

# Manipulation sécuritaire des liquides cryogéniques

Un liquide cryogénique est défini comme un liquide dont le point d'ébullition normal est inférieur à  $-130^{\circ}\text{F}$  ( $-90^{\circ}\text{C}$ ). Les gaz industriels les plus souvent utilisés qui sont transportés, manipulés et entreposés à l'état liquide à des températures cryogéniques sont l'argon, l'hélium, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène.

Il y a un certain nombre de précautions générales et de pratiques sécuritaires à observer en raison des températures extrêmement basses et des taux élevés de conversion en gaz pour tous les liquides cryogéniques. Il y a aussi des précautions particulières qui doivent être suivies lorsqu'un liquide particulier est susceptible de réagir avec des contaminants ou de présenter d'autres dangers inhérents à ce produit particulier, comme l'asphyxie ou l'inflammabilité.

L'utilisateur de tout liquide cryogénique visé par le présent Safetygram doit connaître les précautions générales et spécifiques décrites. Des Safetygrams pour les différents liquides cryogéniques sont disponibles et doivent être consultés pour plus d'informations. Veuillez consulter le site [airproducts.com/productsafety](http://airproducts.com/productsafety) pour déterminer les Safetygrams pouvant être utiles. Comme toujours, les utilisateurs finaux doivent être en possession de la fiche signalétique (FS) de leur produit spécifique et la connaître parfaitement. Tous les opérateurs doivent connaître les instructions fournies avec l'équipement à utiliser avec le liquide cryogénique.

## Mesures de sécurité générales

Pour les produits visés par le présent Safetygram, bon nombre des mêmes précautions de sécurité s'appliquent, que le produit soit à l'état gazeux ou liquide. Chaque liquide cryogénique possède ses propres propriétés uniques. Les risques potentiels proviennent des propriétés communes suivantes :

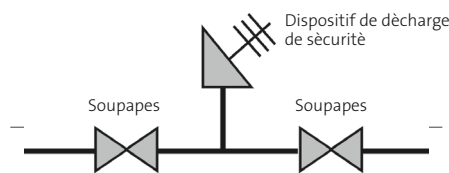
1. Tous les liquides cryogéniques sont extrêmement froids. Les liquides cryogéniques et leurs vapeurs peuvent geler rapidement les tissus humains et rendre de nombreux matériaux ordinaires, comme l'acier au carbone, le caoutchouc et les plastiques, fragiles ou même les briser sous la contrainte. Les liquides cryogéniques

dans des conteneurs et des tuyauteries à des températures égales ou inférieures au point d'ébullition de l'air liquéfié [ $-194^{\circ}\text{C}$  ( $-318^{\circ}\text{F}$ )] peuvent en fait condenser l'air environnant et créer une atmosphère localisée enrichie en oxygène. Les cryogènes extrêmement froids, comme l'hydrogène et l'hélium, ont la capacité de geler ou de solidifier l'air environnant.

2. Tous les liquides cryogéniques produisent de grandes quantités de gaz lorsqu'ils se vaporisent. Par exemple, un volume d'azote liquide se vaporise en 694 volumes d'azote à  $20^{\circ}\text{C}$  ( $68^{\circ}\text{F}$ ) à 1 atm. Un liquide cryogénique ne peut pas être conservé indéfiniment à l'état liquide, même dans des conteneurs bien isolés. Si ces

liquides se vaporisent dans un conteneur hermétique, ils peuvent produire d'énormes pressions susceptibles de rompre le conteneur. Pour cette raison, les conteneurs cryogéniques pressurisés sont normalement protégés par plusieurs dispositifs de prévention des surpressions. Les dispositifs courants de décharge sont une soupape de surpression pour la protection primaire et un disque de rupture pour la protection secondaire. Toutes les sections d'équipement où du liquide peut être captif doivent être protégées par un dispositif de décharge de la pression, comme illustré à la figure 1. Le produit évacué par ces dispositifs de décharge doit être acheminé vers un endroit sécuritaire à l'extérieur.

**Figure 1: Utilisation d'un dispositif de décharge pour éviter la surpression due à la vaporisation du liquide captif**



3. La vaporisation d'un liquide cryogénique, à l'exception de l'oxygène, dans un espace clos peut provoquer une asphyxie par refoulement de l'air. La vaporisation d'oxygène liquide dans un espace clos peut provoquer un enrichissement en oxygène, qui pourrait saturer les matières combustibles présentes telles que les vêtements des travailleurs. Cela peut provoquer un incendie si une source d'inflammation est présente. Bien que l'oxygène ne soit pas inflammable, il favorise et accélère vigoureusement la combustion d'autres matières.

La plupart des liquides cryogéniques sont inodores, incolores et insipides lorsqu'ils se vaporisent à l'état gazeux. La plupart des liquides sont également incolores, à l'exception de l'oxygène liquide qui est bleu clair. Cependant, les liquides extrêmement froids et leurs vapeurs possèdent une propriété d'alerte inhérente qui se manifeste dès qu'ils sont exposés à l'atmosphère. Les gaz froids qui s'échappent condensent l'humidité de l'air ambiant, créant ainsi un brouillard très visible. Ce brouillard peut également se former autour d'un équipement froid sans qu'il y ait eu émission de liquide froid ou de vapeurs. **Les nuages de brouillard ne délimitent pas le nuage de vapeur.** Ils délimitent la zone où les vapeurs sont encore suffisamment

froides pour condenser l'humidité de l'air.

Les vapeurs peuvent s'étendre bien au-delà du nuage de brouillard, selon le produit et les conditions atmosphériques. Bien que les nuages de brouillard puissent indiquer une fuite, ils ne doivent jamais servir à déterminer la zone de fuite et personne ne doit y pénétrer. Les nuages de brouillard dense associés à la manipulation ou au transfert de liquides cryogéniques peuvent obstruer la visibilité. Il faut veiller à ce que des nuages éventuels ne gênent pas la circulation des véhicules ou les voies d'évacuation de sécurité.

## Manutention

Manipulez toujours les liquides cryogéniques avec précaution. Leurs températures extrêmement basses peuvent produire des brûlures cryogéniques de la peau et geler les tissus sous-jacents. Lorsqu'ils sont déversés sur une surface, ils ont tendance à se répandre aussi loin que la quantité de liquide déversé et les limites physiques de la zone le permettent. Ils peuvent refroidir de grandes surfaces. Les vapeurs provenant de ces liquides sont également extrêmement froides et peuvent causer des brûlures.

Une exposition à ces gaz froids, trop brève pour affecter la peau du visage ou des mains, peut cependant affecter les tissus délicats, comme les yeux. Tenez-vous à l'écart du liquide en ébullition et des éclaboussures, ainsi que des vapeurs froides qui se dégagent. L'ébullition et des éclaboussures se produisent toujours lors du remplissage d'un contenant chaud ou lors de l'insertion d'objets dans le liquide. Effectuez toujours ces opérations lentement pour minimiser

les éclaboussures et l'ébullition. Ne laissez jamais une partie non protégée de votre corps toucher des tuyaux ou des récipients non isolés contenant des liquides cryogéniques. Le matériau extrêmement froid peut coller rapidement à la peau et arracher la chair lorsque vous essayez de vous en défaire. Même les matériaux non métalliques sont dangereux à toucher à ces basses températures. Utilisez des pinces pour immerger et retirer des objets contenus dans des liquides cryogéniques. En plus des risques de gelure ou de chair collée aux matériaux froids, les objets qui sont mous et flexibles à température ambiante, comme le caoutchouc ou le plastique, se brisent facilement, car ils deviennent cassants à basse température et peuvent se briser lorsqu'ils sont soumis à des contraintes.

## Équipement de protection individuelle

Le personnel doit être parfaitement familiarisé avec les propriétés et les considérations de sécurité avant d'être autorisé à manipuler un liquide cryogénique et l'équipement associé.

Les yeux sont la partie du corps la plus sensible au froid extrême du liquide et des vapeurs des fluides cryogéniques. L'équipement de protection individuelle recommandé pour la manipulation des cryogènes comprend un écran facial complet par dessus de lunettes de sécurité, des gants amples isolants thermiquement ou en cuir, des vestes à manches longues et des pantalons sans revers.

En outre, des chaussures de sécurité sont recommandées pour les personnes impliquées dans la

manipulation des conteneurs. Selon l'application, des vêtements spéciaux adaptés à cette application peuvent être recommandés.

Remarque spéciale sur les gants isolants : Les gants doivent être amples pour pouvoir être retirés rapidement au cas où du liquide cryogénique y serait renversé dessus. Les gants isolants ne sont pas conçus pour permettre de tremper les mains dans un liquide cryogénique. Ils offrent uniquement une protection à court terme contre des contacts accidentels avec le liquide.

En cas d'urgence, un appareil de protection respiratoire autonome (APRA) peut être requis.

### Précautions particulières relatives aux gaz inertes

Le potentiel d'asphyxie doit être pris en compte lors de la manipulation de liquides cryogéniques inertes.

En raison des taux élevés d'expansion des liquides cryogéniques, l'air peut rapidement être refoulé. Des appareils de contrôle de l'oxygène sont recommandés lorsque des liquides cryogéniques sont manipulés dans des espaces clos.

Les personnes ne doivent pas être autorisées à se trouver dans des atmosphères contenant moins de 19,5 % d'oxygène sans air d'appoint.

L'hélium liquide a le pouvoir de solidifier l'air, ce qui peut bloquer les dispositifs de décompression et autres ouvertures des conteneurs. Cela peut entraîner une surcharge de pression susceptible de rompre le conteneur.

### Précautions spéciales relatives à l'oxygène

Interdisez de fumer ou d'utiliser des flammes nues dans les endroits où de l'oxygène liquide est entreposé ou manipulé. Ne laissez pas l'oxygène liquide ou l'air enrichi en oxygène entrer en contact avec des matières organiques ou des substances inflammables ou combustibles de quelque nature que ce soit. Parmi les matières organiques pouvant réagir violemment avec l'oxygène lorsqu'elles sont enflammées par une étincelle ou même par un choc mécanique, citons l'huile, la graisse, l'asphalte, le kérosène, le tissu, le goudron et les saletés susceptibles de contenir de l'huile ou de la graisse. Si de l'oxygène liquide se déverse sur de l'asphalte ou d'autres surfaces contaminées par des matières combustibles, ne marchez pas et ne faites pas rouler de l'équipement sur la zone de déversement. Maintenez les sources d'inflammation éloignées pendant 30 minutes après la disparition totale du givre ou du brouillard.

Tout vêtement qui a été éclaboussé ou imbibé d'oxygène liquide ou exposé à de fortes concentrations d'oxygène doit de préférence être retiré immédiatement et aéré pendant au moins une heure. Le personnel doit rester dans une zone bien ventilée et éviter toute source d'ignition jusqu'à ce que ses vêtements soient complètement débarrassés de tout excès d'oxygène. Les vêtements saturés d'oxygène sont facilement inflammables et brûlent vivement.

### Précautions spéciales relatives à l'hydrogène

Interdisez de fumer ou d'utiliser des flammes nues dans les endroits où de l'hydrogène liquide est entreposé ou manipulé. Tout équipement fixe important doit être correctement mis à la terre. Tous les équipements et câblages électriques doivent être conformes aux normes nationales en matière d'incendie et d'électricité. Le gaz qui s'échappe de conteneurs d'hydrogène liquide fermés utilisés ou stockés à l'intérieur de bâtiments doit être évacué vers un endroit sans risque.

L'hydrogène liquide ne doit pas être versé d'un contenant à un autre, ni transféré dans une atmosphère constituée d'air. Si c'est le cas, l'oxygène de l'air se condensera dans l'hydrogène liquide, ce qui présente un risque d'explosion. L'hydrogène liquide a également le pouvoir de solidifier l'air, ce qui peut bloquer les dispositifs de sécurité et d'autres ouvertures, et ainsi entraîner la rupture du conteneur. Les vases Dewar et autres récipients en verre ne sont pas recommandés pour l'hydrogène liquide. La casse entraîne une possibilité d'explosion trop dangereuse pour être risquée.

Tout doit être fait pour éviter les déversements, quel que soit le débit de ventilation, car il est impossible d'éviter la création d'un nuage de vapeur inflammable.

## Conteneurs

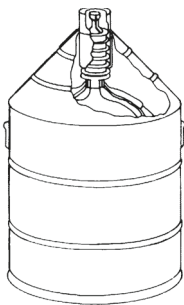
Les liquides cryogéniques sont stockés, expédiés et manipulés dans plusieurs types de conteneurs, selon la quantité requise par l'utilisateur. Les types de conteneurs utilisés sont le vase Dewar, la bouteille de liquide cryogénique et le réservoir de stockage cryogénique. Les quantités d'entreposage varient de quelques litres à plusieurs milliers de gallons. Étant donné que la fuite de chaleur est toujours présente, la vaporisation a lieu en permanence. Les taux de vaporisation varient selon la conception du contenant, les conditions ambiantes et le volume de produit entreposé.

Les conteneurs sont conçus et fabriqués conformément aux codes et spécifications applicables aux températures et pressions en jeu.

### Vases Dewar

La figure 2 illustre un vase Dewar typique à double paroi sous vide. Un bouchon anti-poussière bien ajusté sur la sortie des tubes du col empêche l'humidité atmosphérique de boucher le col et permet au gaz produit par le liquide vaporisé de s'échapper. Ce type de conteneur n'est pas pressurisé. L'unité de mesure la plus commune pour la capacité d'un vase Dewar est le litre. Des vases Dewar de 5 à 200 litres sont disponibles. Le produit peut être retiré des petits vases Dewar en le versant,

Figure 2: Dewar typique



tandis que les formats plus grands nécessitent un tube de transfert. Les bouteilles de liquide cryogénique, qui sont des récipients pressurisés, sont parfois appelées à tort des dewars.

### Bouteilles de liquide cryogénique

La figure 3 montre une bouteille type de liquide cryogénique. Les bouteilles de liquide cryogénique sont des récipients sous pression isolés et munis d'une double paroi sous vide. Elles sont équipées de soupapes de surpression et de disques de rupture qui protègent les bouteilles contre l'accumulation excessive de pression. Ces conteneurs fonctionnent à des pressions allant jusqu'à 350 lb/po2 et ont une capacité de 80 à 450 litres de liquide.

Le produit peut être retiré sous forme de gaz en faisant passer le liquide par un vaporisateur interne ou sous forme liquide sous sa propre pression de vapeur. Pour plus de détails sur la construction et le fonctionnement des bouteilles de liquide cryogénique, consultez le Safetygram n°27 d'Air Products, « Conteneurs de liquide cryogénique ».

### Réservoirs d'entreposage cryogénique

Une installation client typique (voir la figure 4) comprend un réservoir, un vaporisateur et une rampe de contrôle de la pression. Les réservoirs peuvent être sphériques ou cylindriques. Ils sont montés à des emplacements fixes comme des cuves fixes ou sur un châssis de wagon ou de camion pour faciliter le transport. Les tailles vont de 500 à 420 000 gallons. Tous les réservoirs sont isolés à la poudre et sous vide dans l'espace annulaire. Les réservoirs sont équipés de divers circuits pour contrôler le remplissage du produit, l'augmentation de la pression, la décharge de pression, le retrait du produit et le vide dans le réservoir. Les réservoirs sont conçus conformément

aux spécifications ASME pour les pressions et les températures concernées.

### Conduites de transfert

Une conduite de transfert de liquide est utilisée pour retirer en toute sécurité le produit liquide des dewars ou des bouteilles de liquide cryogénique. Une conduite de transfert typique pour les dewars est connectée à une baïonnette qui fournit un moyen d'utiliser l'accumulation de la pression de vapeur du produit ou une source de pression externe pour retirer le liquide. Pour les bouteilles de liquide cryogénique, la conduite de transfert est connectée à la valve de retrait du liquide de la bouteille.

Le produit liquide est généralement retiré par des conduites de retrait isolées afin de minimiser la vaporisation du produit liquide en gaz. Des conduites rigides ou flexibles isolées sont utilisées pour retirer le produit des réservoirs de stockage. Les connexions sur les conduites et les réservoirs varient selon le fabricant.

Les bouteilles de liquide conçues pour distribuer des gaz sont munies de valves équipées de sorties standard de la Compressed Gas Association (CGA). Un équipement approprié de régulation de la pression peut être fixé. Les valves prévues pour le prélèvement de produit liquide sont également équipées de sorties CGA standard, mais elles sont différentes des connexions utilisées pour le prélèvement de gaz. Cette mesure vise à prévenir l'introduction accidentelle de liquide dans un réseau de gaz ou de gaz dans un réseau de liquide.



Figure 3a: Bouteille de liquide cryogénique typique, vue latérale

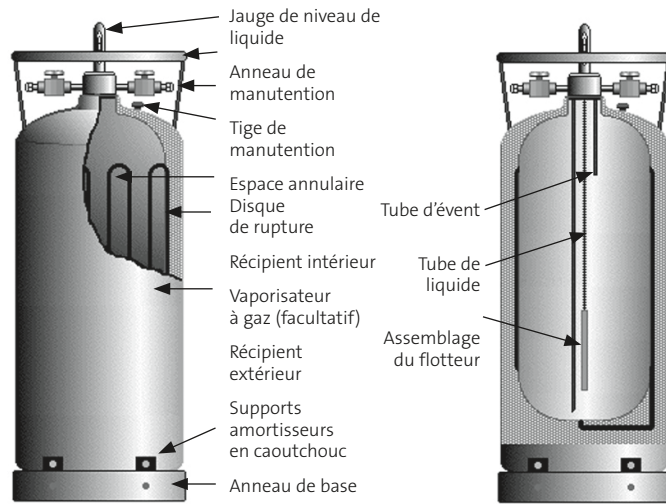


Figure 3b: Bouteille de liquide cryogénique typique, vue de dessus

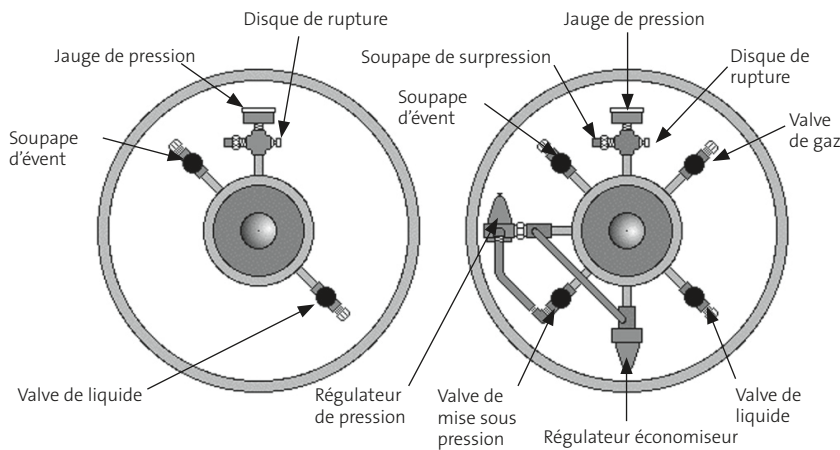
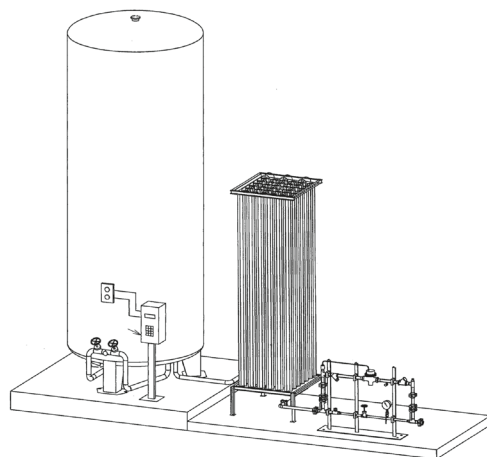


Figure 4: Station client typique avec réservoir de stockage cryogénique



## Expédition de liquides cryogéniques

Le respect des règlements applicables sur les marchandises dangereuses est requis pour toutes les expéditions par fret routier, ferroviaire, aérien et maritime. Aux États-Unis, le département des Transports (DOT) ne réglemente pas certains conteneurs de liquide cryogénique lorsque la pression ne dépasse pas 25,3 lb/po<sup>2</sup> (174 kPa). Les conteneurs utilisés pour le transport de liquides cryogéniques à des pressions supérieures à 25,3 lb/po<sup>2</sup> doivent être conçus, fabriqués et testés à cet effet selon les spécifications du DOT. Les expéditions internationales par voie aérienne doivent se conformer aux règlements sur les marchandises dangereuses de l'Association du transport aérien international et de l'Organisation de l'aviation civile internationale (IATA/OACI). Les expéditions internationales par voie d'eau doivent se conformer aux règlements de l'Organisation maritime internationale (OMI).

## Bâtiments

En raison du grand rapport d'expansion du liquide au gaz avec des liquides cryogéniques, il est très important de fournir une ventilation adéquate dans les endroits où des liquides cryogéniques sont stockés et utilisés. Des appareils de contrôle devraient être disponibles pour vérifier les concentrations d'oxygène dans l'atmosphère lors du travail avec des cryogènes inertes ou avec de l'oxygène liquide. La concentration minimale d'oxygène admissible pour le personnel non protégé est de 19,5 %, tandis que la concentration maximale est de 23,5 %. Dans le cas de l'hydrogène liquide, l'atmosphère doit être surveillée au moyen d'un détecteur de gaz inflammable. Tous les dispositifs de décompression doivent être canalisés vers des endroits sécuritaires, de préférence à l'extérieur.

## Lutte contre les incendies

Il n'est pas possible de décrire des techniques spécifiques de lutte contre l'incendie qui couvrent tous les types d'incendies impliquant des liquides cryogéniques. Ces mesures dépendent de la quantité et de la nature du liquide cryogénique en cause, de l'emplacement du feu par rapport aux zones adjacentes et aux occupants, ainsi que d'autres facteurs. Les procédures générales suivantes s'appliquent à tous les incendies impliquant des liquides cryogéniques :

1. Toutes les personnes qui ne participent pas activement à la lutte contre l'incendie doivent quitter la zone. Si un liquide cryogénique inflammable est impliqué, la zone de mélange inflammable, dans des conditions atmosphériques inhabituelles, peut s'étendre au-delà du nuage de brouillard normal produit par la condensation de la vapeur d'eau dans l'air. Les personnes doivent être évacuées bien en dehors de la zone de brouillard.
2. La meilleure technique de lutte contre l'incendie est simplement de couper le débit de liquide cryogénique ou de gaz vaporisé si un liquide cryogénique inflammable est en cause.
3. Si un équipement électrique est impliqué dans l'incendie, assurez-vous que l'alimentation électrique est débranchée avant de combattre l'incendie avec de l'eau. Ou utilisez des extincteurs à dioxyde de carbone ou à poudre chimique.
4. Lorsque vous utilisez de l'eau, utilisez de grandes quantités, de préférence sous forme vaporisée, pour refroidir l'équipement dans les zones autour de l'incendie. Utilisez la vaporisation pour refroidir tout matériau en feu en dessous de sa température d'inflammation. Si possible, ne vaporisez pas les zones froides de l'équipement et ne dirigez pas l'eau sur le liquide cryogénique. Il est très important de garder l'eau à l'écart des bouches d'aération et des dispositifs de sécurité susceptibles d'être bouchés par de l'eau gelée. Des tuyaux d'incendie équipés de buses réglables de vaporisation à jet doivent être disponibles lorsque de grandes quantités de liquides cryogéniques inflammables sont manipulées.
5. Selon les circonstances, il est généralement déconseillé d'éteindre un liquide cryogénique inflammable dans un espace confiné. Si l'alimentation en gaz inflammable ne peut pas être coupée, la fuite continue de gaz non brûlé peut créer un mélange explosif dans l'air. Le mélange peut être rallumé par d'autres matières en feu ou par des surfaces brûlantes.  
  
Il est généralement préférable de laisser le gaz se consumer dans un espace confiné et de refroidir les objets adjacents avec de l'eau, plutôt que de risquer une explosion potentielle.
6. Si un liquide cryogénique inerte est impliqué, la teneur en oxygène de l'air est susceptible de diminuer, avec un risque d'asphyxie pour les pompiers. Il faut faire preuve de discernement pour déterminer quel risque est le plus grand pour les pompiers : celui de fermer la vanne d'alimentation, qui peut se trouver dans une zone difficilement accessible en raison de l'incendie, ou le risque d'une atmosphère déficiente en oxygène en raison de la réduction de la teneur en oxygène.
7. L'oxygène, qu'il soit gazeux ou liquide, est un oxydant qui ne brûle pas; il ne peut donc pas y avoir de feu sauf si des matières combustibles sont également présentes. La différence est que la présence d'oxygène supplémentaire fait brûler les matières combustibles beaucoup plus rapidement et de manière plus violente ou explosive. Coupez l'apport en oxygène si cela est possible. Ni l'oxygène liquide ni l'oxygène gazeux ne peut être efficacement recouvert par des agents tels que le dioxyde de carbone, la poudre chimique ou la mousse. Il est nécessaire de refroidir les matières combustibles en dessous de leur température d'inflammation pour arrêter l'incendie. Utilisez de grandes quantités d'eau sous forme vaporisée.

## Premiers soins

En cas de contact avec la peau, enlevez tout vêtement qui pourrait gêner la circulation dans la zone gelée. Ne frottez pas les parties gelées; des lésions tissulaires pourraient en résulter. Dès que possible, placez la zone affectée dans un bain d'eau chaude dont la température ne dépasse pas 40 °C (105 °F). N'utilisez jamais de chaleur sèche. Appelez un médecin dès que possible.

Le tissu gelé est généralement indolore et paraît cireux avec une possible couleur jaune. Il deviendra enflé, douloureux et sujet à l'infection une fois dégelé. Si la partie gelée du corps a été dégelée, recouvrez la zone avec un pansement stérile sec et une grande couverture de protection enveloppante, en attendant les soins médicaux.

En cas d'exposition massive, retirez les vêtements de la victime tout en la douchant à l'eau chaude. Appelez immédiatement un médecin.

Si les yeux sont exposés au froid extrême du liquide ou des vapeurs, réchauffez immédiatement la zone de gelure avec de l'eau chaude ne dépassant pas 40 °C (105 °F) et consultez un médecin.

Si la température corporelle est trop basse, la personne doit être réchauffée progressivement. Un choc peut survenir pendant la neutralisation de l'hypothermie. Des dysrythmies cardiaques peuvent accompagner une hypothermie grave.

### Système d'intervention d'urgence

Tél. : 800 523-9374 (États-Unis continentaux et Puerto Rico),

+1 610 481-7711 (autres emplacements)

Pour obtenir les numéros de téléphone des services d'urgence régionaux, veuillez consulter la FDS locale pour obtenir une assistance 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 concernant les produits Air Products and Chemicals, Inc

### Centre d'information technique

Tél. : 800 752-1597 (É.-U.)

Tél. : + 1 610 481-8565 (autres emplacements)

du lundi au vendredi, de 8:00 à 17:00 HNE,

F 610-481-8690

gastech@airproducts.com

**Pour plus de renseignements, communiquez avec nous à l'adresse suivante :**

### Siège social

Air Products and Chemicals, Inc.

1940 Air Products Blvd.

Allentown, PA 18106-5500

T: 1 800 654-4567

Télééc. : 1 800 272-4449

Courriel : info@airproducts.com

### Canada

Air Products Canada Ltd.

2233 Argentia Road, Suite 203

Mississauga (Ontario) L5N 2X7

T 1 800 654-4567/1 905 816-6670

info@airproducts.com

airproducts.ca



tell me more  
airproducts.com