

Azote liquide

L'azote liquide est inerte, incolore, inodore, non corrosif, ininflammable et extrêmement froid. Il constitue la majeure partie de l'atmosphère (78,03 % en volume, 75,5 % en poids). Il est inerte et ne soutient pas la combustion; toutefois, il n'est pas essentiel à la survie.

L'azote est inerte, sauf lorsqu'il est chauffé à des températures très élevées, où il se combine avec certains métaux plus actifs, comme le lithium et le magnésium, pour former des nitrures. Il se combine également à l'oxygène pour former des oxydes d'azote et formera de l'ammoniac s'il est combiné à l'hydrogène en présence de catalyseurs.

Puisque l'azote n'est pas corrosif, il n'est pas nécessaire d'utiliser des matériaux de construction spéciaux pour prévenir la corrosion. Toutefois, les matériaux doivent être choisis pour résister à la basse température de l'azote liquide. Les réservoirs et les canalisations doivent être conçus conformément aux spécifications de l'American Society of Mechanical Engineers (ASME) ou aux codes du département américain des Transports (DOT) pour les pressions et les températures concernées.

Bien qu'il soit plus couramment utilisé à l'état gazeux, l'azote est généralement entreposé et transporté comme un liquide, ce qui représente un moyen d'approvisionnement plus économique.

L'azote liquide est un liquide cryogénique. Les liquides cryogéniques sont des gaz liquéfiés dont le point d'ébullition normal est inférieur à -90 °C (-130 °F). L'azote liquide a un point d'ébullition de -196 °C (-320 °F). La différence de température entre le produit et l'environnement ambiant, même en hiver, est importante. Il faut un équipement spécial pour entreposer et manipuler les liquides cryogéniques et les protéger de la chaleur ambiante.

Le système type comprend les composants suivants : un réservoir de stockage cryogénique, un ou plusieurs vaporisateurs et un système de contrôle de la pression et de la température. En principe, le réservoir cryogénique est construit comme une bouteille sous vide. Il est conçu pour garder la chaleur loin du liquide contenu dans le récipient intérieur. Les vaporisateurs convertissent l'azote liquide en azote gazeux. Une station de contrôle de pression commande la pression à laquelle le gaz est introduit dans le processus. Les processus qui utilisent l'azote sous forme liquide ne nécessitent pas de vaporisateurs et de station de contrôle de pression.

Les propriétés physiques et chimiques sont énumérées dans le tableau 1.

Fabrication

L'azote est produit dans des usines de séparation de l'air par liquéfaction de l'air atmosphérique; la séparation de l'azote est obtenue par distillation cryogénique continue. L'azote est ensuite récupéré sous forme de liquide cryogénique.

Utilisations

L'azote est le produit chimique inorganique vendu en plus grande quantité dans le monde, soutenant une multitude d'applications commerciales et techniques. À l'état liquide, il est utilisé pour la congélation des aliments, l'ébarbage et le broyage du plastique et du caoutchouc, le refroidissement, le traitement des métaux, la préservation des échantillons biologiques, la pulvérisation et autres applications liées à la température.

Effets sur la santé

Étant inodore, incolore, insipide et non irritant, l'azote n'a aucune propriété qui nécessite des avertissements. Les humains ne possèdent aucun sens pouvant détecter la présence d'azote. Bien que l'azote soit non toxique et inerte, il peut agir comme un asphyxiant simple en déplaçant l'oxygène dans l'air à des niveaux inférieurs à ceux requis pour soutenir la vie. L'inhalation d'azote en quantités excessives peut causer des étourdissements, des nausées, des vomissements, une perte de conscience et la mort. La mort peut résulter d'erreurs de jugement, de confusion ou de perte de conscience qui empêchent l'autosauvetage. À de faibles concentrations d'oxygène, la perte de conscience et la mort peuvent survenir en quelques secondes et sans avertissement.

Les membres du personnel, y compris les secouristes, ne doivent pas pénétrer dans les zones où la concentration d'oxygène est inférieure à 19,5 %, sauf s'ils portent des appareils respiratoires autonomes ou des appareils respiratoires à canalisation d'air.

Pour plus d'information sur l'atmosphère déficiente en oxygène, consultez le Safetygram 17 d'Air Products : « Dangers d'une atmosphère déficiente en oxygène ».

Des lésions tissulaires ou des brûlures étendues peuvent résulter d'une exposition à l'azote liquide ou à des vapeurs d'azote froid.

Table 1: Propriétés physiques et chimiques de l'azote liquide

Formule chimique	N ₂
Poids moléculaire	28,01
Point d'ébullition à 1 atm	-195,8 °C (-320,5 °F)
Point de congélation à 1 atm	-210 °C (-346 °F)
Température critique	-146,9 °C (-232,5 °F)
Pression critique	492,3 psia (33,5 atm)
Densité, liquide au point d'ébullition, 1 atm	808,5 kg/m ³ (50,47 lb/pi ³ std)
Densité, gaz à 20 °C (68 °F), 1 atm	1,16 kg/m ³ (0,0725 lb/pi ³ std)
Densité relative, gaz (air=1) à 20 °C (68 °F), 1 atm	0,967
Densité relative, liquide (eau=1) à 20 °C (68 °F), 1 atm	0,808
Volume spécifique à 20 °C (68 °F), 1 atm	0,861 kg/m ³ (13,80 lb/pi ³ std)
Chaleur latente de vaporisation	199,1 kJ/kg (85,6 BTU/lb)
Rapport de détente, liquide à gaz, point d'ébullition à 20 °C (68 °F)	1 à 694

Conteneurs

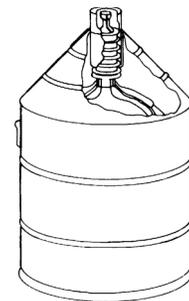
L'azote liquide est entreposé, expédié et manipulé dans plusieurs types de conteneurs, selon la quantité requise par l'utilisateur. Les types de conteneurs utilisés sont le vase Dewar, la bouteille de liquide cryogénique et le réservoir de stockage cryogénique. Les quantités d'entreposage varient de 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 conteneur et le volume de produit entreposé.

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

Vase Dewar

La figure 1 illustre un vase Dewar type à double paroi sous vide. Un bouchon anti-poussière non ajusté sur la sortie des tubes à 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 sous pression. En général, l'unité de mesure pour la capacité d'un vase Dewar est le litre. Des vases Dewar de 5 à 200 litres sont disponibles. On peut retirer le produit des petits vases Dewar en le versant, alors que les formats plus grands nécessitent un tube de transfert. Les bouteilles de liquide cryogénique, qui sont des récipients sous pression, sont parfois appelées à tort des vases Dewar.

Figure 1: Vase Dewar type



Bouteilles de liquide cryogénique

La figure 2 montre une bouteille de liquide cryogénique type. Les bouteilles de liquide cryogénique sont des récipients sous pression isolés sous vide. Elles sont équipées de soupapes de sûreté et de décharge et de disques de rupture qui les protègent 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 la manipulation des bouteilles de liquide cryogénique, consultez le Safetygram 27 d'Air Products : « Conteneurs de liquide cryogénique ».

Figure 2a: Bouteille de liquide cryogénique type, vue latérale

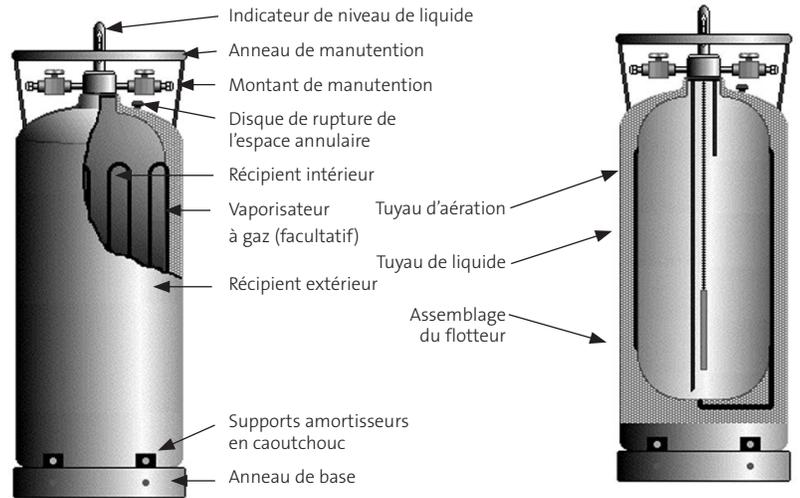
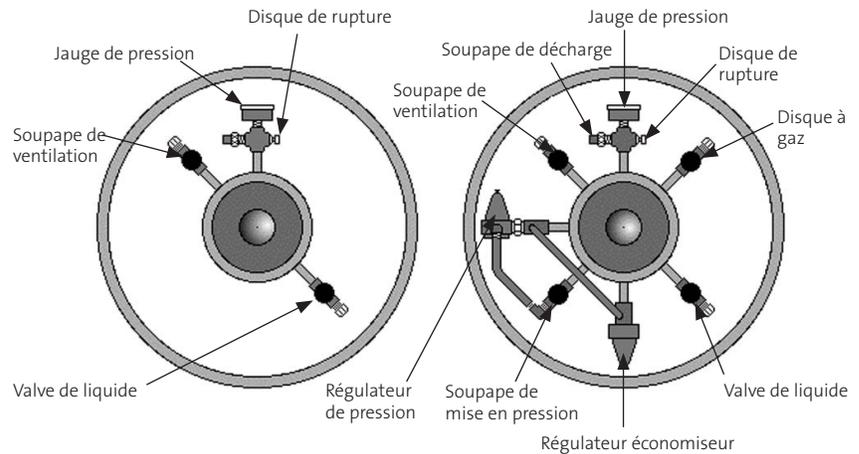


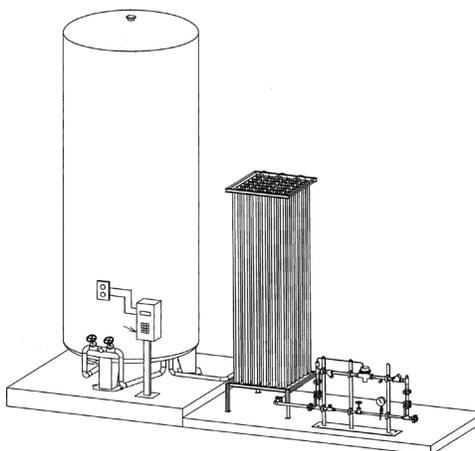
Figure 2b: Bouteille de liquide cryogénique type, vue de dessus



Réservoirs d'entreposage cryogénique

Une installation client typique (voir la figure 3) comprend un réservoir, un vaporisateur et une station de contrôle de pression. Les réservoirs peuvent être sphériques ou cylindriques. Ils sont montés à des emplacements fixes ou sur un châssis de wagon ou de camion pour faciliter le transport. Les formats varient de 1 892,5 à 1 589 700 litres (500 à 420 000 gallons) et 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.

Figure 3: Station client type avec réservoir de stockage cryogénique



Conduites de transfert

Une conduite de transfert de liquide est utilisée pour retirer en toute sécurité le produit liquide des vases Dewar ou des bouteilles de liquide cryogénique. La conduite de transfert type pour les vases Dewar 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 des liquides.

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.

REMARQUE : Les bouteilles de liquide conçues pour distribuer des gaz sont munies de valves équipées de sorties CGA (Compressed Gas Association) standard. Un équipement de régulation de pression approprié peut être fixé. Les valves prévues pour le retrait du produit liquide sont également équipées de sorties CGA standard, mais elles sont différentes des connexions utilisées pour le retrait des gaz. Cela permet d'éviter les interconnexions entre les processus utilisant des produits liquides ou gazeux.

Expédition d'azote liquide

Les conteneurs utilisés pour le transport de l'azote liquide à une pression inférieure à 25 lb/po2 (40 psia) sont certifiés NU/DOT. Il s'agit de conteneurs fabriqués selon des normes autres que celles du DOT, mais qui sont autorisés par le DOT pour le transport de produits approuvés. Les conteneurs utilisés pour transporter l'azote liquide à des pressions supérieures à 25 lb/po2 (40 psia) doivent être conçus, fabriqués et testés conformément aux spécifications du DOT.

Pour les envois aériens, tous les colis doivent être conformes au Règlement sur le transport des marchandises dangereuses de l'Association internationale du transport aérien (IATA) et de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), ainsi qu'aux règlements du DOT.

Classe de danger : 2.2

Étiquette d'expédition : Gaz non inflammable. Exception : ne convient pas aux citernes de cargaison de moins de 23 lb/po2

Numéro d'identification : UN1977

Nom d'expédition approprié: Azote, Liquide réfrigéré, 2.2, UN1977

Consignes de sécurité

Les dangers associés à l'azote liquide sont l'exposition à des températures extrêmement élevées, ce qui peut causer des brûlures graves; la surpression due à l'expansion de petites quantités de liquide en grandes quantités de gaz dans l'équipement mal aéré; et l'asphyxie causée par le déplacement d'oxygène dans l'air dans les zones de travail confinées.

En cas d'atmosphère déficiente en oxygène suspectée ou pouvant survenir, utilisez de l'équipement de surveillance de l'oxygène pour vérifier l'atmosphère déficiente en oxygène. Passez en revue la fiche signalétique de l'azote liquide.

Bâtiments

En raison du rapport de détente élevé du liquide au gaz, il est très important de fournir une ventilation adéquate dans les zones où l'azote liquide est utilisé. Il est recommandé de faire au moins six changements d'air par heure dans ces zones.

Assurez la surveillance des zones où des déplacements d'oxygène peuvent se produire.

La réglementation américaine a établi une concentration minimale d'oxygène de 19,5 % pour le travail sans air fourni.

N'oubliez pas que l'azote n'a pas de propriétés qui nécessitent des avertissements!

Entreposage et manutention

Entreposez et utilisez des conteneurs de liquide avec une ventilation adéquate. Ne rangez pas les conteneurs dans un espace clos ou dans un endroit non protégé des conditions météorologiques extrêmes. Les conteneurs cryogéniques sont équipés de dispositifs de décharge de pression conçus pour contrôler les pressions internes. Dans des conditions normales, ces conteneurs permettront d'évacuer périodiquement les produits. Ne branchez pas, ne retirez pas et ne modifiez pas le dispositif de décharge de pression.

Les conteneurs cryogéniques doivent être entreposés, manipulés et transportés en position droite. Lorsqu'ils sont en mouvement, il ne faut jamais tirer, glisser ou faire rouler les conteneurs sur le côté. Utilisez un diable approprié pour déplacer de petits conteneurs. Déplacer les plus gros conteneurs en les poussant, et non en les tirant. Évitez les chocs mécaniques et thermiques. Ne laissez jamais une partie non protégée du corps entrer en contact avec des tuyaux ou des équipements non isolés contenant des produits cryogéniques. La peau adhère rapidement aux surfaces extrêmement froides et peut se déchirer lorsqu'on tente de la décoller.

En cas de difficulté à faire fonctionner les valves ou les raccords du conteneur, cessez l'utilisation et communiquez avec le fournisseur.

Ne retirez pas et n'interchangez pas les connexions. N'utilisez que les connexions correctement attribuées.

N'utilisez pas d'adaptateurs.

N'utilisez que des conduites de transfert et de l'équipement conçus pour être utilisés avec des liquides cryogéniques. Certains métaux et élastomères, comme l'acier au carbone, peuvent devenir cassants à des températures extrêmement basses et peuvent facilement se briser. Ces matériaux doivent être évités en présence d'équipement cryogénique.

Sur les systèmes de retrait des gaz, utilisez des clapets antiretour ou d'autres dispositifs de protection pour empêcher l'écoulement inverse dans le conteneur. Sur les systèmes à liquide, des dispositifs de décharge de pression doivent être utilisés dans les conduites où il y a un risque de piéger le liquide entre les soupapes. Il est recommandé d'orienter les événements vers l'extérieur du bâtiment.

Les conteneurs de liquide ne doivent pas rester ouverts pendant de longues périodes. Gardez toutes les valves fermées et les bouchons de sortie en place lorsque les conteneurs ne sont pas utilisés. Si vous constatez une restriction causée par de l'humidité congelée ou un corps étranger dans les ouvertures et les événements, communiquez avec le fournisseur pour obtenir des instructions. Les restrictions et les blocages peuvent entraîner une mise sous pression excessive dangereuse. Ne tentez pas de supprimer la restriction sans avoir reçu les instructions appropriées. Si possible, déplacez le cylindre à un endroit éloigné.

Pour plus d'information sur l'entreposage et la manutention des liquides cryogéniques, consultez le safetygram 16 d'Air Products : « Manipulation sécuritaire des liquides cryogéniques » et la brochure CGA P-12 : « Manipulation sécuritaire des liquides cryogéniques ».

Équipement de protection individuelle (EPI)

Le personnel doit bien connaître les propriétés et les consignes de sécurité avant d'être autorisé à manipuler l'azote liquide ou son équipement associé.

Les yeux sont les organes les plus sensibles au froid extrême de l'azote liquide et de ses vapeurs. L'équipement de protection individuelle recommandé pour la manutention ou l'utilisation d'azote liquide est un masque complet sur les lunettes de sécurité; des gants isolants ou en cuir non ajustés, une chemise à manches longues sans poignets et un pantalon sans rebords, surtout lorsqu'il y a risque d'exposition ou de déversement. De plus, des chaussures de sécurité sont recommandées pour les personnes qui manipulent des conteneurs d'azote liquide.

En cas d'urgence, un appareil respiratoire autonome est requis.

Premiers soins

Les personnes souffrant d'un manque d'oxygène doivent être déplacées à l'air frais. Si la personne ne respire pas, pratiquez la respiration artificielle. Si la respiration est difficile, administrez de l'oxygène. Obtenez immédiatement des soins médicaux.

Un appareil respiratoire autonome peut être nécessaire pour prévenir l'asphyxie du personnel de sauvetage.

En cas de contact avec l'azote liquide cryogénique, enlevez tout vêtement qui pourrait restreindre la circulation dans la zone gelée. Ne frottez pas les parties gelées; des lésions tissulaires pourraient en résulter. Dès que possible, immergez la zone touchée dans un bain d'eau chaude dont la température n'excède pas 40 °C (105 °F). N'utilisez jamais de chaleur sèche.

La peau congelée est indolore, cireuse et peut paraître jaune. Elle deviendra enflée, douloureuse et sujette à l'infection une fois dégelée. 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 personne touchée et donnez une douche à l'eau tiède. Appelez immédiatement un médecin.

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

Lutte contre les incendies

Étant donné que l'azote est ininflammable, il n'est pas nécessaire de suivre des instructions particulières ou d'utiliser de l'équipement spécial de lutte contre les incendies. Cependant, par mesure de précaution, les jets d'eau ne doivent pas être dirigés vers l'azote de ventilation, car l'eau gèlera et bouchera l'évent de décharge de pression, ce qui peut entraîner une défaillance du conteneur.

Système d'intervention d'urgence

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

Tél. : +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