimiques contenant du plomb ont tendance à empoisonner la cellule du niveau d'explosivité et les lectures seront erronées. Une interférence peut induire une fausse réponse plus basse, plus haute ou empêcher la mesure. Il est alors préférable de laisser les cellules se décontaminer.
- L'exposition fréquente à des atmosphères riches en oxygène ou dans les limites d'inflammabilité ou à des produits interférents peuvent réduire la durée de vie de la cellule du niveau d'explosivité.

7. Présence d'un autre contaminant

Lorsque l'on soupçonne la présence d'un autre contaminant, on peut utiliser des tubes colorimétriques qui sont spécifiques à chaque substance.

- Le principal inconvénient de ces tubes est leur manque d'exactitude. La marge d'erreur peut atteindre jusqu'à 35 %. Les tubes sont toutefois utiles pour indiquer s'il y a présence ou non de ce contaminant.
- Le débit et l'étanchéité de la pompe doivent être vérifiés régulièrement.
- Certains tubes requièrent un entreposage particulier.
- La présence de certains produits chimiques peut interférer et fausser les résultats.

- Les recommandations et méthodes d'utilisation varient souvent avec chaque tube. Il faut à chaque fois consulter le feuillet explicatif du fabricant. Il serait opportun de noter les numéros de lot des tubes, car il est possible qu'il y ait un problème avec certains lots.
- Des connaissances plus poussées sont nécessaires pour utiliser efficacement ces tubes, notamment pour tenir compte des facteurs de correction.
- Enfin, ils ne permettent pas de connaître précisément l'évolution d'une situation comme le font les appareils fonctionnant en mode continu.

LA VENTILATION

Aucun travailleur ne peut pénétrer dans un espace clos à moins que celui-ci ne soit ventilé par des moyens naturels ou mécaniques de manière à ce que soit maintenues les conditions atmosphériques telles qu'énoncées dans la section *La détection des gaz* du présent guide (article 302 du R.s.s.t.).

L'efficacité de la ventilation doit être démontrée par une personne qualifiée. Le nombre d'ouvertures, leurs dimensions, le type de ventilateur et le débit d'air anticipé, doivent figurer sur la fiche de contrôle. Ces informations doivent être réévaluées lorsque les conditions présentes à l'intérieur de l'espace clos sont modifiées suite à

- un changement significatif de température;
- des travaux effectués; ou
- des modifications apportées à l'espace clos.

1. Les ouvrages de référence

Compte tenu de la complexité à déterminer la ventilation nécessaire dans un espace clos, on ne vous présentera que les concepts généraux de la ventilation. Pour approfondir le sujet, plusieurs ouvrages de référence peuvent être consultés. Neil McManus, un hygiéniste industriel reconnu pour ses ouvrages sur les espaces clos, a rédigé un livre intitulé *Safety and health in confined space* comprenant une section détaillée sur la ventilation. Le *National Fire Protection Association* a aussi émis des recommandations sur le sujet, entre autres concernant la ventilation générale pour les usines de traitement des

eaux (chapitre 9 de NFPA 820 : *Standard for fire protection in wastewater treatment and collection facilities*). L'American National Standards Institute a publié des recommandations sur le travail en espace clos pour l'industrie du pétrole (ANSI/API 2015-2001 et ANSI/API 2016-2001). La section 27 du R.s.s.t. regroupe les exigences concernant les travaux de soudage et de coupage.

2. Les modes de ventilation

La façon de ventiler dépend essentiellement de la nature du contaminant, de la conception de l'espace clos (divisions, dimensions, nombre d'ouvertures, etc.) et du travail effectué.

A. La ventilation naturelle

La ventilation naturelle, c'est l'aération d'un local de façon naturelle (effet de cheminée, effet du vent). L'efficacité de la ventilation naturelle, comme technique de contrôle des contaminants, est variable et dépendante de plusieurs facteurs. Dans plusieurs cas, il est donc nécessaire de faire appel à la ventilation mécanique pour contrôler une atmosphère dangereuse.

B. La ventilation mécanique

Deux techniques sont utilisées pour assainir l'atmosphère interne d'un milieu de travail : la ventilation générale par dilution et la ventilation par aspiration locale (ou d'extraction).

La ventilation par aspiration locale

Il s'agit de placer un capteur le plus près possible du point d'émission des contaminants de façon à limiter leur dispersion dans l'espace clos et de les évacuer à l'extérieur. Cette technique est à prioriser lorsqu'une source ponctuelle de contaminants est connue. Il faut s'assurer d'une entrée d'air neuf équivalente et plus. Il est **obligatoire** de procéder ainsi pour les travaux de soudage et d'oxycoupage (article 107 du R.s.s.t.).

La ventilation générale par dilution

« Il s'agit d'introduire et d'évacuer mécaniquement de l'air afin de diluer les polluants. Cette technique réussit

généralement et de manière satisfaisante à contrôler les contaminants de faible toxicité et à éviter la contrainte thermique. »¹

Selon une étude effectuée pour le *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), un taux de renouvellement d'air supérieur à **20 changements d'air à l'heure** (CA/H) est recommandé pour les espaces clos².

Toutefois, Neil McManus affirme que, dans plusieurs espaces clos, il peut être très difficile de calculer le débit d'air nécessaire à cause des multiples variations dans de tels endroits et que, par conséquent, il peut être techniquement impossible de ventiler à raison de 20 CA/H. Dans une telle situation, il est essentiel de contrôler et de retirer les contaminants. De plus, de l'air frais respirable doit être envoyé près du travailleur.

C. La purge

Dans certaines conditions, il est important de vider l'espace clos de son contenu (purger) afin d'y faire pénétrer de l'air sain et ce, avant d'y pénétrer. On doit le faire lorsque :

1. on détecte soit :
 - un manque ou un surplus d'oxygène ou
 - des concentrations d'un contaminant supérieures à celles permises par l'annexe 1 du R.s.s.t.;
2. on soupçonne la présence de contaminants (ex. : égouts, réaction chimique, etc.);
3. on désire évacuer un gaz inerte (azote, argon) ayant servi à l'inertage de l'atmosphère.

Remarque : Lorsque l'atmosphère est contaminée par la présence d'un liquide volatil, il est parfois plus efficace d'effectuer d'abord un remplissage partiel (avec de l'eau ou une autre substance neutralisante) suivi d'une vidange complète. Ensuite, on peut purger l'air de l'espace clos plus rapidement (ex. : dosage d'eau fortement chlorée dans une station de production d'eau potable).

Le temps de purge, reconnu par tous les ouvrages consultés, a été estimé par les laboratoires de Bell Telephone au début des années 1970. Suite à l'analyse des données

¹ Beaudet, Maurice, Louis Lazure et Luc Ménard. *Qualité de l'air en milieu industriel : guide de ventilation*. [Québec] : Commission de la santé et la sécurité du travail du Québec, 1998.

² Garrison, R.P., et M. Erig. « Ventilation to eliminate oxygen deficiency in a confined space. Part III : heavier-than-air characteristics ». *Applied occupational and environmental hygiene*, vol. 6, no. 2, 1991, p. 139.

empiriques, les ingénieurs de la compagnie suggèrent la purge de l'espace clos par **7,5 changements d'air**.

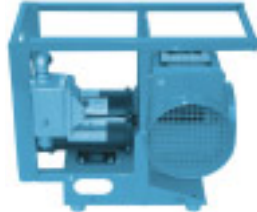
3. Le choix du ventilateur portable

A. Les différents types de ventilateurs



Ventilateur axial avec unité chauffante séparée

Un ventilateur axial produit généralement des débits de 400 à 1 400 CFM (*cubic feet per minute* → pi^3/min), alors qu'un ventilateur centrifuge a une capacité qui peut atteindre 3 000 CFM. Un ventilateur super axial possède une très grande capacité, soit environ 3 000 à 10 000 CFM.



Ventilateur centrifuge



Ventilateur super axial

Les ventilateurs centrifuge et super axial peuvent aussi bien être utilisés pour la ventilation générale que pour la ventilation par aspiration locale, ce qui n'est pas le cas de tous les ventilateurs de type axial.

B. Les critères de sélection

- Type de ventilation : générale par dilution ou par aspiration locale ou les deux;
- capacité du ventilateur;
- longueur et diamètre des conduites nécessaires;
- alimentation : électrique, pneumatique ou à essence;
- protection antidéflagrante.

C. Les options

- Unité chauffante intégrée ou séparée;
- conduite antistatique avec accessoires de mise à la masse;
- adaptateur *Saddle Vent*[®];
- disjoncteur différentiel de fuite à la terre (DDFT). En anglais, on utilise le terme *grounded fault interrupter (GFI)*.



Adaptateur *Saddle Vent*[®]

D. La capacité des ventilateurs

Vous devez d'abord estimer le volume de l'espace clos et ensuite déterminer la capacité du ventilateur à effectuer une ventilation générale de dilution (20 CA/H) en tenant compte des pertes de charge (coude, conduite, etc.). Il est important de savoir que la poussée de l'air se fait généralement sur une distance beaucoup plus grande que pour l'aspiration.

$$C = \frac{20CA/H \times V}{60\text{min}} \quad \text{ou} \quad C = \frac{V}{3}$$

C = capacité, pi^3/min

V = volume de l'espace clos en pi^3

Vous pourrez ensuite définir le temps (en minutes) nécessaire pour purger l'air de l'espace clos à l'aide de la formule suivante :

$$t = \frac{7,5 \times V}{C}$$

ATTENTION : La capacité (C^*), pour le calcul du temps, doit tenir compte des accessoires. Ainsi, un ventilateur de 1 170 CFM avec un coude de 90° et une conduite de 15 pi voit sa capacité réduite à environ 815 CFM.



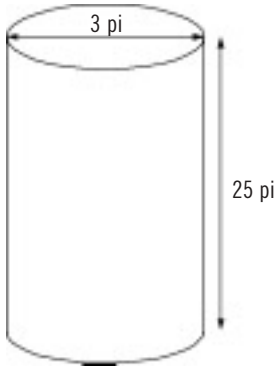
Plaque du fabricant

Le type et la capacité des ventilateurs (considérant une longueur de boyau et un coude de 90°) généralement rencontrés dans le milieu municipal :

- dans les stations de production d'eau potable : ventilation naturelle habituellement suffisante à l'exception des chambres de vannes, de compteurs et la chambre d'ozonation qui peuvent nécessiter une ventilation mécanique;
- sur les réseaux d'aqueduc et d'égouts : ventilateur de type axial $\pm 1\,200$ CFM;
- dans les stations d'épuration : ventilateur de type super axial $\pm 8\,000$ CFM;
- dans les stations de pompage : ventilateur de type centrifuge (en raison de la profondeur des installations et de l'utilisation de plusieurs longueurs de boyau) $\pm 3\,000$ CFM.

Exemples de calculs pour déterminer la capacité d'un ventilateur pour exécuter une ventilation générale et le temps nécessaire pour purger l'espace clos.

Exemple #1 : un regard d'égout de 3 pi de diamètre et de 25 pi de profond



$$\begin{aligned}
 V &= \text{surface} \times \text{hauteur} (\text{pi}^3) \\
 &= \left(\frac{\pi \times \text{diamètre}^2}{4} \right) \times \text{hauteur} \\
 &= \left(\frac{\pi \times 3^2}{4} \right) \times 25 \\
 &= 177\text{pi}^3
 \end{aligned}$$

où $\pi = 3,1416$

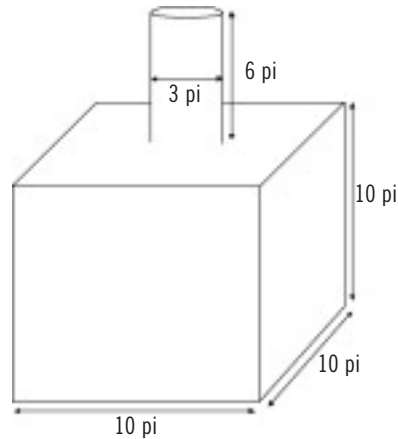
Déterminer la capacité du ventilateur pour effectuer 20 CA/H dans le regard d'égout.

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{20\text{CA/H} \times V}{60 \text{ min}} \text{ ou } C = \frac{V}{3} \\
 C &= \frac{177}{3} \rightarrow C = 59 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

Déterminer le temps pour purger le regard d'égout avec un ventilateur de 1 170 CFM avec un coude de 90° et une conduite de 15 pi.

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{7,5 \times V}{C} \rightarrow t = \frac{7,5 \times 177}{815} \\
 t &= 1,6 \text{ min} \rightarrow 1 \text{ min } 36 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Exemple #2 : une chambre de vannes (accès : 3 pi de diamètre et 6 pi de profond, chambre : 10 X 10 X 10 pi)



$$\begin{aligned}
 V &= \text{surface} \times \text{hauteur} (\text{pi}^3) \\
 &= \left(\frac{\pi \times \text{diamètre}^2}{4} \right) \times \text{hauteur} + (\text{largeur} \times \text{longueur} \times \text{hauteur}) \\
 &= \left(\frac{\pi \times 3^2}{4} \right) \times 6 + (10 \times 10 \times 10) \\
 &= 1042\text{pi}^3
 \end{aligned}$$

Déterminer la capacité du ventilateur pour effectuer 20 CA/H dans la chambre de vannes.

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{V}{3} \rightarrow C = \frac{1042}{3} \\
 C &= 347 \text{ CFM}
 \end{aligned}$$

Déterminer le temps pour purger la chambre de vannes avec un ventilateur de 1 170 CFM avec un coude de 90° et un boyau de 15 pi.

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{7,5 \times V}{C} \rightarrow t = \frac{7,5 \times 1042}{815} \\
 t &= 9,6 \text{ min} \rightarrow 9 \text{ min } 36 \text{ s}
 \end{aligned}$$

On constate qu'un ventilateur de 1 170 CFM permet dans les deux circonstances d'effectuer plus de 20 CA/H en plus de purger l'espace clos en moins de 10 minutes. Cependant, si on ajoutait d'autres accessoires (coude, longueur de boyau supplémentaire) au ventilateur, il ne serait sûrement plus en mesure d'effectuer 20 CA/H.

4. Les consignes d'utilisation

Voici quelques règles d'utilisation générales à observer. Toutefois, il est essentiel de consulter le manuel d'utilisation du fabricant.

- AVANT chaque utilisation, inspecter le ventilateur pour vous assurer de son bon fonctionnement et vérifier que les coudes et les conduites ne présentent pas de fuites.
- Ne jamais utiliser de l'oxygène pour ventiler un espace clos.
- Éviter d'introduire du monoxyde de carbone (CO) en provenance de moteurs à combustion (génératrice, véhicule) situés à proximité, en tenant compte des distances, du sens du vent et de l'analyse de l'air ambiant.
- Les contaminants doivent être évacués de façon sécuritaire, sans compromettre la santé ou la sécurité des personnes situées à proximité (incluant celles à l'extérieur).
- Éviter que les contaminants évacués ne soient réintroduits dans l'espace clos. Tenir compte du sens du vent et de la position des ventilateurs.
- Placer le ventilateur à plus de 5 pi de l'ouverture d'accès. Installer la conduite à 2 pi du fond ou du mur le plus éloigné, sans pénétrer dans l'espace clos (utiliser une perche au besoin).
- Éviter les pertes de charges excessives telles que des coudes ou des longueurs de conduite additionnels qui ont pour effet de réduire la capacité du ventilateur.
- S'assurer que la zone de travail est adéquatement ventilée pendant toute la durée des travaux.
- Contrôler toutes les sources d'allumage (étincelle, flamme, électricité statique, etc.) lors de l'inertage ou de la purge d'un espace clos contenant des vapeurs ou des gaz inflammables ou explosifs (nécessite la supervision des pompiers).

LE NETTOYAGE

Le nettoyage préalable à l'entrée en espace clos est une opération visant à diminuer les risques à la source (ex. : réduction du contaminant chimique ou biologique). Il peut être exécuté avant ou après l'ouverture, **sans entrer dans**

l'espace clos, selon la procédure élaborée par la personne qualifiée. Le nettoyage préliminaire peut être fait à distance à partir de l'ouverture, avec un jet d'eau ou de la vapeur sous pression, avec ou sans pompe à vide, ou encore par des opérations de remplissage et de vidange.

Le nettoyage à distance est très utile dans les stations de pompage et d'épuration des eaux usées. Cette opération permet de rendre les échelons moins glissants et de libérer les biogaz emprisonnés dans les sédiments.

Il est nécessaire de respecter toutes les étapes de la procédure lorsque nous devons entrer dans l'espace clos pour y effectuer le nettoyage. Pour plus de détails à ce sujet, vous pouvez consulter le guide de prévention intitulé *Le travail en espace clos* publié par la CSST. Cette dernière a également produit deux autres guides : *Le nettoyage industriel par pompage à vide* et *Le nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression* qui peuvent aussi être profitables.

Consignes

- Choisir les produits de nettoyage les moins dangereux et ne jamais utiliser d'agents de nettoyage qui sont incompatibles avec le contenu de l'espace clos.
- Lire la fiche signalétique de chaque produit et respecter les consignes d'utilisation en espace clos.
- Évacuer le maximum de résidus et de liquides avant d'y entrer; rincer à l'eau si recommandé.
- Laisser refroidir complètement l'espace clos avant d'y entrer.
- Disposer de l'eau souillée de façon sécuritaire.

LE CONTRÔLE DU TRIANGLE DU FEU

La prévention des incendies ou des explosions requiert le contrôle d'un ou plusieurs des trois éléments du triangle du feu : l'oxygène, les substances inflammables ou combustibles et l'énergie.

Article 304 du R.s.s.t : Dans le cas où un travail à chaud est exécuté dans l'espace clos, un travailleur ne peut y pénétrer ou y être présent que si les conditions suivantes sont respectées : celles prévues aux articles 302 (ventilation) et 303 (poussières combustibles); un relevé continu de la concentration des gaz et des vapeurs inflammables s'y trouvant y est effectué au moyen d'un instrument à lecture directe et muni d'une alarme.

1. Les sources d'oxygène

Pour prévenir une atmosphère enrichie en oxygène (soit à plus de 23 % d'oxygène), on doit observer les précautions suivantes :

- ne jamais ventiler un espace clos avec de l'oxygène;
- garder les cylindres d'oxygène à l'extérieur de l'espace clos;
- avant d'entrer, vérifier l'étanchéité des régulateurs, des tuyaux et des raccords du matériel de soudage pour éviter les fuites;
- sortir les torches et boyaux d'oxygène et d'acétylène de l'espace clos aussitôt qu'ils ne sont plus utilisés.

2. Les substances inflammables ou combustibles

Les précautions suivantes doivent être observées :

- isoler l'espace clos de substances inflammables;
- évacuer tout résidu inflammable avant d'entrer;
- utiliser des solvants ininflammables et non toxiques pour le nettoyage si possible;
- lorsque des produits inflammables doivent être utilisés, limiter les quantités nécessaires à un seul quart de travail, ou encore à la quantité nécessaire entre deux pauses;
- mouiller les résidus pouvant s'enflammer spontanément avant de les enlever;
- maintenir l'atmosphère à moins de 10 % de la limite inférieure d'explosion (LIE);
- limiter l'utilisation de cylindres d'acétylène, de propane et autres gaz inflammables à l'intérieur de l'espace clos et sortir les torches et boyaux d'oxyacétylène aussitôt qu'ils ne sont plus utilisés;
- vérifier si les buses pour le soudage ou le coupage ne fuient pas avant de les utiliser;

- avant d'utiliser une torche ou un autre équipement à souder sur des parois ou des cloisons, etc., vérifier ce qui pourrait être présent de l'autre côté.

3. L'énergie

Si des substances inflammables sont présentes, toute source d'ignition doit être éliminée ou contrôlée par des mesures comme celles-ci :

- utiliser des équipements électriques et de l'éclairage approuvés pour la classe et le groupe des gaz ou vapeurs présents, conformément à la section 18 du *Code canadien de l'électricité*;
- utiliser des équipements à sécurité intrinsèque (détecteur de gaz, lumière, communication, ventilateurs, etc.);
- interdire les cigarettes, briquets et allumettes;
- ne pas utiliser de chauffe-étoupe dans l'espace clos. Il existe des ventilateurs avec éléments chauffants;
- créer un lien de continuité des masses entre les buses à vapeur ou les ventilateurs et les structures métalliques, et mettre ces dernières à la masse;
- utiliser des outils qui ne font pas d'étincelles;
- porter des chaussures qui ne peuvent provoquer d'étincelles (clous ou embouts d'acier à découvert);
- éviter d'utiliser des engins à combustion interne dans l'espace clos.

LE SIMDUT (système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail)

L'implantation du SIMDUT devrait être effectuée avant tout programme d'intervention en espace clos de façon à faciliter l'évaluation des risques reliés aux produits chimiques et la compréhension de ceux-ci par les travailleurs.

Le Règlement sur les produits contrôlés vise l'utilisation sécuritaire des produits dangereux, en créant l'obligation à l'employeur de fournir à ses travailleurs certaines informations les concernant, au moyen d'étiquettes, de fiches et d'un programme de formation et d'information. Toutefois, certains produits ne sont pas régis par le SIMDUT, comme, par exemple, le H₂S; les égoutiers ne l'utilisent pas

pour un travail mais il est présent dans les égouts. Les informations sont disponibles pour ces contaminants et l'employeur a l'obligation d'informer et de former les travailleurs sur les dangers liés à ces contaminants.

Les trois principaux aspects du SIMDUT

Les trois éléments déterminants pour assurer une utilisation sécuritaire des produits dangereux sont :

- A. la divulgation de la fiche signalétique du produit,
- B. l'étiquetage des contenants, réservoirs, conduits, etc. et l'élaboration du contenu de l'étiquette sur les lieux de travail,
- C. l'information et la formation des travailleurs.

Pour plus d'information, consulter la fiche technique numéro 1 de l'APSAM sur le SIMDUT.

LA PROTECTION RESPIRATOIRE

Lorsque la concentration d'un contaminant dépasse la valeur d'exposition admissible selon le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (R.s.s.t.), le travailleur doit porter un équipement de protection respiratoire. Le choix de la protection respiratoire se fait par élimination

graduelle des appareils inappropriés jusqu'à ce qu'il ne reste que des appareils appropriés. Le tableau 4 résume la démarche proposée pour choisir un appareil de protection respiratoire.

La notion de **danger immédiat pour la vie ou la santé (DIVS)**, qui représente la concentration maximale d'un produit présent dans un milieu et duquel un individu peut s'échapper dans un délai de 30 minutes, sans présenter de symptômes pouvant l'empêcher de fuir et sans produire des effets irréversibles sur sa santé, a été définie dans le but de sélectionner un appareil de protection respiratoire approprié à la situation. Les concentrations DIVS de plusieurs contaminants se retrouvent dans les fiches du répertoire toxicologique de la CSST (www.reptox.csst.qc.ca) ou sous l'appellation « IDHL » dans le *Pocket guide to chemical hazards*, publié par NIOSH (www.cdc.gov/niosh/npg/npg.html).

Si les conditions atmosphériques dans l'espace clos répondent aux critères suivants :

- concentration d'oxygène supérieure ou égale à 19,5 % et inférieure ou égale à 23 %;

Tableau 4. Choix de la protection respiratoire, selon la norme CSA Z94.4-93

Conditions d'utilisation	Critères de sélection
<ul style="list-style-type: none"> • Concentrations de contaminants connues et non DIVS et • bien contrôlées par la ventilation et • concentration d'oxygène de 19,5 % et plus et • émission de contaminants due au contenu de l'espace clos ou au travail effectué. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tenir compte de l'absorption par la peau (par exemple, le port d'une combinaison entièrement étanche). 2. Si le contaminant est difficilement décelable, ne pas utiliser d'appareil à épuration d'air. 3. Si le contaminant peut causer l'irritation des yeux, utiliser un masque facial complet. 4. Éliminer les masques jetables pour la protection contre les contaminants cancérigènes. 5. Pour les appareils à épuration d'air, utiliser des cartouches et des préfiltres conçus pour le type de contaminant (par exemple, poussières, brouillards, fumées, gaz ou vapeurs) et la limite permise du contaminant. 6. Choisir un appareil de protection respiratoire avec un facteur de protection suffisant pour la concentration de contaminants présents.
<ul style="list-style-type: none"> • Concentrations de contaminants DIVS ou • Concentrations de contaminants inconnues ou • Concentration d'oxygène \leq 19,5 % ou • Atmosphère pouvant changer rapidement ou • Émission de contaminants par l'espace clos lui-même ou • Urgence et sauvetage 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser un appareil de protection respiratoire autonome (ARA) à masque facial complet et à pression positive ou un respirateur à adduction d'air à masque facial complet et à pression positive avec une réserve d'air autonome, d'une durée d'utilisation minimale de 15 minutes ou d'une durée nécessaire à l'évacuation. 2. Tenir compte de l'absorption par la peau (par exemple, le port d'une combinaison entièrement étanche).
<ul style="list-style-type: none"> • Sablage au jet 	Utiliser une cagoule avec adduction d'air

- concentration de gaz ou de vapeurs inflammables inférieure à 10% de la limite inférieure d'explosion (LIE);
 - concentration des contaminants inférieure à la concentration permise à l'annexe I du R.s.s.t.;
- et qu'elles peuvent être contrôlées et maintenues, **aucun** appareil de protection respiratoire ne devrait être nécessaire pour y entrer.

Si les conditions atmosphériques ne correspondent pas aux critères mentionnés précédemment :

- l'endroit doit alors être considéré comme une zone dangereuse ou comme une **zone représentant un danger immédiat pour la vie ou la santé (DIVS)**. Des mesures particulières (procédure et équipements), déterminées par la personne qualifiée, doivent être mises en application. Le choix de la protection respiratoire se fait par élimination graduelle des respirateurs inappropriés selon les conditions présentes.

Au sujet de la protection respiratoire, il existe des appareils spécialement conçus pour l'évacuation d'urgence tels l'auto-sauveteur (appareil respiratoire autonome à circuit fermé d'une durée de 60 minutes à débit respiratoire de 40 litres / minute) ou des respirateurs d'évacuation d'urgence de 5, 10 ou 15 minutes. Pour en savoir plus sur le sujet, il est

recommandé de consulter les fabricants et de se référer au *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec* (www.prot.resp.csst.qc.ca) ou à la norme CSA Z94.4-93, *Choix, entretien et utilisation des respirateurs*.

Les dangers particuliers nécessitent des mesures particulières (article 305)

Lorsqu'une personne qualifiée décèle la présence d'un contaminant autre que ceux identifiés préalablement à l'entrée (par exemple, lors de déversement à l'égout, de travaux de soudure, etc.), ou que des travaux particulièrement dangereux et inhabituels ont lieu (par exemple, réfection de conduites, chutes à l'égout avec un important débit d'eau, travaux de longue durée, etc.), des mesures particulières doivent être mises en œuvre dans les procédures de travail, les équipements à utiliser ou les équipements de protection individuels ou collectifs.

LE CADENASSAGE

Avant qu'un travailleur n'entre dans un espace clos, celui-ci doit être isolé de toute source de danger et tous les équipements doivent être cadenassés. Pour chaque espace clos, sur la fiche de contrôle ou sur une fiche de cadenassage jointe à la fiche de contrôle, on devrait y retrouver la liste de toutes les conduites à isoler, si applicable.

1. L'isolation de l'espace clos

Les travailleurs doivent être protégés contre l'arrivée subite d'éléments dangereux (produits chimiques, eau, effluents, gaz, vapeur) par des conduits d'arrivée dans l'espace clos.

Précautions de base

ATTENTION : Dans la mesure du possible, tous les équipements permettant l'isolation (ballon, bride d'obturation, etc.) doivent être installés ou manipulés de l'extérieur, sans pénétrer dans l'espace clos. Sinon, des mesures particulières doivent être prises.

- Fermer les équipements (vannes, pompes d'injection, etc.) en amont et en aval et vidanger les conduites (si possible).
- Faire l'obturation le plus près possible de l'espace clos de façon à minimiser la présence de résidus.
 - Les brides d'obturation doivent être capables de supporter une pression subite, une variation de température et ne pas réagir avec son contenu.

Lorsque cela s'avère nécessaire, il faut installer un joint d'étanchéité du côté de la bride subissant une pression pour éviter les fuites.

- Lorsque le travail doit se faire sous l'eau, les règles de sécurité pour les travailleurs en plongée doivent être appliquées (pour plus de détails, contacter la CSST).
- Fermer et cadenasser les vannes et les mécanismes de contrôle qui peuvent relâcher des substances dangereuses avant que les procédures pour vider l'espace clos ne soient commencées.

2. Le cadenassage

L'isolation de l'espace clos protège le travailleur contre l'arrivée subite d'un fluide, on doit cependant avoir recours au cadenassage pour s'assurer que personne ne réactive une source d'énergie ou un équipement. Les sources d'énergie sont multiples : électrique, mécanique, hydraulique, chimique, thermique, pneumatique. Le cadenassage est un système de cadenas qui empêche les mécanismes de contrôle des énergies d'être actionnés, tels les interrupteurs, disjoncteurs, vannes, et embrayages.

Une procédure de cadenassage doit comprendre plusieurs éléments dont les suivants :

1. Prévenir les personnes concernées des travaux exécutés.
2. **Avant d'entrer**, les équipements doivent être arrêtés, toutes les sources d'énergie doivent être immobilisées. Les mécanismes produisant des radiations, comme des indicateurs de densité et de niveau, doivent aussi être fermés et cadenassés avant de permettre le travail à proximité.
3. Désamorcer l'énergie résiduelle emmagasinée (air comprimé, ressort, etc.).
4. Si un équipement cadenassé ou un élément de celui-ci (pales, turbines, etc.) peut se mettre en mouvement lors du travail, on doit voir à le contrôler.
5. Les points d'entrée de l'espace clos doivent être cadenassés en position ouverte si leur fermeture accidentelle compromet la sortie ou l'évacuation rapide des travailleurs.
6. Chaque employé doit travailler sous la protection de son ou de ses cadenas personnels.

7. Si les travaux ne sont pas terminés à la fin du quart de travail, il doit y avoir une continuité du cadenassage entre les quarts.

Pour plus d'information, consulter la fiche technique numéro 20 de l'APSAM sur le cadenassage.

LA PROTECTION CONTRE LES CHUTES

Plusieurs aspects réglementaires sont à considérer dans la protection contre les chutes :

- Le harnais attaché à une corde d'assurance (ligne de vie) est obligatoire dans un espace clos où sont emmagasinées des matières à écoulement libre et où il y a un risque de chute ou d'arrivée subite d'éléments dangereux (produits chimiques, eau, effluents, gaz, vapeur).
- La protection contre les chutes est obligatoire là où il y a un risque de chute de plus de 3 mètres, sauf dans les moyens d'accès. Cependant, dans les moyens d'accès, il faut s'assurer de l'état des échelons puisque dans les espaces clos, surtout ceux où il y a contact avec les eaux usées et ceux soumis au gel et au dégel, ils peuvent être considérablement détériorés.
- Le port du harnais en tout temps permet de sauver de précieuses minutes et même des vies lorsque vient le temps d'évacuer un travailleur.
- Les équipements de protection contre les chutes : enrouleur-dérouleur avec récupérateur, trépied, potence ou ancrage, treuil, ligne de vie ou tout autre équipement jugé nécessaire, doivent être présents sur les lieux du travail au cas où des procédures de sauvetage devraient être enclenchées.

Remarque : Le treuil de travail, recommandé pour l'usage humain par le manufacturier, sert à descendre et remonter le travailleur lorsqu'il n'y a pas d'échelon ou d'échelle fixe. Un système de protection contre les chutes doit être jumelé au treuil.

LA SURVEILLANCE

Le surveillant (article 308 du R.s.s.t.) : personne qui doit demeurer en contact visuel, auditif ou par tout autre

moyen avec le travailleur qui est à l'intérieur de l'espace clos. Le surveillant doit avoir les connaissances et les habiletés requises pour ce travail. De plus, il a la responsabilité de déclencher, si nécessaire, les procédures de sauvetage rapidement.

Le surveillant doit être à l'extérieur de l'espace clos. Dans le cadre d'une étude américaine, 60 % des décès en espace clos sont survenus alors que des travailleurs avaient tenté de secourir la personne à l'intérieur. Le **surveillant ne doit, en aucun cas, entrer dans l'espace clos pour tenter de porter secours**, à moins de

- être relevé par un autre surveillant;
- être assuré de sa propre sécurité;
- être formé pour entrer dans les espaces clos et de pouvoir y effectuer un sauvetage **et**
- posséder les équipements de protection individuelle requis.

L'ENSEVELISSEMENT, LE COINCEMENT, L'ÉCRASEMENT ET LA NOYADE

Le travail en espace clos présente un risque d'ensevelissement pour le travailleur, notamment lorsqu'il travaille dans les égouts, un bassin de rétention, un silo d'alun, etc. Dans ce cas, le port du harnais attaché à une corde d'assurance est obligatoire (article 312 du R.s.s.t). Il est d'ailleurs interdit, selon l'article 311, d'entrer dans un espace clos servant à emmagasiner des matières à écoulement libre, tant que le remplissage ou la vidange se poursuit et que des précautions n'ont pas été prises pour prévenir une reprise accidentelle de l'alimentation.

Précautions générales

- Inspecter la structure par les ouvertures ou hublots de façon à évaluer le risque. **Ne jamais introduire la tête dans une ouverture pour voir à l'intérieur.**
- Utiliser des moyens mécaniques pour déloger des matériaux collés ou pour détecter des vides dans le matériau emmagasiné, lorsque c'est possible.
- S'assurer que tous les équipements sont à l'énergie zéro et cadenassés.

- S'assurer que les travailleurs qui travaillent au-dessus de l'eau entrent avec un vêtement de flottaison individuel et maintiennent une ligne de vie, lorsque c'est possible.
- Interdire l'accès lorsque les conditions climatiques peuvent engendrer un danger imprévisible et incontrôlable (par exemple, fortes pluies, crues des eaux, etc.).
- Porter un casque de sécurité adéquat en tout temps.
- Lorsque c'est possible, entrer les outils avant que les travailleurs entrent et les sortir après que les travailleurs soient sortis.

L'ÉLECTRICITÉ

Pour protéger les travailleurs de chocs électriques :

- La meilleure façon d'éviter les chocs électriques est d'utiliser des équipements à piles.
- Les conducteurs ou équipements électriques ne doivent pas traîner dans l'eau.
- Les équipements et rallonges doivent être en bon état, être homologués et être adéquats pour l'emplacement où ils sont utilisés.
- Les lampes doivent être à l'épreuve de l'eau lorsqu'elles sont utilisées dans des endroits humides ou mouillés.
- Les équipements électriques doivent toujours être utilisés avec un disjoncteur différentiel de fuite à la terre (GFI) placé à l'extérieur de l'espace clos.
- Des gants, matériaux et enveloppes diélectriques peuvent être utilisés lorsque nécessaires pour réduire les risques de chocs électriques.

LES AGENTS BIOLOGIQUES

Pour prévenir tous les risques biologiques, les mesures de prévention suivantes doivent être prises :

1. Les moyens de protection personnelle

- Lorsqu'on ne peut empêcher des contacts avec des agents biologiques, le port de survêtements, d'une visière et de gants appropriés est obligatoire.
- En présence d'eaux contaminées, il faut éviter le plus possible de produire des particules en suspension dans l'air. Lorsque l'on est en présence de poussières contaminées ou de particules, le port de lunettes à

coques et d'un masque jetable de type N-95 devrait au minimum être envisagé.

2. Les mesures d'hygiène

De bonnes pratiques d'hygiène personnelle constituent une des mesures les plus importantes pour limiter les effets indésirables des micro-organismes sur la santé.

- Éviter de porter les doigts dans les yeux, la bouche et les oreilles.
- Garder les ongles courts.
- Traiter immédiatement les blessures.
- Se laver les mains avant de manger, boire ou fumer.
- Ranger les vêtements de travail et ceux de ville dans des casiers séparés.
- Prendre une douche à la fin de la journée.
- Faire nettoyer ses vêtements de travail sur les lieux du travail et selon une procédure établie.
- Ne pas nettoyer le linge de travail à la maison.

3. La vaccination

« Les travailleurs doivent être vaccinés en se basant sur l'état actuel des connaissances médicales. La vaccination pour tous est recommandée contre le tétanos et la vaccination pour les travailleurs exposés [aux eaux usées] est préconisée contre le virus de l'hépatite A.

Un adulte déjà vacciné durant son enfance contre le tétanos ne doit recevoir qu'une dose de rappel tous les 10 ans. Une personne qui n'a jamais été vaccinée doit recevoir trois doses de vaccin, suivies d'un rappel tous les 10 ans. [Le carnet de vaccination est l'outil qui permet de vérifier le statut vaccinal.]

La pertinence de la vaccination contre le virus de l'hépatite A est à évaluer par les équipes de santé au travail des CLSC. L'importance et la fréquence des expositions aux éclaboussures d'eaux usées doivent être considérées.

Sécuritaire et très efficace, le vaccin contre le virus de l'hépatite A ne contient aucun virus vivant et il ne peut causer la maladie. Il protège entre 95 % et 100 % de ceux qui reçoivent les deux doses requises à six mois d'intervalle. Selon les connaissances actuelles, on estime qu'une personne est ainsi protégée pendant toute la durée de sa vie active. »¹

La vaccination ne doit pas être la seule mesure préventive contre les risques biologiques; elle ne doit pas faire oublier ou remplacer les mesures d'hygiène et les moyens de protection individuelle. Pour plus d'information sur les risques biologiques reliés aux eaux usées, consulter la fiche numéro 19 de l'APSAM.

À la page suivante, l'illustration représente un résumé non exhaustif des équipements et moyens de protection personnelle et collective qui doivent être utilisés lors d'un travail en espace clos.

¹ Imbeau, Daniel, Sylvie Bergeron et Yves Montpetit. *Le travail en espace clos : nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression et par pompage à vide : guide de prévention*. [Montréal] : Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, 2003, p. 33.

Figure 2 : Équipements et moyens de protection

1. Équipements et moyens de protection individuelle et collective

- Détecteur multigaz
- Ventilateur
- Équipement permettant l'évacuation d'un travailleur sans avoir à entrer
- Dispositif antichute si nécessaire
- Protection respiratoire si nécessaire
- Casque, bottes ou cuissardes, gants, vêtements de travail, lunettes de sécurité
- Lumière à sécurité intrinsèque et antidéflagrante (si requise)
- Veste de sauvetage lorsqu'il y a risque de noyade
- Trousse de premiers secours
- Garde-corps et col de regard

2. Équipements de signalisation

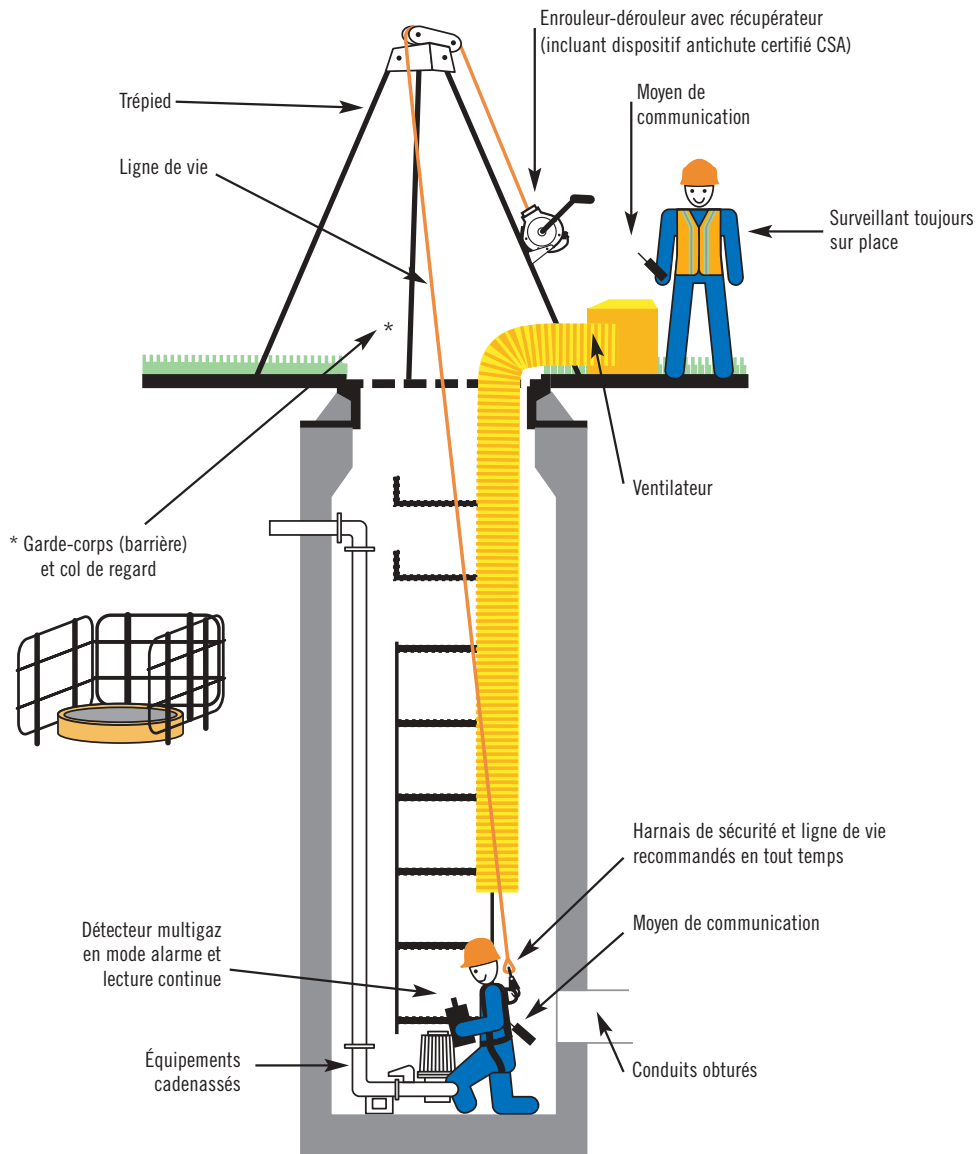
Assurez-vous d'être bien visibles

- Camion identifié muni de gyrophares (ou flèche clignotante)
- Cônes de signalisation
- Panneaux de signalisation
- Dossard pour le surveillant

Pour plus d'information, se référer aux documents de l'APSAM sur la signalisation².

3. Moyens de communication

- Radiotéléphone, radio-émetteur portable, téléphone cellulaire, etc. (à sécurité intrinsèque et antidéflagrant, si nécessaire)



² Consulter les fiches techniques numéros 4, 14 et 33, ainsi que le Guide sur la signalisation des travaux routiers.

LE PROGRAMME D'INTERVENTION EN ESPACE CLOS

LES ÉTAPES D'IMPLANTATION D'UN PROGRAMME D'INTERVENTION EN ESPACE CLOS

1. Désigner, informer et former une ou des personnes qualifiées responsables du programme.
2. Identifier les espaces clos et évaluer les dangers.
3. Élaborer une procédure de travail écrite.
4. Acquérir et organiser le matériel et les équipements requis.
5. Établir une procédure de sauvetage.
6. Former et informer les personnes concernées.
7. Assurer le suivi et la mise à jour.

Le changement de comportement nécessite temps, volonté et encadrement. La mobilisation de toutes les personnes est primordiale lors de l'établissement de nouvelles procédures de travail.

1. Désigner, informer et former une ou des personnes qualifiées responsables du programme

Pour arriver à identifier et bien contrôler les dangers, il faut mettre sur pied un programme d'intervention afin de procéder systématiquement. Le programme d'intervention en espace clos doit être élaboré par une ou des personnes qualifiées. Celles-ci doivent être en mesure d'identifier, d'évaluer, de mettre en place des mesures de contrôle ainsi que d'élaborer une méthode sécuritaire de travail et de sauvetage.

La première question à se poser lorsqu'on élabore un programme d'intervention en espace clos est la suivante : pourrait-on éviter d'entrer dans cet espace clos?

La meilleure mesure préventive est toujours l'élimination du danger à la source. Il existe toutes sortes de méthodes permettant d'éviter d'entrer dans un espace clos. Par exemple, l'utilisation de caméras, de clés de vanne, de perches, de panneaux de contrôle à distance, etc.

2. Identifier les espaces clos et évaluer les dangers

Les espaces clos doivent être répertoriés et signalés, et ce, pour plusieurs raisons : souligner la présence d'un danger, avertir que seulement le personnel autorisé y a accès et référer le personnel à la fiche de contrôle de cet espace clos. Lorsque possible, l'utilisation d'un pictogramme serait appropriée.



A. Fiche d'évaluation des dangers d'un espace clos

Nous vous recommandons d'identifier et de caractériser chaque espace clos en utilisant la **fiche d'évaluation des dangers** propres à ce dernier (voir l'exemple au tableau 5). Cette fiche, sous forme de liste de vérification, vous aide à répondre à l'article 300 du R.s.s.t concernant la cueillette de renseignements préalable à l'exécution d'un travail et sert aussi à établir les procédures de travail.

B. Fiche de contrôle ou permis d'entrée

Un bon moyen pour s'assurer que la procédure de travail est correctement suivie et que rien n'est oublié, est d'utiliser une **fiche de contrôle ou un permis d'entrée** (voir un modèle au tableau 6). Cette fiche doit être remplie à chaque fois qu'il y a une entrée en espace clos. Les travailleurs et le surveillant complètent la fiche de contrôle et la signent.

3. Élaborer une procédure de travail écrite

Une intervention en espace clos se planifie :

- disponibilité et gestion du matériel,
- préparation des employés et des équipes de secours,
- adaptation de la procédure selon diverses contraintes possibles telles la température, l'humidité, le type de travail à effectuer, les effectifs, les différents intervenants, etc.

La procédure de travail en espace clos est une succession d'étapes logiques qui doivent être rigoureusement suivies.

Elle doit comprendre les éléments suivants, lorsque requis :

1. Les espaces clos auxquels la procédure s'applique.
2. Le type de travail à effectuer.
3. Le nom d'une personne responsable des interventions en espaces clos.
4. La fiche de contrôle.
5. La signalisation et l'aménagement sécuritaire de la zone de travail.
6. La détection des gaz :
 - a. le nom de la ou des personnes qualifiées pour effectuer les tests;
 - b. la méthode et la fréquence pour l'étalonnage du détecteur de gaz;
 - c. les tests à effectuer (*bump test*) et la méthode à suivre; et
 - d. l'interprétation des résultats et les procédures à appliquer.
7. Le cadenassage et l'obturation des conduits :
 - a. les sources d'énergie et
 - b. les équipements.
8. Le contrôle des sources d'inflammation (par exemple, les équipements antidéflagrants).
9. Le nettoyage et la purge.
10. La ventilation (dilution ou extraction).

La puissance et l'emplacement des ventilateurs et le débit d'air requis

 - a. avant d'entrer dans l'espace clos et
 - b. durant les travaux.
11. Les équipements de protection individuelle.
12. Le surveillant :
 - a. son rôle et
 - b. son autorité.
13. La communication entre
 - a. les travailleurs à l'intérieur et le surveillant, et
 - b. le surveillant et l'équipe de sauvetage.
14. Les outils de travail spéciaux.
15. Les conditions à respecter pour le travail à chaud ou pour le travail en présence de poussières combustibles.
16. La procédure de sauvetage.

Un exemple de procédure de travail se retrouve aux pages suivantes.

4. Acquérir et organiser le matériel et les équipements requis

Il va de soi que les travailleurs doivent avoir les équipements de travail qui sont appropriés à la tâche effectuée. On doit nommer un responsable pour l'inspection, l'entretien et la tenue des registres des équipements, tels les détecteurs de gaz, les harnais, les treuils et enrouleurs-dérouleurs, les appareils de protection respiratoire, etc.

5. Établir une procédure de sauvetage

Une procédure de sauvetage adaptée pour chaque type d'espaces clos doit être élaborée et éprouvée (par des exercices pratiques). Elle doit prévoir les équipements de sauvetage nécessaires. Elle peut aussi notamment prévoir (article 309 du R.s.s.t.) :

- une équipe de sauveteurs bien formés qui font des exercices réguliers et connaissent bien les types d'espaces clos dans lesquels ils pourraient intervenir;
- un plan d'évacuation;
- des appareils d'alarme et de communications;
- des équipements de protection individuelle;
- des harnais de sécurité et des cordes d'assurance;
- une trousse et des appareils de premiers secours;
- des équipements de récupération.



Tout espace clos dans lequel on doit effectuer un sauvetage doit être considéré comme présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé (DIVS) à moins de preuve du contraire.

6. Former et informer les personnes concernées

Toutes les personnes qui ont à travailler ou à superviser des travaux en espace clos (travailleurs, contremaîtres, équipes de sauvetage, gestionnaires, etc.) doivent recevoir une formation adéquate leur permettant de :

- identifier et décrire les espaces clos dans lesquels ils ont à entrer et les dangers présents à l'intérieur de ceux-ci;
- identifier les indices de la présence de contaminants et les symptômes d'une intoxication;
- suivre les étapes de la procédure écrite de travail et de remplir correctement la fiche de contrôle;

- utiliser le détecteur de gaz et d'en interpréter les résultats;
- savoir comment placer et opérer les ventilateurs;
- utiliser correctement les équipements de protection individuelle et collective et pouvoir reconnaître les signes de défectuosité;
- savoir comment communiquer avec le surveillant et ce dernier, avec l'équipe de sauvetage;
- pouvoir appliquer les procédures d'évacuation et de sauvetage.

7. Assurer le suivi et la mise à jour

Ce n'est pas tout d'élaborer un programme d'intervention de travail en espace clos; il doit être compris de tous, mis en application et efficace. Il faut également s'assurer qu'il soit révisé régulièrement, mis à jour et surtout, adapté à vos situations de travail.

Exemple de procédure de travail dans un regard d'égout

1. Obtenir une fiche de contrôle ou un permis d'entrée comprenant une série de vérifications à effectuer avant d'entrer dans un espace clos.
2. Une fois sur les lieux de travail, s'assurer de la présence d'un surveillant et procéder à la vérification des différents points d'inspection identifiés sur la fiche de contrôle. Convenir d'un mode de communication avec le surveillant.
3. Mettre en place la signalisation et déterminer le périmètre de sécurité des travaux.
4. Avant d'ouvrir un couvercle ou une trappe, procéder à la mesure des gaz à l'aide du détecteur de gaz en bon état et étalonné.
 - La concentration d'oxygène doit être supérieure ou égale à 19,5 % et inférieure ou égale à 23 %.
 - La concentration de gaz ou de vapeurs inflammables doit être inférieure ou égale à 10 % de la limite inférieure d'explosion (LIE).
 - La concentration de un ou plusieurs gaz toxiques (tel le H₂S) doit être inférieure à la norme.

S'il y a présence de gaz inflammables ou combustibles, NE PAS OUVRIR le couvercle et aviser la personne responsable des travaux.

S'il est impossible de procéder à la mesure sans ouvrir le couvercle ou la trappe d'accès, utiliser un outil ne pouvant faire d'étincelle pour l'ouvrir.
5. Après avoir ouvert le regard, procéder, avant de descendre, à la mesure des gaz. Commencer par le haut et prendre plusieurs mesures à des niveaux différents en descendant.
6. Si les résultats ne respectent pas les critères énumérés au point 4, NE PAS ENTRER, purger pendant le temps nécessaire. Arrêter la ventilation et reprendre les mesures.
7. Si, même en ventilant l'espace clos de façon appropriée, on ne peut obtenir une concentration d'oxygène satisfaisante ou de gaz toxique sous la valeur admissible, alors le travailleur doit porter un équipement de protection respiratoire. La concentration de gaz ou de vapeurs inflammables doit toujours être contrôlée à 10 % ou moins de la LIE.
8. Si l'espace clos contient des équipements en mouvement, des dangers d'électrocution ou d'arrivée subite de liquides ou d'autres substances, appliquer les procédures de cadenassage et d'obturation nécessaires.
9. Ventiler l'espace clos par des moyens mécaniques ou naturels afin que les conditions atmosphériques mentionnées au point 4 soient maintenues. Envisager d'utiliser la ventilation mécanique en continu. C'est le moyen de contrôler l'atmosphère lors d'un déversement accidentel ou de la libération de poches gazeuses de H₂S, par exemple.
10. Avec l'aide du surveillant, installer le trépied, la ligne de vie, le système de remontée et le système antichute (si nécessaires).
11. Mettre le harnais, fixer la ligne de vie et le système antichute (s'ils sont nécessaires), et descendre dans le regard.
12. Une fois dans la structure, vérifier avec le détecteur de gaz dans tous les coins pour y déceler des poches de gaz. Si, au cours de cette étape ou pendant le travail, on relève une concentration dangereuse de gaz ou si le surveillant le demande, le travailleur doit sortir immédiatement.
13. Avant de commencer les travaux, installer le détecteur de gaz en lecture continue et en mode alarme. Vérifier régulièrement les lectures.
14. Toujours descendre et remonter les outils et équipements à l'aide d'un câble.
15. Lorsque le travailleur ne demeure pas à la vue du surveillant ou à portée de voix, un moyen de communication directe (émetteur-récepteur portatif, etc.) ou un surveillant de fond est requis.
16. Le surveillant doit être présent en tout temps durant les travaux et être prêt à enclencher la procédure d'évacuation et de sauvetage s'il a des indications qu'il y a un problème.

Si l'alarme du détecteur de gaz est déclenchée, les relevés des concentrations détectées doivent être inscrits dans un registre et conservés pendant une période d'au moins 5 ans. Toutefois, dans le cas où des analyses ponctuelles sont effectuées, tous les résultats doivent être inscrits dans un registre.

E X E M P L E

FICHE D'ÉVALUATION DES DANGERS D'UN ESPACE CLOS

Identification de l'espace clos :

1. Entrées et sorties

Emplacement de l'espace clos :

L'entrée est-elle obligatoire?

Options :

À quelle fréquence?

Dimensions des accès :

Dimensions intérieures :

Nombre et emplacements des accès :

Équipements requis pour permettre une évacuation :

Système antichute requis :

Nombre de divisions :

Quelles en sont les dimensions?

Signalisation requise :

Toutes les mesures ont-elles été prises pour interdire l'entrée à une personne non autorisée?

Est-ce que la conception de l'espace clos présente des dangers particuliers (croquis à l'endos, si nécessaire) :

a) pour les travailleurs?

b) pour le sauvetage?

2. Cadenassage des équipements et obturation des conduits

Identification de l'équipement

Type d'énergie

Éléments à cadenasser ou à obturer

1.

2.

3.

Toutes les énergies (électrique, mécanique, hydraulique, chimique, thermique, pneumatique, radioactive, potentielle ou résiduelle) doivent être éliminées, isolées ou dissipées de manière à ne pas porter atteinte à la santé, à la sécurité ou à l'intégrité physique des travailleurs.

3. Évaluation de l'atmosphère

Contenu de l'espace clos (vérifier la fiche signalétique – SIMDUT) :

Atmosphère Inflammable ou combustible LIE $\geq 10\%$ Poussières Irritante Oxygène $\leq 19,5\%$ Oxygène $\geq 23\%$ Gaz toxique

Contaminants spécifiques à détecter :

Doit-on vider l'espace clos?

Doit-on nettoyer l'espace clos?

Doit-on purger l'espace clos?

Ventilation générale requise

Quel est le débit de la ventilation naturelle?

Débit de ventilation de dilution requis :

Nombre, type, capacité et position des ventilateurs requis :

4. Travaux à effectuer

Produits chimiques utilisés (vérifier la fiche signalétique – SIMDUT)

Équipements et outils utilisés

1.

1.

2.

2.

3.

3.

Si soudure ou coupage, détection en continu obligatoire.

Ventilation locale

Débit de ventilation d'extraction requis :

Nombre, type, capacité et position des ventilateurs :

5. Autres dangers évalués dans l'espace clos

Risques biologiques

Autres

Eaux usées

Sédiments

Chute

Noyade

Bioaérosols

Poussières

Projections

Bruit

Moisissures

Rongeurs

Matière à écoulement libre

Équipements

Protection individuelle particulière requise :

Protection respiratoire nécessaire :

Type de respirateur :

Nom et signature de la personne qualifiée responsable :

Date :

E X E M P L E

FICHE DE CONTRÔLE

Localisation et accès des lieux :

Profondeur :

Nombre de divisions et superficie :

Travail à faire :

Dangers spécifiques :

Vérifications

Fiche d'évaluation des dangers consultée Communications vérifiées Stratégie d'intervention établie Vidange de l'espace clos effectuée Fiche de cadenassage consultée Cadenassage exécuté Ventilation permanente en fonction

Temps minimum avant l'entrée : _____ minutes

Signalisation installée

Analyse de l'atmosphère

	Lors d'une alarme	Avant l'ouverture	Après l'ouverture	Après la purge	À l'intérieur
Nombre de prélèvements, fréquence :					
Taux d'oxygène ($19,5\% \leq O_2 \leq 23\%$)					
Gaz inflammables ou combustibles ($\leq 10\%$ LIE)					
Sulfure d'hydrogène (H_2S) (max. 10 ppm)					
Monoxyde de carbone (CO) (max. 35 ppm)					
Autres :					

Ouverture de l'espace clos Installation de moyens d'accès et de sortie

Ventilation

Ventilation mécanique

Ventilateurs :

Purge, temps d'attente : _____ minutes Forcée : _____ changements d'air / h D'extraction Ventilation naturelle

Équipements de protection individuelle

Dispositif de remontée d'urgence Protection respiratoire (spécifier) :Dispositif antichute Harnais de sécurité pour chacun Ligne de vie Casque, lunettes, gants, bottes, vêtements de travail

Autres :

Équipements de travail

Machinerie ou outillage

Mesures d'urgence :

Remarques :

Nom et signature des travailleurs

Nom et signature du surveillant

Date

QUESTIONS ET RÉPONSES

Voici, en bref, les questions qui sont le plus fréquemment posées sur les espaces clos.

Pourquoi les espaces clos sont-ils si dangereux?

Les espaces clos sont dangereux parce qu'ils contiennent une atmosphère qui ne se renouvelle pas facilement et que toute activité effectuée pouvant générer des contaminants ou pouvant consommer de l'oxygène se produit ainsi dans un espace limité. Les concentrations de contaminants augmentent donc très rapidement et/ou la concentration d'oxygène diminue très rapidement. De plus, le travailleur ne peut évacuer les lieux rapidement s'il ressent des difficultés puisque qu'il est dans un endroit ayant des moyens restreints d'entrée et de sortie. Tout problème rencontré en espace clos peut s'amplifier rapidement du fait que l'endroit est difficile à évacuer.

Pourquoi doit-on ventiler tout au long des travaux alors que le détecteur indique que l'atmosphère est sécuritaire?

Les espaces clos, surtout les égouts, sont des endroits où l'on doit considérer l'atmosphère comme non contrôlée en raison de l'écoulement libre et des tirants d'air. En effet, plusieurs déversements non prévisibles peuvent se produire : lessive à l'eau de javel, fuite de gaz de restauration tel le propane et le gaz naturel, rejets industriels et présence de gaz de digestion.

La ventilation permet au moins d'amener de l'air frais aux travailleurs dans l'espace clos. Le détecteur ne fait que réagir aux concentrations de gaz pour lesquelles il est programmé. La ventilation augmente le niveau de sécurité, dilue les contaminants pouvant être présents et non détectés et apporte de l'oxygène. On recommande 20 changements d'air à l'heure.

Pourquoi étalonner régulièrement le détecteur de gaz?

Plusieurs facteurs peuvent altérer la réponse des détecteurs, tels la dégradation des composantes, l'empoisonnement de certaines cellules, un mauvais entretien de l'appareil, etc. Par exemple, souvent les appareils auront une marge d'erreur de 5 %. Après un certain temps, cette marge d'erreur pourra s'amplifier et devenir 10 %, 15 %, 20 % ou même davantage. La détection des contaminants devient donc moins efficace. L'étalonnage est recommandé avant chaque utilisation ou selon les recommandations des fabricants.

Combien de temps doit-on ventiler avant d'entrer?

Le temps nécessaire est fonction du volume de l'espace clos et de la capacité du ou des ventilateurs. Lorsque les conditions sont normales, on recommande d'effectuer un minimum de 7,5 changements du volume d'air d'un espace clos avant d'y entrer. Lorsque le détecteur identifie des conditions anormales, le temps requis sera celui qui lui permettra d'arriver à des lectures normales.

Quand le travailleur doit-il utiliser la protection contre les chutes?

Il est essentiel de porter le harnais en tout temps lors du travail en espace clos afin que le travailleur puisse être évacué rapidement vers l'extérieur. Si le travailleur est à une hauteur de plus de 3 mètres, le harnais doit être attaché à un système antichute avec absorbeur d'énergie et cordon d'assujettissement. Enfin, s'il y a présence de matières à écoulement libre, le travailleur doit être attaché à une ligne de vie de façon à empêcher qu'il soit emporté par celles-ci.

Est-il primordial d'élaborer des procédures de sauvetage pour le travail en espace clos?

Chaque établissement se doit d'avoir des mesures d'urgence en cas d'incendie ou de déversement accidentel; il en est de même pour les situations d'urgence en espace clos. Compte tenu des nombreux risques et de la spécificité de chaque espace clos, il est nécessaire et obligatoire d'élaborer des procédures d'urgence et de les éprouver. En cas d'urgence, le surveillant doit savoir quoi faire et surtout comment le faire. Certains services d'incendie sont qualifiés pour effectuer des sauvetages divers, autres que le combat d'incendie.

En espace clos, quels sont les risques particuliers au travail à chaud comme par exemple, le soudage?

Le procédé de soudage génère des contaminants et consomme de l'oxygène. Il est obligatoire de contrôler la qualité de l'air par la détection des gaz et de ventiler par aspiration locale avant et pendant toute la durée des travaux.

De plus, il introduit une source d'ignition dans l'espace clos alors qu'il pourrait y avoir une fuite de gaz inflammable ou d'oxygène. Pour connaître les exigences réglementaires, référez-vous à la section XXVII du R.s.s.t.

RÉFÉRENCES

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Industrial ventilation : a manual of recommended practice*. 25th ed. Cincinnati, Ohio : ACGIH, 2004. 1 v.

Association canadienne de normalisation. *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes*. Rexdale, Ont. : L'Association, 1995. 95 p. Norme CSA W117.2-94.

Association canadienne de normalisation. *Choix, utilisation et entretien des respirateurs*. 3e éd. Mississauga, Ont. : L'Association, 2003. ix, 77 p. Norme CSA Z94.4-02.

Association canadienne de normalisation. *Choix, entretien et utilisation des respirateurs : santé et sécurité au travail*. 2e éd. Rexdale, Ont. : L'Association, 1993. 118 p. Norme CAN/CSA Z94.4-93

Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur affaires municipales. *Le SIMDUT : système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail*. « Fiche technique / APSAM », n° 1. Montréal : APSAM, [1996]. 4 p.

Beaudet, Maurice et al. *Captage, transport et séparation des poussières combustibles : mesures préventives contre l'incendie et l'explosion : guide technique*. 2e éd. rev. [Montréal] : Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, c2001, [2003].

Beaudet, Maurice, Louis Lazure et Luc Ménard. *Qualité de l'air en milieu industriel : guide de ventilation*. [Québec] : Commission de la santé et la sécurité du travail du Québec, 1998.

Confined space entry : a manual of standard practices. Rev. March 1995. Vancouver, B.C. : Workers' Compensation Board of British Columbia, 1995. 79 p.

Garrison, R.P., et M. Erig. « Ventilation to eliminate oxygen deficiency in a confined space. Part III : heavier-than-air characteristics ». *Applied occupational and environmental hygiene*, vol. 6, no. 2, 1991, p. 131-140.

Gilbert, Denise, et Jacques Lavoie. *Les risques biologiques reliés aux eaux usées*. « Fiche technique / APSAM », n° 19. Montréal : APSAM, 1999. 4 p.

Guénette, Éline, et Antoine Laporte. *La santé et la sécurité du travail reliées aux transports et aux traitements des eaux : manuel de référence*. [Montréal] : APSAM, 1999. [537] p.

Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail. 7e éd. rev. et mise à jour. Montréal : Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, 2000. ii, 153 p.

Imbeau, Daniel, Sylvie Bergeron et Yves Montpetit. *Le travail en espace clos : nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression et par pompage à vide : guide de prévention*. [Montréal] : Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, 2003. 39 p.

Lara, Jaime, et Mireille Vennes. *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*. 2^e mise à jour, 20 novembre 2002. [Montréal] : Commission de la santé et de la sécurité du travail ; Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 2003. 1 v.

McManus, Neil. *Safety and health in confined spaces*. Boca Raton : Lewis Publishers, c1999. 901 p.

National Institute for Occupational Safety and Health. *Criteria for a recommended standard : occupational exposure to working in confined spaces*. [Cincinnati, Ohio] : U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, 1979. vii, 68 p.

Poulin, Sylvie. *Le cadenassage*. « Fiche technique / APSAM », n° 20. Montréal : APSAM, 2004. 6 p.

Poulin, Sylvie, et Amélie Trudel. *Espace clos : l'organisation du travail en espace clos*. « Fiche technique / APSAM », n° 17. Nouv. éd. Montréal : APSAM, 2004. 6 p.

Poulin, Sylvie, et Amélie Trudel. *Espace clos : la détection des gaz : le détecteur multigaz*. « Fiche technique / APSAM », n° 32. Montréal : APSAM, 2004. 6 p.

Poulin, Sylvie, et Amélie Trudel. *Espace clos : le travail en espace clos : dangers et moyens de contrôle*. « Fiche technique / APSAM », n° 18. Nouv. éd. Montréal : APSAM, 2004. 6 p.

Règlement sur la santé et la sécurité du travail, (2001) 133 G.O. II,5020 [R.R.Q., c. S-2.1, r. 19.01].

Rekus, John F. *Complete confined spaces handbook*. Boca Raton, Fla. : CRC Press, c1994. 381 p.

Roughton, James E. *Confined space entry : complying with the standards*. Rockville, Md. : Government Institutes, 1994. xiii, 180 p.



Association paritaire
pour la santé et la sécurité du travail
secteur « affaires municipales »

715, Square Victoria, bureau 710
Montréal (Québec) H2Y 2H7
Téléphone : (514) 849-8373 / 1 800 465-1754
Télecopieur : (514) 849-8873 / 1 800 465-6578
Site Internet : www.apsam.com
Courriel : info@apsam.com