

Sécurité en cryogénie au Département de physique



Accident: Événement **imprévisible** malheureux.
Accident d'avion, accident de travail.

Comment se préparer



- **Information**
- **Prévention-protection**
- **Intervention**

Comité de sécurité de physique :

Jeffrey Quillam (président)

Guy Bernier (secrétaire)

Christian Lupien

Bobby Rivard

Frédéric Francoeur

Michaël Lacerte

Sara Turcotte

Diego Spertini (SSMTE)

-Information <http://www.physique.usherbrooke.ca/securite>

-Formation: Vous y êtes en ce moment...

-Prévention: Ce sera à votre tour dans votre cour.



Cryogenic and Compressed Gas Safety

Hazards of Cryogenic Liquefied Gases

1. Extreme Cold

- Causes rapid frost burn on skin exposed to cold surfaces, gases and liquid. Extreme exposure may cause injuries equivalent to third degree burns.
- Causes fragility in materials, examples are carbon steel, plastics and latex tubing. These materials will shatter when struck or stressed.
- Materials shrink when cold, this causes additional stress and parts that no longer fit properly, can result in leaks.

2. Asphyxiation

- Asphyxiation due to oxygen displacement. A liquefied gas will displace large quantities of air as it evaporates. For example evaporating liquid nitrogen will displace 697 times its liquid volume. Except for liquid oxygen gases will not support life when they evaporate. Oxygen deficiency cannot be sensed readily by the victim.

Contents

1. [Hazards of Cryogenic Liquefied Gases](#)

1. [1. Extreme Cold](#)
2. [2. Asphyxiation](#)
3. [3. Over Pressurization](#)

2. [Hazard Prevention](#)

1. [1. Ventilation](#)
2. [2. Safety Equipment](#)
3. [3. Cryogenic Systems](#)

3. [Hazards of Compressed Gas Cylinders and Systems](#)

1. [1. Asphyxiation by Oxygen Displacement](#)
2. [2. Fire and Explosion](#)

L'azote et l'hélium liquide

Cryogène	Température	Volume gazeux/Volume liquide	densité	odeur
N ₂	77K (-196°C)	695	Juste un peu plus faible que l'air	non
He	4.2K (-269°C)	757	Très faible	non

Dangers potentiels

- 1- Froid extrême (gelures) et vapeurs froides
- 2- Anoxie
- 3- Explosion (contenants sous pression)
- 4- Éclatements de matériaux
- 5- Incendies (O₂)

Contenants pressurisés de stockage pour LN₂



Manomètre (typiquement 20 psi)

Soupape de surpression

Vide d'isolation (ne pas modifier)

Ne pas forcer les valves

Attention à votre visage

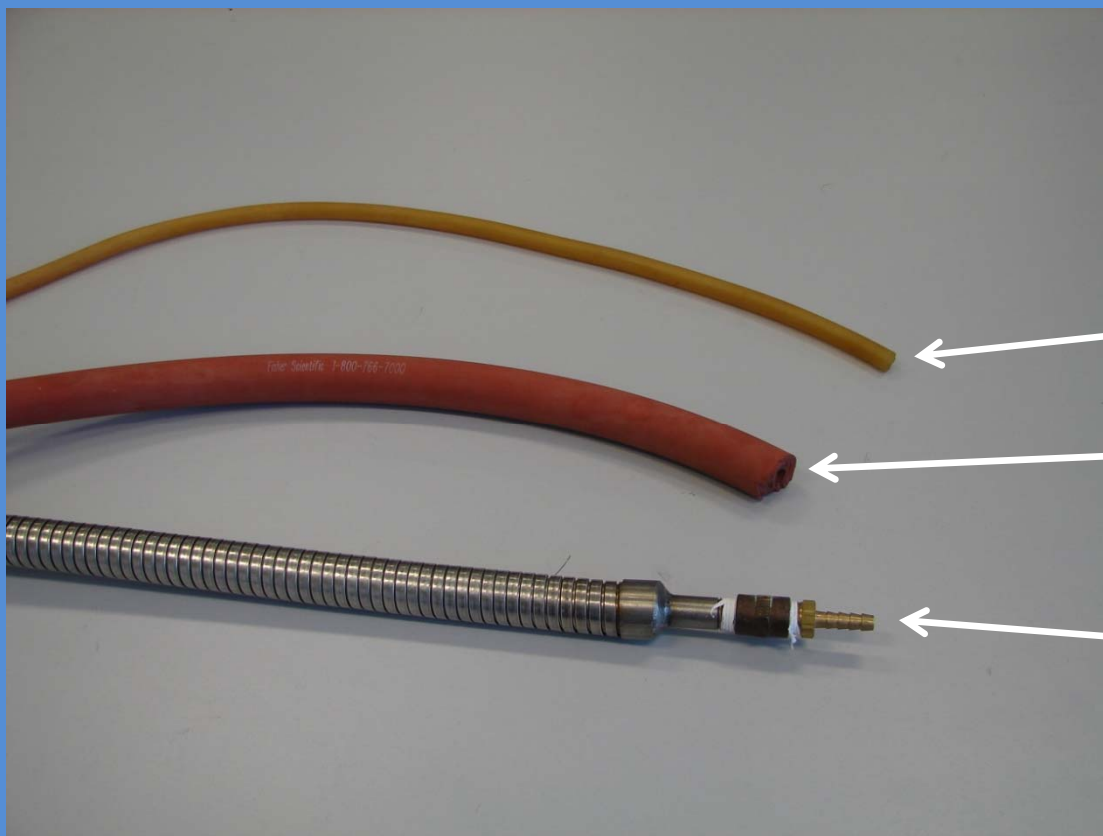
Présence d'oxygène liquide lors de transferts



-pas de pantalons courts
-souliers fermés aux deux bouts



Raccords aux contenant d'azote liquide



À éviter (trop cassant)

Moindre mal (cassant)

Excellent



Contenants portatifs pour LN₂

Ne jamais sceller!

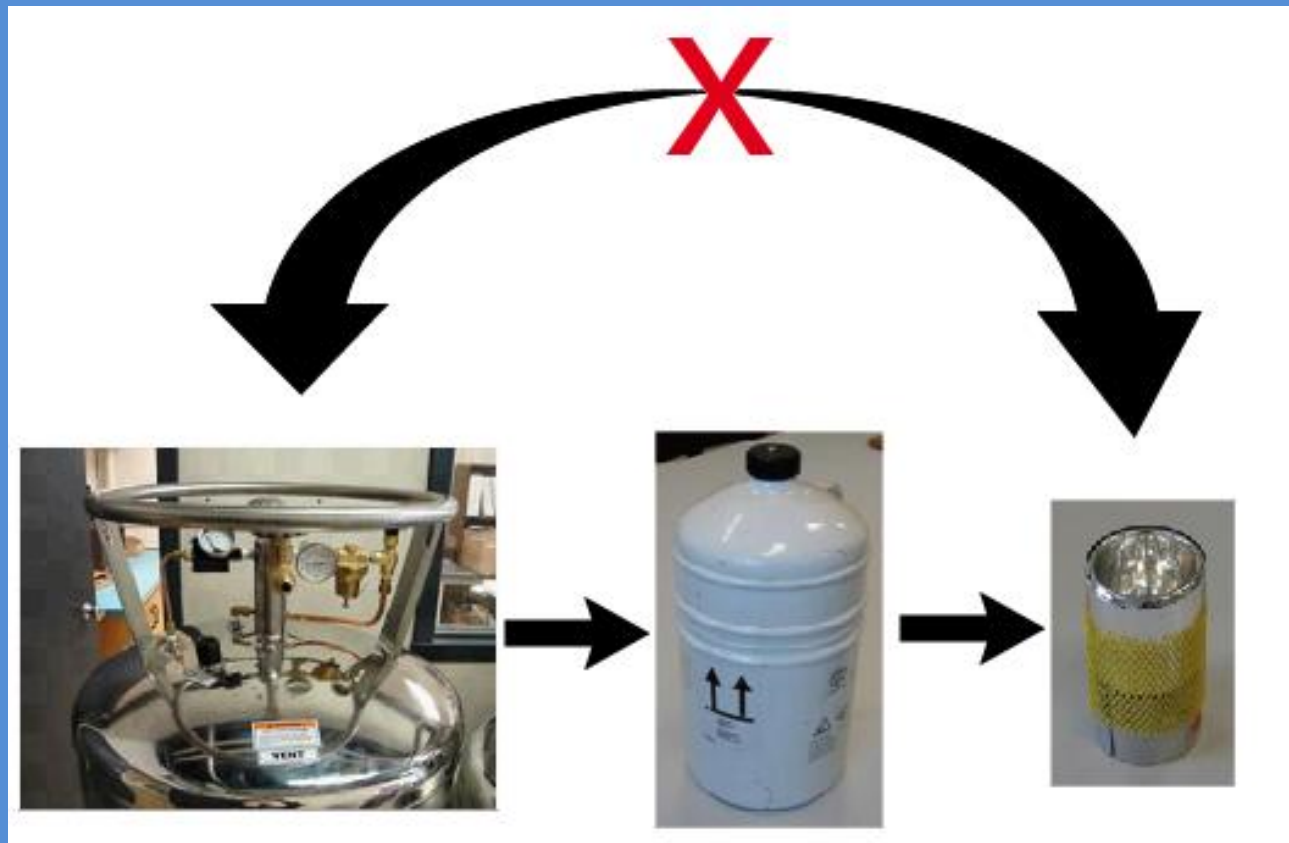
Éviter les thermos en verre

Mettre un bouchon ou un capuchon lâche

Peut déborder lors du remplissage



Attention aux éclaboussures



Contenants pressurisés de stockage pour LHe



Manomètre (typiquement 0 psi)

Élément chauffant (ne pas l'oublier...)

Soupapes de surpression

Vide d'isolation (ne pas modifier)

Ne pas forcer les valves

Attention à votre visage

Présence d'oxygène liquide lors de transferts

Brancher sur la récupération



Premiers pas

Demander au technicien du laboratoire

Utilisation des contenants de stockage (LN₂ et LHe)

Utilisation des contenants portatifs

Uniquement en présence du technicien du laboratoire

Vos premiers transferts d'He liquide

Froid extrême

- Éviter de porter une montre, des bagues, bracelets ou autres bijoux qui pourraient retenir contre la peau les liquides cryogènes au moment de l'utilisation.



Warning over liquid nitrogen drinks after girl loses stomach

Scientists have warned of the dangers of cocktails prepared with liquid nitrogen after Gaby Scanlon, 18, had her stomach removed in an operation believed to have saved her life.

Qu'advierait-il à vos yeux???

Froid extrême

Une exposition prolongée de la peau ou le contact avec des surfaces froides peut causer des gelures. La peau a alors une couleur jaunâtre et cireuse. L'absence de douleur initiale est suivie par des douleurs intenses lors du dégel des tissus.

Pour les yeux, c'est catastrophique. Lorsqu'on travaille avec des contenants pressurisés, on porte des lunettes de protection, un **écran facial**, un **sarrau (à boutons pressoirs)** et des **gants isolants**. Les souliers doivent être fermés aux deux bouts et on porte des pantalons longs. Les gants doivent être isolants et pouvoir s'enlever rapidement au cas où du liquide entrerait à l'intérieur. Lors du travail avec des contenants non pressurisés, **seul l'écran facial n'est plus obligatoire**.

Froid extrême: premiers soins

- Retirer tous les vêtements pouvant ralentir la circulation dans la zone gelée.
 - Mettre de l'eau tiède. Ne jamais mettre de chaleur sèche.
 - Ne jamais tenter de dégeler trop rapidement.
 - Ne pas frotter car on peut abîmer davantage les tissus.
- Si les yeux sont touchés, les rincer abondamment avec de l'eau tiède (15 minutes).
- Les tissus gelés sont indolores et ont une couleur cireuse jaune. Le dégel peut prendre de 15 à 60 minutes et doit se poursuivre tant que la peau, de couleur bleue, ne vire pas au rose ou au rouge. Le médecin peut administrer de la morphine ou des tranquillisants pour aider à supporter la douleur.
- Si la zone atteinte dégèle avant l'arrivée chez le médecin, la couvrir de pansements stériles et secs et d'une couverture de protection grande et épaisse.
- Interdire les boissons alcoolisées et le tabac qui diminuent la circulation sanguine vers les tissus gelés. Donner des boissons et de la nourriture chaude.

Anoxie

Évitez d'utiliser des liquides cryogéniques dans des endroits clos.

Concentration en oxygène	Effets sur le corps humain
23,0 %	Atmosphère enrichie en oxygène. Limite supérieure à partir de laquelle il est interdit d'entrer.
21,0 %	Concentration normale d'oxygène.
19,5 %	Concentration minimale pour pouvoir entrer dans un espace clos sans respirateur autonome ou avec un respirateur à adduction d'air avec une réserve d'air.
12 % à 16 %	Respiration saccadée, anxiété, fatigue anormale lorsque l'on fait des mouvements, concentration insuffisante pour maintenir une flamme allumée.
10 % à 11 %	Accélération de la respiration et du rythme cardiaque, euphorie, maux de tête.
6 % à 10 %	Nausées et vomissements, incapacité à 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.

2 morts au Japon et 1 en Allemagne dans des universités!

Anoxie

Évitez d'utiliser des liquides cryogéniques dans des endroits clos.

Tableau: Concentration d'oxygène après un déversement d'azote liquide.

bureau →

labo →

Room volume m3	Volume of liquid nitrogen spilled, litres						
	1	2	3	4	5	10	25
10	19.6	18.1	16.7	15.3	13.8	6.7	
25	20.4	19.9	19.3	18.7	18.1	15.3	
50	20.7	20.4	20.1	19.9	19.6	18.1	
75	20.8	20.6	20.4	20.2	20.0	19.1	16.2
100	20.9	20.7	20.6	20.4	20.3	19.6	17.4

<http://www.ucl.ac.uk/medicalschoo/mta/safety/docs/lnco.pdf>

Anoxie



Un détecteur de niveau d'oxygène est présent dans chacun des locaux contenant les gros réservoirs d'hélium et d'azote liquide ainsi que dans les locaux contenant les grappes de cylindres de récupération d'hélium gazeux. Si l'alarme sonore se déclenche, quittez le local et contactez la sécurité (**Urgence 811**).

Ne jamais pénétrer dans un local où l'alarme sonore retentit.

Tous les laboratoires et corridors de service de la nouvelle aile sont munis d'un détecteur de niveau d'oxygène avec alarme sonore et lumière clignotante à l'entrée du local.



ATTENTION: aucun laboratoire de recherche de l'ancienne partie du D2 ne possède de détecteurs de niveau d'oxygène. Ils ne sont pas ventilés.

Oxygène liquide

-Lors d'un transfert d'hélium liquide ou lors du remplissage d'un contenant d'azote liquide à partir d'un contenant pressurisé, il y a généralement condensation d'oxygène liquide sur les parties métalliques très froides.

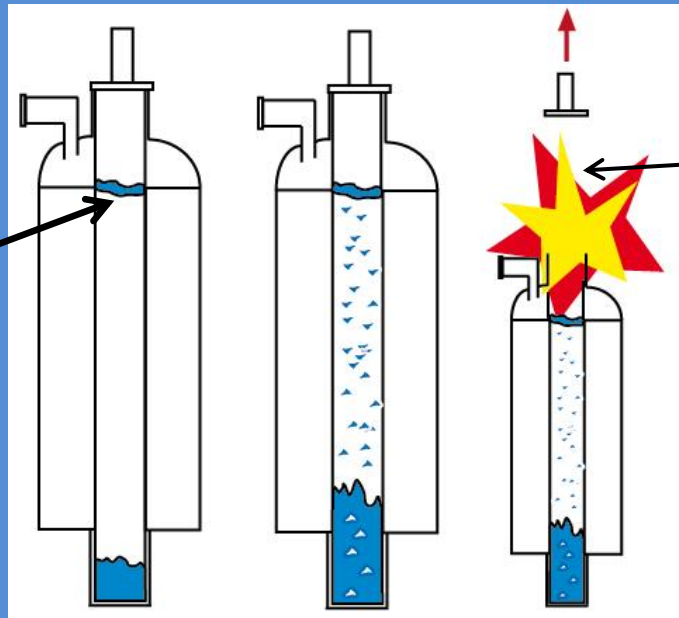
-Éviter toute flamme.

-L'oxygène réagit très fortement (risque d'explosion) avec l'huile ou la graisse. Ne jamais utiliser de graisse pour les raccords sur les bouteilles de liquides cryogéniques.

Explosion

- Défaillance du limiteur de pression
- Incendie extérieur
- Perte soudaine du vide d'isolation (disque de rupture devrait fonctionner mais...)

Bouchon de glace



Éviter d'avoir le visage face à cette position

Si le col d'un dewar est bloqué par de la glace, le débloquent en suivant les instructions du fabricant: adressez-vous à un responsable de la cryogénie.

Explosion

-Un léger sifflement d'un contenant pressurisé est normal.

-Si le dewar est glacé sur une grande surface, c'est anormal. Le vide d'isolation n'est plus adéquat.

-Si la valve de ventilation siffle bruyamment en permanence, elle est sûrement endommagée.

-Si la pression d'un réservoir d'azote liquide est supérieure à 20 psi, il y a peut-être un problème avec la valve de surpression.

-Les contenants d'hélium liquide devaient tous être raccordés au système de récupération, la pression devrait être nulle.

-Ne pas laisser les contenants dans les corridors.

-Dans les laboratoires, placez-les loin des gens qui y travaillent.

-Un contenant qui explose peut détruire un mur de blocs de béton...

Explosion au département de chimie

Incident : Explosion cylindre N₂ (liq)

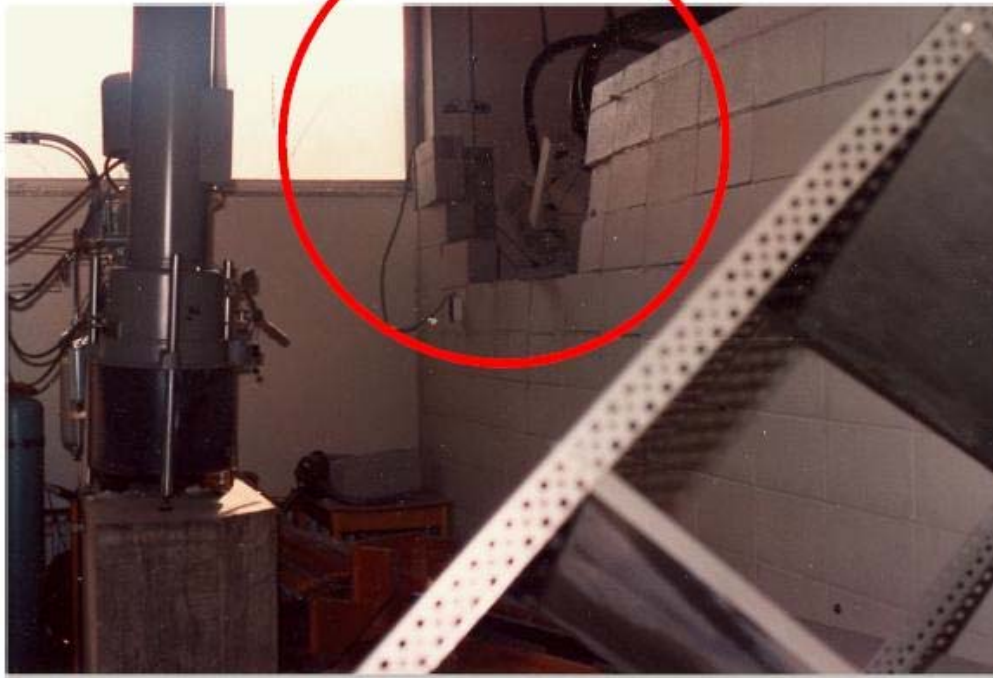
Imaginez la force de l'explosion !



Explosion au département de chimie

Incident : Explosion cylindre N₂ (liq)

- Mur de bloc en ciment, à refaire !



Transport LN₂ et LHe

-Les contenants doivent toujours être à la verticale.

-Les contenants doivent voyager seuls dans les ascenseurs. Risque d'anoxie en cas de panne.

-Pour le transport des contenants d'hélium liquide, il est préférable de demander l'aide de l'équipe technique

Transport LHe

-Si vous devez déplacer un contenant d'hélium liquide sans l'aide d'un membre du personnel technique, il faut:

-Se faire expliquer par le technicien l'utilité des différentes valves.

-Comme nous utilisons maintenant des tuyaux reliés aux valves qui sont munis de connecteurs de type « quick connect », il n'est plus nécessaire de fermer les valves lors du transport des bouteilles.



Méthode de travail

- Placez les contenants loin des gens et bureaux dans les laboratoires.
- Connaître l'emplacement des douches de sécurité et bassins oculaires.
- Évitez de travailler seul (surtout les fins de semaines).
- Revêtir l'équipement de protection nécessaire.
- Ne pas se tenir dans le nuage de condensation produit lors d'un transfert.
- Ne pas se tenir face à la soupape de sécurité qui se déclenche lors d'un possible « Quench » d'une bobine supra.
- Garder son visage hors de portée des pièces qui pourraient être éjectées.
- Utiliser des pinces ou des gants pour manipuler les objets qui ont été en contact avec des liquides cryogéniques.
- Ne pas verser de liquides cryogéniques dans l'évier.
- Éviter d'utiliser des matériaux qui deviennent cassants.
- Éviter l'humidité car de la glace peut se former et briser des raccords.
- Limiter l'accès aux lieux d'entreposage.

- Pour refroidir un objet, plongez-le lentement dans le liquide cryogénique de façon à diminuer le risque d'éclaboussement.
- Enlever votre montre, bracelets et bijoux qui pourraient coller à votre peau sous l'effet du froid.

Conception de montages cryogéniques

-Avant de soumettre votre plan à l'atelier mécanique, faites-le approuver par un membre de l'équipe de cryogénie.

-Tout système à vide (isolation thermique) ou sous pression utilisé en cryogénie devrait comporter des soupapes de sécurité à la fois sur le compartiment de vide et sur le compartiment pressurisé.

Lors de la conception, pensez à la direction que pourraient prendre les pièces les plus mobiles lors d'une explosion accidentelle.

Démonstration devant public



- Portez des lunettes de sécurité.
- Il est difficile de manipuler le train avec des gants mais prenez soin d'enlever la montre et les bagues. Portez des souliers fermés.
- Demander aux gens de garder une bonne distance pour ne pas les éclabousser.
- Ne jamais les laisser manipuler (azote, train, pastille supra, etc...)
- Ne jamais les laisser s'approcher trop près des aimants au néodyme.
- Ne pas casser d'objets gelés (risque important pour les yeux)

-Vous devez avoir réussi la formation sur le « **Transport de matières dangereuses** » donnée par l'Université pour transporter un contenant d'azote liquide dans un véhicule.

En cas de doute ...

-Si vous avez un doute sur la manipulation que vous voulez faire, ABSTENEZ-VOUS. Demander l'avis d'un spécialiste.

-Si un contenant présente des signes anormaux: glace permanente, sifflement important ou pression très élevée, NE RESTEZ PAS LÀ! Avertissez un responsable immédiatement.