



Camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide

ED 6124

AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUE

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CARSAT, CRAM, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CARSAT. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et les Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide

Guide pratique pour leur déploiement en sécurité

Ce document a été élaboré par un groupe de travail composé de
Christian Duparc et Arnaud Moitrier (STEF TFE),
Frank Moissonnier (Groupe Perrenot),
Bernard Valentin (BVTechnologies),
Olivier Pouchain et Jean-Pierre Bernard (Air Liquide),
Daniel Clément (CARSAT Rhône-Alpes),
Patrick Bertrand, Jean-Pierre Buchweiller (INRS).

SOMMAIRE

1 Préambule	4
1.1. Généralités sur l'azote.....	4
1.2. Les dangers liés à l'azote liquide.....	4
1.2.1. Asphyxie par anoxie	4
1.2.2. Gelures – brûlures cryogéniques	4
2 Les procédés de production de froid à partir d'azote liquide	4
2.1. Principe du procédé par injection directe d'azote.....	4
2.2. Principe du procédé par échange indirect à l'azote	4
3 Camions frigorifiques : risques liés à l'azote liquide	4
3.1. Risque d'anoxie à l'intérieur des compartiments frigorifiques.....	4
3.1.1. Dans le procédé par injection directe d'azote	4
Un risque systématique!.....	4
Mesures de prévention	6
Exemple de solution de prévention	6
3.1.2. Dans le procédé par échange indirect à l'azote	7
Un risque accidentel seulement en cas de fuite!.....	7
Mesures de prévention	7
Exemple de solution de prévention	8
3.2. Risque d'anoxie à l'extérieur des compartiments frigorifiques	8
3.2.1. Quel que soit le procédé de production de froid.....	8
3.2.2. Spécifique au procédé par injection directe d'azote	9
3.2.3. Mesures de prévention	9
3.3. Risque de brûlures cryogéniques.....	9
3.3.1. Quel que soit le procédé de production de froid.....	9
3.3.2. Mesures de prévention	9
4 Personnels concernés par les risques	9
5 Formations des personnels concernés	10
5.1. Liste des formations	10
5.2. Contenu des formations	10
5.2.1. Tronc commun de la formation.....	10
5.2.2. Modules complémentaires	10
6 Règles à suivre en cas d'accident	11
Sources	11

La préoccupation environnementale est de plus en plus considérée comme un des grands enjeux de société pour les années à venir. Dans ce contexte, réglementations et normes évoluant, la lutte contre le réchauffement planétaire et les nuisances sonores s'insèrent progressivement dans le secteur du transport routier en général, et du transport frigorifique en particulier, source de fréquentes circulations et livraisons, en période nocturne, dans des zones résidentielles. Pour répondre à ces préoccupations, des procédés de production de froid à partir de l'azote liquide – procédés silencieux, sans rejet de CO₂ en utilisation, avec un maintien de la garantie de la chaîne du froid – ont été développés. La communication sur ces solutions nouvelles, à destination des donneurs d'ordre et du grand public, s'intensifie. L'objectif de cette brochure est de proposer des repères pour guider les utilisateurs de ces procédés de production de froid où l'azote liquide est utilisé comme fluide frigorigène, afin que le déploiement de ces solutions se fasse en prenant en compte la sécurité des personnes concernées par ces nouveaux risques.

Le présent guide concerne uniquement la prise en compte, sur le plan santé et sécurité au travail, des risques liés à l'utilisation de l'azote liquide pour les personnes ayant à intervenir sur ou dans les camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide.

Les constructeurs d'engins de transport sous température dirigée, de cellules isothermes ou de groupes de production de froid devront dans tous les cas respecter toutes les réglementations qui leur sont applicables (certification ATP, bruit, Code de la route, etc.).

1 | Préambule

1.1. Généralités sur l'azote

L'azote est largement présent dans l'air à l'état gazeux (78 %).

L'azote liquide est un liquide incolore et inodore, entrant en ébullition à -196°C , à la pression atmosphérique.

Dans les conditions normales de température et de pression, l'évaporation d'un litre d'azote liquide produit 696 litres d'azote gazeux.

1.2. Les dangers liés à l'azote liquide

1.2.1. Asphyxie par anoxie

L'azote est incolore et inodore. Un excès d'azote dans l'air est indétectable sans un équipement spécifique, pourtant il va créer un manque d'oxygène indispensable à la vie : l'anoxie.

La vaporisation rapide d'azote liquide génère un important volume d'azote gazeux qui va réduire brutalement la présence d'oxygène dans l'air (21 % dans des conditions normales). Ce manque d'oxygène va se traduire par des symptômes qui vont de la diminution des réflexes jusqu'à la perte de connaissance, voire à la mort. L'exposition à une teneur en oxygène inférieure à 10 % peut provoquer le coma puis la mort.

Les risques liés à l'anoxie varient non seulement en fonction des individus, de leur activité physique, mais également en fonction des conditions de pression atmosphérique et d'altitude.

L'azote gazeux à basse température, plus dense que l'air, s'accumule au niveau du sol et accentue, dans les espaces confinés, les risques pour les personnes en cas de perte de connaissance ou de chute.

La recommandation R 447 de la CNAMTS, seule référence à caractère réglementaire pour la France, considère que les risques liés à l'anoxie peuvent apparaître dès que la teneur en oxygène est inférieure à 19 % et qu'une atmosphère, pour être respirable, doit avoir une teneur en oxygène comprise entre 19 et 21 %.

1.2.2. Gelures – brûlures cryogéniques

Du fait de sa température très basse (ébullition à -196°C), tout contact prolongé avec l'azote liquide, ou avec une

pièce refroidie par l'azote liquide, peut causer des gelures profondes et l'arrachement de la peau.

2 | Les procédés de production de froid à partir d'azote liquide

2.1. Principe du procédé par injection directe d'azote

La production de froid est obtenue par pulvérisation d'azote en mélange liquide/gaz directement dans le (les) compartiment(s) frigorifique(s) (figure 1).

2.2. Principe du procédé par échange indirect à l'azote

La production de froid est obtenue par le passage de l'air contenu dans la caisse au travers d'un (plusieurs) échangeur(s) thermique(s) alimenté(s) en azote liquide et situé(s) dans le (les) compartiment(s) frigorifique(s) (figure 2).

Remarque : Pour ces deux procédés, l'azote gazeux est rejeté dans l'air, à l'extérieur des compartiments frigorifiques.

3 | Camions frigorifiques : risques liés à l'azote liquide



3.1. Risque d'anoxie à l'intérieur des compartiments frigorifiques

3.1.1. Dans le procédé par injection directe d'azote

Un risque systématique !

La production de froid entraîne une baisse systématique du taux d'oxygène à l'intérieur du (des) compartiment(s) frigorifique(s).

Dans les remorques à plusieurs compartiments frigorifiques, la baisse du taux d'oxygène dans un compartiment hors service (production de froid arrêtée) peut résulter de fuites d'azote depuis un compartiment adjacent où la production de froid est en marche (défaut d'étanchéité des portes d'accès, des cloisons, etc.).

Figure 1. Principe du procédé par injection directe d'azote

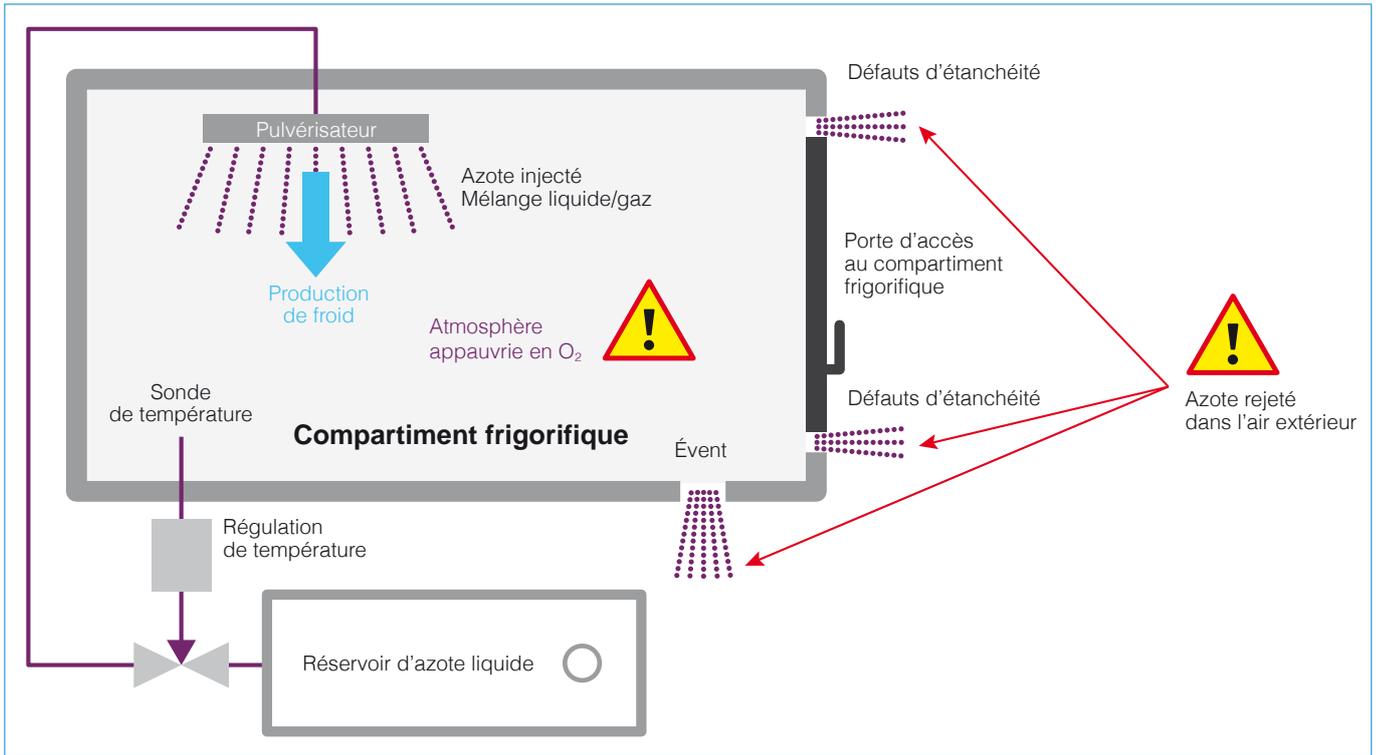
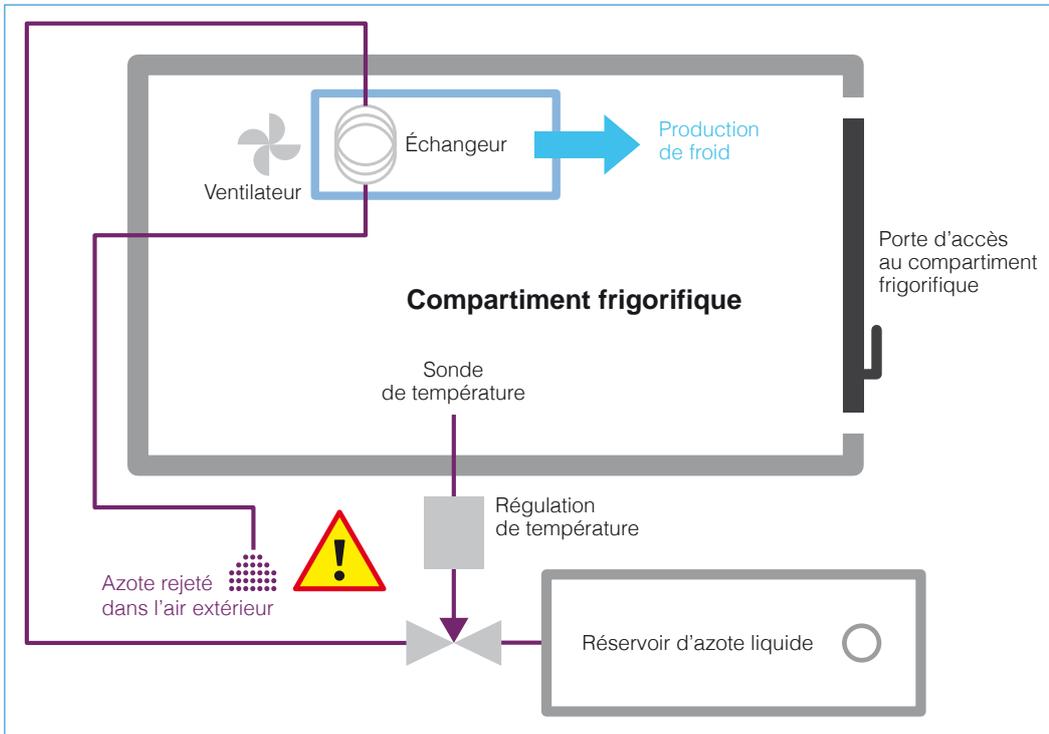


Figure 2. Principe du procédé par échange indirect à l'azote



La baisse du taux d'oxygène ne doit pas entraîner de risques pour les personnels devant accéder aux compartiments frigorifiques. L'accès aux compartiments frigorifiques ne doit donc être possible qu'après le retour d'une atmosphère respirable ($\geq 19\% \text{ O}_2$).

L'évacuation de l'azote des compartiments frigorifiques en froid ne pouvant se faire que lors de l'ouverture des portes d'accès à ces compartiments, plus le retour à une atmosphère respirable sera rapide, moins le risque de forcer ou de contourner les dispositifs de limitation d'accès sera élevé.

Mesures de prévention

Afin de garantir un niveau de sécurité suffisant, il convient de mettre en œuvre :

- un dispositif sécurisé pour la mesure du taux d'oxygène dans chaque compartiment frigorifique. Ce dispositif ne doit pas entraîner de risques pour les personnes en cas de défaillance, dérive, etc. des composants de la chaîne de mesure et en particulier des capteurs d'oxygène (mise en œuvre de redondance des capteurs dans chacun des compartiments frigorifiques, de bloc logique de sécurité, etc.) ;
- à toutes les entrées des compartiments frigorifiques (porte arrière, volet intermédiaire, porte latérale, etc.), des dispositifs matériels (barrière, filet, etc.) destinés à limiter l'accès des personnes aux compartiments frigorifiques sous azote et verrouillés tant que le taux d'oxygène est inférieur à 19 %. Les entrées non équipées de tels dispositifs doivent être condamnées ;
- une alarme sonore et visuelle déclenchée à l'ouverture d'un accès aux compartiments frigorifiques si le taux d'oxygène est inférieur à 19 %. Cette alarme doit être maintenue tant que le taux d'oxygène est inférieur à 19 % ;
- un asservissement de la mise en marche du système de production de froid dans un compartiment frigorifique à la fermeture de tous les accès à ce compartiment et à la mise en place des systèmes de verrouillage correspondants. Pour les camions à plusieurs compartiments frigorifiques, il existe un risque de baisse du taux d'oxygène dans un compartiment hors service suite à des fuites d'azote avec un compartiment adjacent en froid. Pour prendre en compte ce risque, la mise en marche du système de production de froid dans un compartiment frigorifique doit en plus être asservie :
 - soit à l'ouverture des portes d'accès vers l'extérieur de tous les compartiments frigorifiques hors service adjacents au compartiment frigorifique qui doit être mis en froid,
 - soit à la fermeture des accès et à la mise en place des systèmes de verrouillage de tous les compartiments frigorifiques adjacents, même hors service ;
- dans tous les compartiments frigorifiques, un dispositif d'arrêt d'urgence interrompant la génération de froid et donc la vaporisation d'azote. L'actionnement d'un arrêt d'urgence doit être signalé par le déclenchement d'une alarme extérieure au camion ou à la remorque ;
- une ventilation forcée des compartiments frigorifiques enclenchée dès l'ouverture d'une porte d'accès. Cette mesure est fortement recommandée pour accélérer le renouvellement de l'air et donc la vitesse de remontée

du taux d'oxygène dans les compartiments frigorifiques. Le dimensionnement des ouvertures doit également permettre d'assurer le renouvellement rapide de l'air. Ces mesures sont destinées à limiter le temps d'attente des personnels devant pénétrer dans les compartiments frigorifiques, car les accès doivent rester verrouillés tant que le taux d'oxygène est inférieur au seuil de 19 % ;

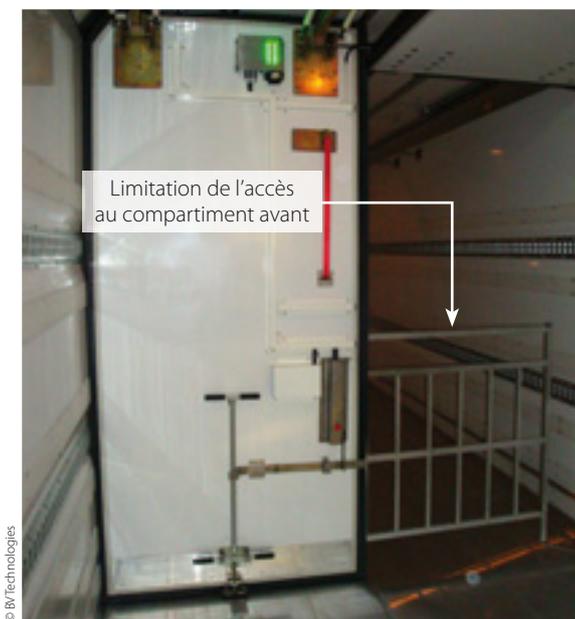
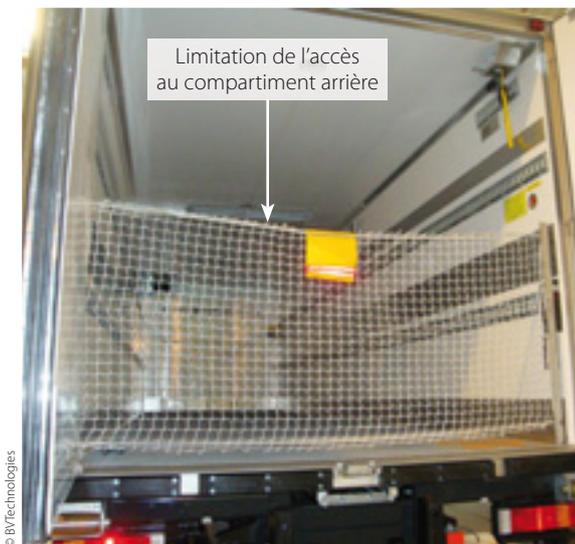
- une vérification périodique et tracée du bon fonctionnement des dispositifs mis en œuvre ;
- une signalisation des risques particuliers liés à la présence d'azote par des pictogrammes adaptés, placés sur toutes les portes d'accès aux compartiments frigorifiques ainsi qu'à proximité immédiate du point de remplissage des réservoirs d'azote ;
- la mise en place de procédures détaillant la marche à suivre pour les opérations de maintenance, en cas de dysfonctionnement du système et en cas d'accident de la route ;
- une formation des personnes concernées par les risques liés à la mise en œuvre d'azote liquide et amenées à utiliser ou à intervenir sur ou dans ces camions frigorifiques ;
- une sensibilisation aux risques liés à la mise en œuvre d'azote liquide des personnes amenées à évoluer à proximité de ces camions frigorifiques.

Exemple de solution de prévention

Cette solution de prévention a été mise en place pour l'équipement d'une semi-remorque frigorifique à deux compartiments équipés de groupes de production de froid par injection directe d'azote liquide.

La production de froid est assurée par l'injection d'un mélange d'azote liquide et gazeux par l'intermédiaire d'un diffuseur dans chaque compartiment frigorifique. La position de la porte arrière et de la cloison intermédiaire étant contrôlée par des capteurs magnétiques, leur ouverture enclenche un groupe de ventilation afin de faciliter l'évacuation de l'azote et la remontée du taux d'oxygène au-dessus du seuil de 19 %.





Après l'ouverture des portes, la limitation d'accès est assurée :

- pour le compartiment arrière, par une barrière-filet ;
- pour le compartiment avant, par le maintien en position fermée d'une des demi-cloisons mobiles et par une barrière escamotable obturant l'accès au compartiment frigorifique lors de l'ouverture de la seconde demi-cloison mobile.

Ces dispositifs sont verrouillés en position fermée à l'aide d'une serrure électrique tant que le taux d'oxygène dans les compartiments respectifs est mesuré à une valeur inférieure à 19 %.

La mesure du taux d'oxygène est assurée par deux sondes au zirconium, fixées au fond de chacun des compartiments. Les systèmes de sécurité restent verrouillés si la valeur mesurée est inférieure au seuil de 19 % d'oxygène ou encore si les mesures des deux sondes sont discordantes.

Dans ces deux cas, une alarme lumineuse et sonore est déclenchée à l'ouverture des portes.

Lorsque le seuil de 19 % d'oxygène est atteint, le déverrouillage de chacune des barrières peut être obtenu après une action volontaire sur un bouton-poussoir dédié.

La mise en marche du système de production de froid – donc la vaporisation d'azote – est asservie à la fermeture de tous les accès au compartiment et à la mise en place de tous les systèmes de verrouillage.

En fonctionnement multitempérature, en plus des conditions précédentes, un compartiment peut être mis en froid isolément si les portes du compartiment frigorifique adjacent sont ouvertes ; si elles sont fermées, la production de froid ne peut démarrer qu'après la mise en place des systèmes de verrouillage du compartiment frigorifique adjacent, même s'il est hors service.

Chacun des compartiments frigorifiques est équipé d'un bouton d'arrêt d'urgence permettant l'interruption de l'injection de l'azote dans les compartiments frigorifiques et le déclenchement d'une alarme perceptible depuis l'extérieur de la remorque.

Les risques inhérents à l'utilisation de l'azote sont signalés par plusieurs pictogrammes et panneaux d'avertissement.

Un manuel d'instruction est fourni au conducteur et à l'opérateur de remplissage.

Les modules de formation correspondants sont également fournis au transporteur et dispensés sous sa responsabilité.

3.1.2. Dans le procédé par échange indirect à l'azote

Un risque accidentel seulement en cas de fuite !

Par conception, la production de froid n'entraîne pas de variation du taux d'oxygène dans le (les) compartiment(s) frigorifique(s). La baisse du taux d'oxygène ne peut y être qu'accidentelle et résulter d'une fuite dans les circuits d'azote.

Les véhicules et le système de production de froid doivent être construits dans les règles de l'art et contrôlés par les constructeurs avant leur mise en service afin de s'assurer, en particulier, de la protection physique et de l'étanchéité des échangeurs thermiques et des circuits d'azote qui les alimentent.

Ces précautions de conception et de construction ne peuvent cependant pas exclure l'apparition de fuites accidentelles d'azote (à la suite de chocs par exemple) pouvant entraîner une baisse du taux d'oxygène, en fonction de leur débit, si elles sont situées à l'intérieur des compartiments frigorifiques.

De telles fuites ne doivent pas entraîner de risque pour les personnels devant accéder aux compartiments frigorifiques. Une alarme sonore et visuelle doit donc avertir les personnels de la baisse accidentelle du taux d'oxygène en dessous de 19 % dans les compartiments frigorifiques.

Mesures de prévention

Afin de garantir un niveau de sécurité suffisant, il convient de mettre en œuvre :

- un dispositif pour la mesure continue du taux d'oxygène dans chaque compartiment frigorifique, destiné à détecter une baisse de la teneur en oxygène dans les compartiments frigorifiques liée à une fuite accidentelle d'azote;
- un dispositif pour la détection de fuites accidentelles d'azote dans les circuits de refroidissement;
- une alarme sonore et visuelle déclenchée :
 - lorsque le taux d'oxygène est inférieur à 19 % dans les compartiments frigorifiques,
 - en cas de détection d'une fuite d'azote dans les circuits de refroidissement;
- un asservissement de la mise en marche du système de production de froid à l'absence de fuite d'azote dans le circuit de refroidissement et à la mesure du taux d'oxygène;
- l'arrêt automatique du système de production de froid et le déclenchement de la ventilation forcée des compartiments en cas de détection d'une teneur en oxygène inférieure à 19 % ou d'une fuite accidentelle d'azote;
- une vérification périodique et tracée du bon fonctionnement des dispositifs mis en œuvre contrôlant la teneur en oxygène et l'absence de fuite d'azote;
- une signalisation des risques particuliers liés à la présence d'azote par des pictogrammes adaptés, placés sur toutes les portes d'accès aux compartiments frigorifiques ainsi qu'à proximité immédiate du point de remplissage des réservoirs d'azote;
- la mise en place de procédures détaillant la marche à suivre pour les opérations de maintenance du système et en cas de dysfonctionnement du système ou d'accident de la route;
- une formation des personnes concernées par les risques liés à la mise en œuvre d'azote liquide et amenées à utiliser ou à intervenir sur ou dans ces camions frigorifiques;
- une sensibilisation aux risques liés à la mise en œuvre d'azote liquide des personnes amenées à évoluer à proximité de ces camions frigorifiques.

Exemple de solution de prévention

Cette solution de prévention a été mise en place pour l'équipement d'une semi-remorque frigorifique à deux compartiments équipés de groupes de production de froid par échange indirect à l'azote liquide.

La production de froid est assurée par la vaporisation de l'azote liquide dans un échangeur équipant chacun des compartiments frigorifiques. L'azote gazeux est ensuite rejeté à l'extérieur des compartiments frigorifiques. En fonctionnement nominal, l'atmosphère des compartiments frigorifiques est constituée d'air ambiant et le risque d'asphyxie n'existe pas.

Deux mesures de sécurité ont été mises en place :

- un contrôle périodique de l'étanchéité du circuit d'azote qui détecte une fuite d'azote accidentelle susceptible de conduire à un taux d'oxygène inférieur à 19 %;
- une mesure continue du taux d'oxygène dans chaque compartiment frigorifique qui détecte un appauvrissement éventuel en oxygène.



Si l'un ou l'autre de ces contrôles détecte une situation anormale, l'injection d'azote, et donc la production de froid, est immédiatement interrompue et des alarmes sonores et visuelles sont déclenchées dans le (les) compartiment(s) concerné(s). Les alarmes sont arrêtées lorsque le taux d'oxygène est mesuré à une valeur supérieure ou égale au seuil de 19 % pendant une durée d'au moins 5 min. La production de froid ne pourra être reprise qu'après une réparation de la fuite d'azote.

Les risques inhérents à l'utilisation de l'azote sont signalés par plusieurs pictogrammes et panneaux d'avertissement.

Un manuel d'instruction est fourni au conducteur et à l'opérateur de remplissage. Les modules de formation correspondants sont également fournis au transporteur et dispensés sous sa responsabilité.



3.2. Risque d'anoxie à l'extérieur des compartiments frigorifiques

3.2.1. Quel que soit le procédé de production de froid

Le risque d'anoxie est présent sous certaines conditions dans les lieux où stationne le camion frigorifique :

- enceinte fermée, confinée, etc.;
- présence de points bas, de fosses, etc.;
- quais de déchargement en pente;
- défaut de ventilation des locaux.

Ce risque est particulièrement aigu lors des opérations de maintenance des camions frigorifiques car ces interventions nécessitent souvent l'intervention, parfois sur de longues durées, de personnels en fosse.

3.2.2. Spécifique au procédé par injection directe d'azote

Le risque d'anoxie est présent sous certaines conditions dans les plates-formes logistiques où viennent charger et décharger des camions frigorifiques refroidis par injection directe.

Lors de l'ouverture des portes, le volume d'azote contenu dans les camions peut être déversé intégralement dans ces locaux fermés ; le taux d'oxygène peut alors diminuer si le nombre de ces camions est important vis-à-vis du volume d'air disponible.

3.2.3. Mesures de prévention

Il convient d'adopter les principes suivants :

- contrôler la teneur en oxygène de l'air ;
- avertir de la présence d'azote ;
- ventiler pour rendre l'air respirable.

Pour atteindre ces objectifs, il convient d'adopter des bonnes pratiques telles que :

- l'installation des stations de remplissage à l'air libre ;
- la mise en place d'alarmes sonore et visuelle dans les locaux, déclenchées tant que le taux d'oxygène est inférieur à 19 % dans les points bas ou les emplacements confinés ;
- la vérification périodique et tracée du bon fonctionnement des dispositifs de sécurité mis en place dans les locaux ;
- la signalisation des risques particuliers liés à la présence d'azote par pictogrammes adaptés placés aux endroits présentant des risques (points bas, lieux clos, etc.) ;
- une formation des personnes concernées par les risques liés à la mise en œuvre d'azote liquide et amenées à utiliser ou à intervenir sur ou dans ces camions frigorifiques ;
- une sensibilisation aux risques liés à la mise en œuvre d'azote liquide des personnes amenées à évoluer à proximité de ces camions frigorifiques ;
- l'interdiction de garer les véhicules à l'intérieur de locaux si le réservoir d'azote liquide n'est pas vide.



3.3. Risque de brûlures cryogéniques

3.3.1. Quel que soit le procédé de production de froid

Quel que soit le procédé de production de froid, le risque de brûlures cryogéniques est présent :

- par contact ou par projection ;
- lors des opérations de remplissage des réservoirs ;
- lors des opérations d'entretien, de maintenance, etc. ;
- en cas d'accident routier.

3.3.2. Mesures de prévention

- Éviter les projections lors des opérations de remplissage des réservoirs d'azotes liquides.
- Ne jamais manipuler l'azote liquide sans protection.
- Équiper les flexibles de remplissage d'une isolation thermique adaptée.
- Équiper les personnels des équipements de protection adaptés (écran facial, gants, chaussures de sécurité).
- Signaler des risques particuliers liés à la présence d'azote par pictogrammes adaptés placés aux points de remplissage (station, camion).
- Signaler et délimiter des zones à risque en cas d'accident routier.
- Informer et former des personnels concernés sur les risques liés à la mise en œuvre d'azote dans les camions frigorifiques.

4 | Personnels concernés par les risques

Lors de la mise en œuvre des camions frigorifiques refroidis à l'azote liquide

Personnels exposés aux risques	Anoxie	Brûlures cryogéniques	Observations
Conducteurs	X	X	Les conducteurs sont exposés au risque de brûlure cryogénique même s'ils ne sont pas chargés des opérations de remplissage du réservoir d'azote (incident technique, accident sur la voie publique, etc.).
Agents de quai	X		Chez le transporteur et/ou client
Opérateurs de remplissage des réservoirs d'azote		X	En fonction des entreprises, les opérations de remplissage du réservoir d'azote peuvent être confiées soit à un opérateur spécifique, soit aux conducteurs.
Personnels de maintenance	X	X	Garage, atelier de maintenance interne ou externe au transporteur...
Personnels de secours	X	X	Accident sur la voie publique...
Personnels non exposés			
Exploitants			Impliqués dans la gestion des risques car chargés de l'affectation des matériels

5 Formations des personnels concernés

5.1. Liste des formations

Le transporteur devra s'assurer et devra pouvoir justifier que tous les personnels concernés par les risques liés à l'utilisation de l'azote liquide ont effectivement été formés.

5.2. Contenu des formations

Principe : un tronc commun d'ordre général et des modules complémentaires spécifiques aux métiers concernés

5.2.1. Tronc commun de la formation

Le tronc commun de la formation doit au minimum :

- présenter ces nouveaux modes de réfrigération et leur intérêt :
 - écologique (diminution de la pollution sonore, pas d'émission de CO₂),
 - performances (qualité de la chaîne du froid) ;
- comporter un exposé simple et pragmatique sur l'azote, la respiration et la circulation sanguine ;
- avertir sur les dangers liés à l'azote liquide : les risques d'anoxie et de brûlures :
 - état liquide : – 196 °C donc risques de brûlures cryogéniques ; modèle de logo informant de ces risques ;
 - état gazeux : risques insidieux et soudain d'asphyxie, de suffocation liés à l'anoxie ; modèle de logo informant de ces risques ;

- exposer simplement les aspects techniques du (des) procédé(s) :
 - vaporisation d'azote liquide dans le compartiment frigorifique ou dans un échangeur,
 - gaz liquéfié, température d'ébullition – 196 °C,
 - l'azote dilue et remplace l'oxygène du compartiment ;
- informer sur les règles générales pour l'accès au compartiment frigorifique : l'air doit être respirable, donc accès interdit au compartiment :
 - tant que la barrière de protection ne peut pas s'ouvrir et reste verrouillée,
 - et/ou que les alarmes sonore et visuelle sont actives ;
- identifier les personnels ayant des activités liées à ce système de refroidissement à l'azote ;
- exposer les actions adaptées en cas de situations critiques :
 - fuites (matérialisées souvent par un nuage de vapeur, du givre) : stopper le système, aérer, avertir l'entreprise de transport,
 - asphyxie :
 - éviter le suraccident,
 - s'assurer que l'air est respirable (détecteur d'oxygène portable) avant toute intervention,
 - alerter et attendre les secours (tél. 112, 15, 18),
 - brûlure (pas toujours de signes visibles donc en cas de plainte de l'individu) : alerter et mettre sous un jet d'eau pendant un minimum de 15 min.

5.2.2. Modules complémentaires

Le **module de la formation complémentaire destiné aux conducteurs des véhicules équipés** doit au minimum :

- rappeler que chez le client, si le personnel de quai n'est pas formé, le chargement et le déchargement du camion doivent se faire sous l'autorité du conducteur du camion ;

Formations Personnels concernés	Formation générale	Complément de formation spécifique			
	Tronc commun	Conduite des camions frigorifiques à l'azote	Opérations de chargement/déchargement des camions	Opérations de remplissage	Maintenance des camions frigorifiques à l'azote
Conducteurs	X	X		X*	
Agents de quai	X		X		
Opérateurs de remplissage des réservoirs d'azote	X			X	
Personnels de maintenance	X			X	X
Personnels de secours	X				
Exploitants	X				

* Le cas échéant, en fonction des entreprises, le conducteur peut, ou non, effectuer les opérations de remplissage du réservoir d'azote.

- définir et faire appliquer des règles de stationnement;
- décrire le système de refroidissement à l'azote, sa mise en œuvre et son utilisation;
- décrire les dispositifs de sécurité intégrés;
- définir les consignes de sécurité à appliquer en fonction des alarmes délivrées par le système de détection d'oxygène;
- définir les procédures de sécurité à appliquer en cas de panne du système:
 - préciser les modes dégradés: utilisation du détecteur d'oxygène portable le cas échéant,
 - préciser qui doit être alerté,
 - etc.;
- définir les procédures de sécurité à appliquer en cas d'accident routier:
 - balisage des zones à risques,
 - préciser qui doit être alerté,
 - etc.

Le **module de la formation complémentaire destiné aux opérateurs de remplissage** doit au minimum:

- décrire le système de refroidissement à l'azote du camion en insistant sur la partie réservoir, et les modalités d'arrêt du système en cas d'urgence;
- décrire la station de remplissage, son fonctionnement et les risques inhérents à l'installation;
- définir les équipements de protection nécessaires (lunettes, masque et gants spécifiques, tenue de travail standard, chaussures de sécurité);
- décrire le système, la procédure de remplissage et les précautions à prendre.

Le **module de la formation complémentaire destiné aux personnels de quai (hors client)** doit au minimum:

- décrire les dispositifs de sécurité intégrés au système de contrôle de la respirabilité de l'air à l'intérieur du (des) compartiment(s) frigorifique(s);
- décrire l'état des différentes alarmes pour autoriser l'accès au compartiment frigorifique;
- décrire l'état des différentes alarmes qui interdisent l'accès au compartiment frigorifique;
- définir les consignes à respecter lors du déclenchement d'une alarme lorsque l'opérateur se trouve déjà dans le compartiment frigorifique;

- définir les interactions des personnels avec les dispositifs de sécurité (mise en place de la barrière de protection, etc.).

Les **informations destinées aux prestataires de service, garage, maintenance, etc.** doivent au minimum:

- avertir de la présence d'azote et de sa localisation;
- avertir des risques liés à l'azote: anoxie et brûlure;
- définir les précautions à prendre lors de toute intervention sur ces véhicules (fiche devant être complétée);
- insister sur le fait que les opérations de maintenance touchant le système de production de froid et les mécanismes de sécurité associés doivent être réalisées par des entreprises et avec des pièces de rechanges agréées par le fabricant de ces installations;
- insister sur la nécessité d'établir un plan de prévention si une entreprise extérieure intervient.

6 Règles à suivre en cas d'accident

Contact prolongé avec de l'azote liquide ou avec une pièce refroidie

Réchauffer progressivement les zones atteintes sous un courant d'eau tiède (40 °C maximum).

Projection d'azote liquide dans l'œil

- Laver immédiatement sous un courant d'eau tiède (40 °C maximum) pendant au moins 15 minutes.
- Adresser la victime à un ophtalmologiste.

Asphyxie

- Ne pas se précipiter dans la zone à risque.
- Empêcher les autres de se précipiter dans la zone à risque.
- Alerter les services de secours (pompiers, SAMU, etc.).
- Ventiler la zone.
- **N'intervenir que si vous êtes aptes, formés et disposez des équipements de protection individuelle adaptés:**
 - appareil portatif de mesure du taux d'oxygène.
 - appareil de protection respiratoire isolant autonome (surtout pas de masque à cartouche inefficace en cas de manque d'oxygène!).

SOURCES

- *Prévention des accidents lors des travaux en espaces confinés*, Recommandation R 447 adoptée par le comité technique national du transport, de l'eau, du gaz, de l'électricité, du livre et de la communication, CNAMTS (Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés), CTN C, 25 juin 2009.
- *Règles de stockage et de manipulation de l'azote liquide. Fiche technique. Santé et sécurité*, INSERM, Bureau des conditions de travail, octobre 2002.
- *Risques sanitaires liés à l'utilisation de l'azote liquide – Risques liés à l'utilisation de l'azote liquide dans le cadre des activités d'assistance médicale à la procréation. Rapport d'expertise et recommandations*, AFSSET, mars 2008.
- *Hazards of inert gases*, IGC Doc 44/09/E, European Industrial Gases Association, 2000.

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre CARSAT, CRAM ou CGSS.

Services prévention des CARSAT et des CRAM

CRAM ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@cram-alsace-moselle.fr
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

CARSAT AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat-aquitaine.fr

CARSAT AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

CARSAT BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
2 1044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

CARSAT BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

CARSAT CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrilles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

CARSAT CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime, 19 Corrèze,
23 Creuse, 79 Deux-Sèvres, 86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

CRAM ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne, 78 Yvelines,
91 Essonne, 92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

CARSAT LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr
www.carsat-lr.fr

CARSAT MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

CARSAT NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne, 52 Haute-Marne,
54 Meurthe-et-Moselle, 55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

CARSAT NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

CARSAT NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

CARSAT PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

CARSAT RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

CARSAT SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence, 05 Hautes-Alpes,
06 Alpes-Maritimes, 13 Bouches-du-Rhône,
2A Corse Sud, 2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, Route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 – 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

COLLECTION DES AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUES

Le secteur du transport routier en général, et du transport frigorifique en particulier, s'engage progressivement dans la lutte contre le réchauffement planétaire et les nuisances sonores.

Pour répondre à ces préoccupations, des procédés de production de froid à partir de l'azote liquide – procédés silencieux, sans rejet de CO₂ en utilisation, avec un maintien de la garantie de la chaîne du froid – ont été développés.

L'objectif de cette brochure est de proposer des repères pour guider les utilisateurs de ces procédés, afin que le déploiement de ces solutions se fasse en prenant en compte la sécurité des personnes concernées par ces nouveaux risques.

