



Sensibilisation à l'utilisation des fluides frigorigènes de type A2L dans les groupes frigorifiques des engins de transport

1. Introduction

La diminution programmée de la mise sur le marché européen des fluides frigorigènes synthétiques ayant un impact environnemental important incite les professionnels et industriels du transport sous température dirigée à recourir à des fluides de substitution à faible PRP¹.

Les fluides de classe A2L, du fait de leurs propriétés thermodynamiques et de leur faible potentiel de réchauffement global, sont une des solutions alternatives étudiées par les industriels.

Cependant le niveau d'inflammabilité de ces types de fluides, bien que limité, constitue une contrainte parfois méconnue des utilisateurs finaux et du personnel chargé de la maintenance des équipements frigorifiques, de sorte qu'un déploiement plus large sur le marché devrait faire l'objet d'un accompagnement idoine. Des dispositions particulières liées à ces fluides ont d'ailleurs été introduites dans la révision du règlement F-Gas n° 2024/573 applicable depuis le 11 mars 2024.

La présente note s'adresse aux personnes susceptibles de manipuler du fluide frigorigène de type A2L dans les groupes frigorifiques des engins de transports, en particulier le personnel des carrossiers, monteurs de groupes frigorifiques, centres de tests ATP en charge de la mise en service ou de la maintenance des dispositifs thermiques, de la préparation ou réalisation des tests ATP, etc...

La présente note expose les principaux risques liés à l'utilisation des fluides de remplacement de type A2L dans le cadre des applications du transport sous température dirigée, et propose des actions à mettre en œuvre pour réduire leur criticité.

2. Qu'entend-on par fluide A2L ?

Un fluide A2L est un type de fluide frigorigène classé selon les normes de sécurité ASHRAE 34 ou EN 378. Le tableau N°1 détaille le classement des niveaux d'inflammabilité et de toxicité des fluides frigorigènes. La classification A2L désigne les fluides frigorigènes ayant une faible toxicité (A) et une faible inflammabilité (2L).

¹ Potentiel de Réchauffement Planétaire

INFLAMMABILITE	TOXICITE	
	A : Faible toxicité	B : Haute toxicité
1 : Non inflammable	A1	B1
2L : Légèrement inflammable	A2L	B2L
2 : Moyennement inflammable	A2	B2
3 : Hautement inflammable	A3	B3

Tableau N°1 - Classement des niveaux d'inflammabilité et de toxicité des fluides frigorigènes.

Les fluides de type A2L sont principalement des HFO, ou des mélanges HFC/HFO, comme le R-454A et le R-454C (mélanges de R-32 et de R-1234yf) qui ont été développés afin de répondre à la nécessité de réduire l'utilisation de fluides frigorigènes à fort potentiel de réchauffement planétaire (PRP) et à l'élimination progressive des hydrofluorocarbures (HFC) dans des applications telles que, par exemple, le froid commercial et la réfrigération de transport.

3. Les types de risques liés à l'utilisation des fluides A2L

En raison de leur faible PRP, les fluides A2L contribuent moins au réchauffement climatique, mais leurs propriétés d'inflammabilité nécessitent des précautions de sécurité supplémentaires, notamment lors de l'installation et de la maintenance des systèmes.

3.1. Risques respiratoires (asphyxie)

Comme la majorité des fluides frigorigènes, les fluides A2L sont des gaz plus lourds que l'air et leur accumulation dans un lieu occupé peut entraîner une asphyxie par anoxie ; l'air ne contient plus assez d'oxygène pour être respirable en toute sécurité. Le facteur de risque est donc aggravé dans les zones basses, espaces fermés ou non ventilés ; les caisses des engins frigorifiques ou les fosses d'atelier peuvent notamment présenter un risque d'accumulation de fluide frigorigène.

3.2. Risques liés à l'inflammabilité

Les fluides A2L sont classés faiblement inflammables. Ce critère est défini au regard des caractéristiques d'inflammabilité des fluides listées ci-après :

- Une plage d'inflammabilité, bornée par une limite basse d'inflammabilité et une limite haute d'inflammabilité, qui correspondent respectivement à une concentration de fluide dans l'air en dessous de laquelle et au-dessus de laquelle le fluide ne peut s'enflammer,
- Une température d'auto-inflammation du fluide.

L'accumulation de fluide A2L dans un espace confiné et la manipulation de fluides avec un matériel pouvant produire une source de chaleur importante, une étincelle, présentent des risques d'inflammation du fluide si la concentration en fluides atteint la plage susmentionnée et si en un point la température d'auto inflammation est atteinte.

3.3. Risques de brûlures

Comme pour la majorité des fluides frigorigènes, la température d'évaporation des fluides A2L à la pression atmosphérique est négative et leur manipulation sans équipement de protection peut provoquer des brûlures à froid, avec phlyctènes sur la peau.

3.4. Risques liés à la pression

Le risque de jet direct à haute pression ou de rupture d'une pièce par projection de débris est modéré pour tous les réfrigérants de type A2L.

4. Les précautions de sécurité lors de la mise en œuvre des fluides A2L

L'utilisation de fluides A2L nécessite une analyse de risques systématique visant à établir les niveaux de risques liés à chaque cas d'utilisation, les compétences et outillages spécifiques à mettre en œuvre, et les précautions de sécurité à assurer.

4.1. Méthodologie d'analyse de risques

Afin de maîtriser les risques posés par les systèmes frigorifiques et qui peuvent affecter les personnes, les biens et l'environnement, les professionnels peuvent s'appuyer sur les deux normes de référence ci-dessous :

- Norme EN 378 (Parties 1 à 4) Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement
- Norme EN 17893 Véhicules routiers réfrigérés - Systèmes sous contrôle de température utilisant des fluides frigorigènes inflammables pour le transport de marchandises - Exigences et processus d'analyse des risques

4.2. Compétences des frigoristes

Complément de formation sur les fluides A2L

Le règlement UE 2024/573 (dit F-Gaz III) introduit l'obligation d'un complément de formation sur les solutions alternatives aux fluides à fort PRG à partir de 2027 dans le cadre des attestations d'aptitude. Cette formation, même si elle n'est actuellement pas obligatoire, reste fortement conseillée pour réduire les risques sur les biens et les personnes au sein des entreprises. Pour intervenir dans de bonnes conditions de sécurité, le technicien devrait connaître les spécificités techniques des fluides A2L et les limites de charge de l'installation.

Bonnes pratiques de manipulation des fluides A2L

Des bonnes pratiques, par exemple tirer au vide l'installation pour faire évaporer complètement le fluide ou chasser à l'azote les tuyauteries avant de souder, contribuent à réduire les risques pour les personnes lors de la manipulation de fluides A2L.

Le contrôle d'étanchéité périodique des systèmes chargés avec les fluides A2L couverts par le règlement F-Gaz N°2024/573 est obligatoire depuis mars 2024, et permet d'assurer le confinement des fluides.

Lors de travaux d'installation ou de maintenance d'un système contenant du fluide A2L, les mesures et vérifications préalables devraient être systématiquement effectuées et consignées dans une checklist par exemple. Parmi les mesures à prendre, l'atmosphère de travail doit être suffisamment ventilée pour éliminer l'éventuelle accumulation de fluide.

4.3. Equipement et outillages des personnes

Equipement des personnes

Les personnes doivent être équipées avec des équipements de protection individuelle adaptés (chaussures de sécurité, gants de protection, etc...). Elles pourraient être équipées avec des capteurs individuels adaptés à la détection du type de fluide manipulé dans les cas où l'atmosphère ne serait pas suffisamment ventilée (exp : travail dans une fosse non ventilée). Un capteur O₂ pourra être utilisé pour les fluides A2L.

Outillages des personnes

La manipulation des fluides A2L impose l'utilisation de matériels pour lesquels les risques d'étincelles sont limités; en particulier la station de récupération/charge et la pompe à vide doivent être conçues pour l'utilisation de fluide A2L.

La récupération des fluides A2L est obligatoire et les bouteilles doivent être étiquetées et identifiées. Les bouteilles de récupération et de charge sont spécifiques à ces fluides; elles sont généralement identifiées d'une ogive rouge et d'une étiquette spécifiant le caractère inflammable du contenu. Les raccords de ces bouteilles ont un filetage « pas à gauche » afin de ne pas les confondre avec d'autres conditionnements.

Il est recommandé d'utiliser des chariots et diables pour déplacer les bouteilles de gaz, afin d'empêcher les chutes, le roulage et les chocs des bouteilles lors du transport.

4.4. Respect des règles d'installation des groupes frigorifiques

Utilisation dans des systèmes compatibles

Les équipements de réfrigération qui ne sont pas conçus pour fonctionner avec des fluides A2L peuvent ne pas être compatibles avec ces fluides en raison de leur inflammabilité. L'utilisation de fluides A2L dans des systèmes non adaptés peut entraîner des risques d'incendie ou d'explosion. Il conviendra de s'assurer que les équipements frigorifiques de transport sous température dirigée disposent d'un PV d'essai mentionnant le fluide A2L concerné.

En cas de changement de fluides d'un groupe fonctionnant au HFC avec un fluide A2L compatible, les exigences mentionnées dans cette note s'appliquent, notamment la réalisation préalable d'une analyse de risque incluant le calcul de la charge maximale associée.

Les modalités de changement de fluide frigorigène dans un groupe de transport en service sont décrites dans une note disponible sur le site AutoritecompetenteATP.

Respect des préconisations du constructeur du système frigorifique

La conception des machines est encadrée par des obligations techniques et réglementaires visant à assurer la santé et la sécurité des travailleurs. Afin d'assurer la mise sur le marché des machines sans compromettre la sécurité et la santé des travailleurs, le responsable de la mise sur le marché a l'obligation de respecter les règles techniques de conception prévues par le Code du travail issues de la transposition des exigences essentielles de santé et de sécurité énumérées dans la directive européenne dite « Machines » (Directive 2006/42/CE)².

Règles d'installation des groupes frigorifiques

Les installations des groupes frigorifiques dans les engins de transport sous température dirigée doivent être réalisées selon les règles de l'art, par des personnes compétentes, avec des équipements de protection et matériels adaptés.

L'installation du système thermodynamique doit respecter les règles préconisées par le fournisseur du système.

Les canalisations contenant les fluides frigorigènes sont de préférence métalliques. De manière générale, l'installateur doit s'assurer que les canalisations ont une élasticité et un raccordement prévus pour absorber au mieux les vibrations auxquelles sont soumis les systèmes frigorifiques lors du transport. Le nombre de brides et de raccords sur le circuit du système doit être limité. Le cheminement de la tuyauterie et la position des équipements doivent permettre de réduire la vulnérabilité de l'installation aux agressions mécaniques. A défaut, une protection mécanique doit être envisagée.

² La Directive 2006/42/CE du Parlement Européen relative aux machines est remplacée par le règlement UE 2023/1230, applicable à compter du 14 janvier 2027.

4.5. Prévention des risques de fuites et d'accumulation des fluides

Les fluides A2L peuvent ne pas convenir à des applications dans des espaces confinés ou mal ventilés où la concentration de fluide frigorigène peut augmenter rapidement en cas de fuite, augmentant ainsi le risque d'inflammation, lorsque la concentration du fluide est dans la plage d'inflammabilité, ou d'anoxie pour les personnes lorsque la concentration du fluide dans l'espace occupé est trop importante.

Des dispositions doivent alors être mises en œuvre pour, en premier lieu prévenir le risque de fuite de fluide, et en second lieu assurer la dilution suffisante des fluides A2L dans l'espace pouvant contenir du fluide ou un système frigorifique chargé.

Accumulation de fluide dans la zone de stockage des bouteilles de fluide frigorigène

Un stockage de bouteilles de gaz en plein air est idéal sur de nombreux points, mais n'est pas toujours réalisable. En prenant des mesures de protection supplémentaires, il est également possible de stocker des bouteilles de gaz à l'intérieur des bâtiments. Pour obtenir l'ensemble des préconisations, il convient de se rapprocher du distributeur de fluides.

Accumulation de fluide à l'intérieur des groupes frigorifiques

Afin de s'assurer que le groupe frigorifique, dans son intégralité, est compatible avec l'utilisation de fluide frigorigène A2L, le fabricant définit et signale les zones d'accumulation de fluide à l'intérieur de la machine qui sont potentiellement inflammables dans lesquelles l'utilisateur ne doit pas introduire de source d'inflammation.

L'intervenant sur un groupe frigorifique doit prendre connaissance de ces consignes.

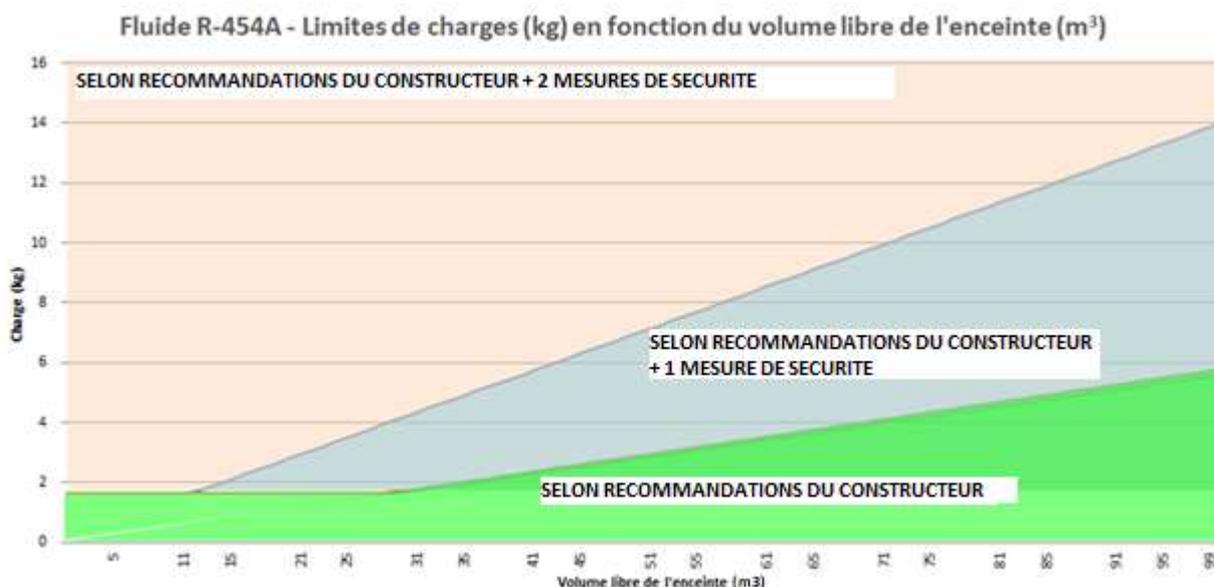
Accumulation de fluide dans la zone de travail des personnes

La norme EN378-1 fournit une méthode de calcul de la charge maximale des fluides inflammable en fonction du volume libre de l'enceinte et prend en compte, pour des considérations de sécurité, l'emplacement, le nombre d'occupants, ainsi que les mesures de sécurité supplémentaires mises en œuvre et les catégories d'accès à l'installation frigorifique.

L'évaluation de la charge maximale d'un fluide A2L dans un groupe frigorifique monté sur la caisse d'un engin de transport, s'appuie sur les hypothèses suivantes :

- Emplacement du système frigorifique de classe « II – Compresseurs dans une salle des machines ou à l'air libre ».
- Accès surveillé de catégorie « c : pièces, parties de bâtiment, bâtiments où n'ont accès que des personnes autorisées qui sont au courant des mesures générales et spéciales de sécurité de l'établissement et où la fabrication, le traitement ou le stockage du matériel ou des produits sont faits sur place »

Le Graphique N°1 présente le calcul de charge maximale en fluide A2L en fonction du volume libre de la caisse de l'engin équipé d'un groupe frigorifique. Le Graphique N°1 présente également les seuils de charge pour lesquels une ou deux mesures de sécurité supplémentaires doivent être mises en œuvre, telles que décrites dans les articles 6 et 8 dans la norme EN 378-3.



Graphique N°1 – Calcul de charge maximale en fluide A2L en fonction du volume libre de l'enceinte, appliqué au cas du fluide R-454A

Les personnes devant intervenir sur une machine frigorifique montée sur la caisse d'un engin devront donc travailler portes ouvertes et si possible avec des dispositifs de ventilation.

Les personnes devant intervenir dans toute zone basse susceptible d'accumuler du fluide frigorigène doivent mettre en œuvre des dispositifs de ventilation.

Dans le cas où l'espace de travail pouvant contenir du fluide frigorigène serait fermé, l'accès à cet espace doit être limité à des personnes « qui sont au courant des mesures de sécurité générales et spéciales » et moins d'une personne par 10 m².

Dans le cas où les restrictions d'accès ci-dessus ne pourraient être assurées, et que la charge de l'équipement frigorifique serait plus importante que la charge limite présentée en vert sur le Graphique N°1, alors la norme EN 378-1 permet d'augmenter la charge selon les seuils calculés sur le Graphique N°1, moyennant la mise en œuvre de mesures de sécurité supplémentaires. Ces mesures de sécurité s'appuient sur une analyse des risques sur l'installation et consistent en une ventilation (naturelle ou mécanique), des soupapes d'arrêt de sûreté et une alarme de sécurité, associés à un dispositif de détection de gaz.