



Association Française du Froid

Formation à la manipulation des fluides dits « naturels »

CO₂, NH₃, HC

Etat des lieux et des besoins

Adresse : AFF - 4 Place St Germain des Prés - 75006 PARIS

Tél : 01 45 44 52 52 – Télécopie : 01 42 22 00 42 - E-mail : secretariat-a.f@wanadoo.fr - Site : www.aff-asso.fr

Fondée en 1908 et reconnue d'utilité publique

Sommaire

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCTION..... | 5 |
| 1.1 | impacts du nouveau règlement F-Gas sur les besoins de formation des frigoristes | 5 |
| 1.2 | Impact du développement des techniques alternatives sur les besoins en formation | 6 |
| 2 | REACTION DE LA PROFESSION | 9 |
| 2.1 | Présentation du rapport de l'AREA..... | 9 |
| 2.2 | Synthèse des consultations des professionnels en France | 9 |
| 3 | IDENTIFICATION DES BESOINS..... | 10 |
| 3.1 | Identification des besoins spécifiques à chaque fluide alternatif..... | 10 |
| 3.1.1 | NH ₃ | 10 |
| 3.1.2 | CO ₂ | 11 |
| 3.1.3 | Hydrocarbures | 12 |
| 3.2 | Incidence sur les besoins de formation pour la manipulation du CO ₂ | 13 |
| 3.3 | Incidence sur les besoins de formation pour la manipulation du NH ₃ | 13 |
| 3.4 | Incidence sur les besoins de formation pour la manipulation des hydrocarbures (HC) | 14 |
| 4 | INVENTAIRE DES FORMATIONS EXISTANTES | 16 |
| 4.1 | Méthode de consultation des organismes de formations initiales et continues | 16 |
| 4.1.1 | Formation initiale :..... | 16 |
| 4.1.2 | Formation continue : | 16 |
| 4.2 | Résultat de la consultation | 16 |
| 4.2.1 | Formations théoriques..... | 18 |
| 4.2.2 | Formations pratiques..... | 18 |
| 4.2.3 | Répartition géographique des offres de formation | 18 |
| 5 | PROPOSITION DE PROGRAMMES CIBLES POUR LE DEVELOPPEMENT DE NOUVELLES FORMATIONS..... | 24 |
| 5.1 | Objectifs pédagogiques visés..... | 24 |
| 5.2 | Programme CO ₂ théorique et pratique | 25 |

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| 5.2.1 | Les enjeux : | 25 |
| 5.3 | Programme NH₃ théorique et pratique..... | 29 |
| 5.3.1 | Les enjeux : | 29 |
| 5.4 | Programme pour les HC théorique et pratique | 33 |
| 5.4.1 | Les enjeux : | 33 |
| 5.4.2 | Comment ?..... | 33 |
| 5.4.3 | Quelles compétences associées ?..... | 34 |
| 6 | MOYENS REQUIS ET INVESTISSEMENTS NECESSAIRES | 35 |
| 6.1 | Exemple d'une maquette pédagogique polyvalente..... | 35 |
| 6.2 | Evaluation d'un budget d'investissement..... | 38 |
| 7 | COMMENTAIRES | 39 |
| 7.1 | Evaluation quantitative des besoins des personnes à former | 39 |
| 7.1.1 | CO ₂ | 39 |
| 7.1.2 | NH ₃ | 39 |
| 7.2 | Spécificités de la formation initiale | 40 |
| 7.3 | Spécificité de la formation continue | 40 |
| 8 | CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS D' ACTIONS..... | 42 |
| ANNEXES..... | | 44 |

L'Association Française du Froid a participé à la conception et à la réalisation d'une opération de formation à la manipulation des fluides halogénés décidée et subventionnée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE), afin de favoriser l'accès à l'attestation d'aptitude des personnels des TPME.

La nouvelle réglementation européenne, qui entrera en vigueur en 2015, prévoit une réduction progressive de l'utilisation de ces fluides, le développement de l'utilisation des fluides dits « naturels » que sont le NH₃, le CO₂ et les HC (hydrocarbures) et une « information » des personnels à leur manipulation.

Il nous a paru important de faire un point sur les besoins en formation et les moyens aujourd'hui disponibles susceptibles de garantir l'efficacité des programmes d'action qui pourraient être mis en place à l'occasion des nouveaux textes.

Le Ministère a bien voulu nous suivre dans cette démarche et participer au financement de cette étude. Nous l'en remercions vivement.

1 INTRODUCTION

1.1 impacts du nouveau règlement F-Gas sur les besoins de formation des frigoristes

Mise en place en 2006 pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES), la réglementation européenne (règlement 842/2006) a défini des obligations de certification des personnes et des entreprises amenées à manipuler les fluides frigorigènes halogénés.

La révision récente de ce règlement, publié le 20 mai 2014 au JO de l'Union Européenne, entrera en application à partir de janvier 2015. Il a pour ambition de limiter progressivement, l'utilisation des substances ayant un potentiel de réchauffement climatique important.

Pour ce faire, le nouveau texte impose un calendrier progressif de diminution de l'utilisation de ces fluides (ou « phase down »). Il complète les mesures de confinement établies par le règlement 842/2006 en fixant des limites quantitatives pour la mise sur le marché des HFC (hydrofluorocarbones) exprimées en équivalent CO₂, au travers d'un plan de réduction dont le but est d'atteindre -70% de HFC en 2030, et par l'introduction d'interdictions sectorielles entre 2015 et 2025. Ce texte limite également le recours aux fluides vierges pour les besoins de maintenance.

| Dates au 1 ^{er} janvier | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|----------------------------------|--|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Quantités HFC | 100% | 93% | | | 63% | | | 45% | | | 31% | | | 24% | | 21% |
| Équipements neufs | Meubles ménagers GWP > 150 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Meubles commerciaux GWP > 2500 | | | | | GWP > ou = 150 | | | | | | | | | | |
| | Froid fixe GWP > ou = 2500 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Froid commercial > 40 kW et GWP > ou = 150 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Climatisation mobile GWP > ou = 150 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Climatisation bi-bloc < 3kg HFC, GWP > ou = 750 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maintenance | GWP > ou = 2500, charge > 40 T _{eq} CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fluides régénérés et recyclés, GWP > ou = 2500 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Étiquetage | Étiquetage | | | | | | | | | | | | | | | |

Le nouveau règlement européen prévoit une modification des critères pour les contrôles périodiques de fuites de fluide, en fonction des kg de CO₂ potentiellement émis. S'il ne modifie pas, par ailleurs, les procédures d'Attestation de Capacité, ni d'Attestation d'Aptitude, il suggère en revanche que la certification des personnels soit complétée par une information sur les technologies permettant soit de recourir à d'autres fluides frigorigènes, soit de limiter la quantité de fluide contenue dans les installations.

Cette obligation d'information, et non de formation, devrait élargir la connaissance des techniciens intervenant sur les machines de production de froid et leur permettre d'être force de proposition pour le remplacement des installations existantes. Si l'Union européenne n'impose pas de formations relatives à ces alternatives aux fluides fluorés, les Etats membres, doivent en revanche les organiser sous contrôle prévu de l'UE.

Certaines de ces technologies sont très anciennes, comme l'utilisation de l'ammoniac, d'autres se développent rapidement, avec le recours au CO₂, aux hydrocarbures et aux HFO¹, par exemple. Toutes nécessitent une connaissance et un savoir-faire spécifique, afin d'assurer notamment l'efficacité énergétique des systèmes, la sécurité des personnels et de répondre aux enjeux de développement durable.

1.2 Impact du développement des techniques alternatives sur les besoins en formation

En France, dans le secteur du froid industriel, le seul fluide dit « naturel » employé jusqu'alors était l'ammoniac (NH₃/R717). Très utilisé dans toutes les applications depuis l'origine du froid, il a été largement remplacé par les fluides synthétiques (CFC) à partir des années 1950. L'emploi du NH₃ a été fortement réduit en raison de sa toxicité et des avantages apportés par les CFC : principalement, leur simplicité d'utilisation, leur compacité, le poids plus léger des ensembles de compression et des échangeurs, des pressions souvent plus modestes, utilisation de la détente directe, la réduction des charges, etc. Cependant, le NH₃ a continué d'être utilisé sur les grandes installations, essentiellement en basse température et en agroalimentaire.

Le renforcement des réglementations sur le NH₃ - arrêtés du 16.7.1997 et du 23.02.1998 - ayant eu, entre autres comme incidences, un rallongement des études de conception et une augmentation des investissements, a découragé, un peu plus, certains utilisateurs potentiels. Beaucoup de pays (Allemagne, Angleterre, Scandinavie, Espagne, Italie, Europe de l'est, Etats- Unis, Canada, Australie entre autres, employant traditionnellement l'ammoniac en froid Industriel, perpétuent son utilisation, malgré un certain intérêt pour le CO₂ / R744 en basse température ; solution permettant une plus grande sécurité vis-à-vis des personnes et des produits et conduisant, lorsque les températures

¹ Les HFO ne rentrent pas en compte dans la présente étude.

d'utilisation sont entre -40°C et -50°C , à un investissement et une exploitation compétitive.

Le développement de la grande distribution dans les années 1960/1970 a profité de la disponibilité des fluides synthétiques (CFC puis HCFC). Mais la prise de conscience de leur impact sur la couche d'ozone et les décisions prises dans le cadre du Protocole de Montréal (janvier 1989), ont conduit à leur suppression progressive.

Actuellement, dans le secteur du froid commercial, quelques réalisations récentes mettent en œuvre le NH_3 . Des meubles de vente à groupes logés contenant des hydrocarbures (essentiellement le propane ou R290, l'isobutane ou R600a, etc.), dont 480 000 ont été identifiés en 2013, sont également apparus, leur utilisation se généralisant en plus du froid domestique.

Par ailleurs, une étude publiée en janvier 2014 par l'organisation Shecco, mentionne l'utilisation du propane dans 1 250 000 refroidisseurs de bouteilles, 800 000 conservateurs de crèmes glacées, 285 magasins alimentaires en réfrigération indirecte.

En ce qui concerne le CO_2 , le développement s'est effectué tant en froid industriel qu'en froid commercial, dans les transports et les pompes à chaleur. Aujourd'hui ce développement s'accélère aussi en France, passant de moins de 10 installations en 2005 à 300 installations en 2014.

L'étude suscitée mentionne qu'à l'échelle européenne, une forte augmentation est également observée. Actuellement, on dénombre :

2885 magasins équipés en CO_2 transcritique (dont 10 en France)

1639 magasins en CO_2 cascade/HFC (dont 150 en France)

19 magasins en CO_2 cascade/ NH_3 (dont 5 en France).

Les considérations ci-dessus expliquent en grande partie l'intérêt pour les fluides dits « naturels ». Il est par conséquent aujourd'hui nécessaire de disposer, pour les personnels concernés, des formations correspondantes, adaptées à ces évolutions. Les applications se répandent en effet sur tout le territoire, concernant de plus en plus de sociétés d'installation et de service.

- L'utilisation de l'ammoniac (NH_3 ou R717) se développe en particulier pour des petites puissances ;
- Celle concernant le gaz carbonique (CO_2 ou R 744) se généralise vers toutes les applications et puissances,
- Quant aux hydrocarbures (HC), largement dominants en froid domestique, ils se développent vers d'autres applications de petite puissance (ou charges faibles).

La suppression des fluides frigorigènes HCFC, HFC et l'arrivée des fluides dits « naturels » posent à court et moyen termes d'importants problèmes relatifs au professionnalisme et à la sécurité des intervenants, tant au niveau de la conception que sur les chantiers pour l'installation, la mise en route, et les interventions de dépannage, d'entretien et de maintenance.

Or, les formations actuelles sont très limitées et portent presque exclusivement sur l'aspect théorique, complétées de quelques mesures sur des installations. Elles ne permettent que des manipulations de réglage et d'appréhension sur ces fluides. L'arrivée de ces fluides de type CO₂, HFO, hydrocarbures (HC), R600, R290 dans les applications - PAC, vitrines, distributeurs de boissons, réfrigérateurs, fluides caloporteurs dans la distribution, conditionnement d'air - nécessite de façon urgente de créer une qualification spécifique des techniciens, relative à l'acquisition des connaissances et pratiques sur ces fluides, mais aussi sur les moyens de sécurité à appliquer en cas de fuites.

Il est donc primordial et urgent d'organiser une offre de formation adaptée, laquelle a été évoquée dans le projet de révision de la directive F-Gas dans le cadre de la montée en puissance des solutions de substitution aux HFC.

En ce qui concerne les constructeurs, seul un petit nombre d'entre eux disposent à ce jour de formations. Lorsqu'elles existent, celles-ci s'effectuent en fonction des commandes et restent très orientées vers leurs produits. Elles ne conviennent donc pas pour les techniciens, concernés par des interventions sur des installations (charge, mise en route, dépannage, entretien).

De leur côté, les gros installateurs nationaux disposent de moyens de formation pour leurs techniciens et éventuellement leurs clients pour lesquels, les formations demeurent spécifiques aux produits vendus.

Enfin, les organismes de formation ne sont pas ou peu équipés en matériels spécifiques pour assurer les aspects pratiques de ce type de formations.

2 REACTION DE LA PROFESSION

2.1 Présentation du rapport de l'AREA

L'AREA, est un organisme européen regroupant des organisations d'installateurs, qui regroupe 20 associations nationales, représentant ainsi quelques 125 000 techniciens en Europe et 20 milliards d'euros en termes de facturation. L'AREA a élaboré en 2009 un document sur la formation et la qualification des fluides à faible effet de serre, et en particulier les fluides dits « naturels », qui font l'objet de la présente étude : ammoniac, gaz carbonique et hydrocarbures. Il traduit la position européenne des installateurs sur la formation et les connaissances, théoriques et pratiques, demandées pour chacun des fluides, ainsi que les thèmes de ces formations et des outillages nécessaires aux intervenants pour ces formations. Le « guide », élaboré en anglais, a été actualisé en octobre 2011 et devrait servir de base à un document informatique de formation, du type « e-learning », pour fin 2014.

VOIR ANNEXE 2 ET SUR LE SITE DE L'AREA A WWW.AREA-EUR.BE

2.2 Synthèse des consultations des professionnels en France

Une demande relative aux besoins en formation à la manipulation des fluides dits « naturels » a été transmise aux organisations professionnelles d'installateurs SNEFFCA, de constructeurs UNICLIMA, d'entreposage USNEF, de fabricants de surgelés et crèmes glacées, aux organisations interprofessionnelles AFCE, AICVF, aux grands utilisateurs de froid, NESTLE, STEF, BIGARD, à un certain nombre d'installateurs nationaux : MONDIAL FRIGO, IFC, GEA MATAL, JOHNSON CONTROLS/YORK, AXIMA, CESBRON, BIZERN, à des organisations supranationales, IIF, EPEE...

3 IDENTIFICATION DES BESOINS

Les formations sur les fluides dits « naturels » doivent tenir compte des spécificités de chaque fluide.

3.1 Identification des besoins spécifiques à chaque fluide alternatif

3.1.1 NH₃

Comme évoqué ci-dessus, le NH₃ est utilisé principalement dans les grands systèmes en basse température dans le secteur agroalimentaire (surgélation et stockage surgelés), en refroidissement de frigoporteur (système de type eau glycolée) en agroalimentaire, notamment lorsqu'il a été question de réduire les charges en NH₃ et de supprimer la présence de celui-ci dans les locaux recevant des travailleurs de manière permanente ou fréquente.

En froid commercial, si quelques installations ont été réalisées entre 2000 et 2005 en Scandinavie, Belgique, Allemagne, Luxembourg, Suisse, au moment de la forte pression sur les fluides synthétiques dans ces pays, les choix technologiques se sont portés depuis sur des installations au CO₂. L'ammoniac, utilisé en faible charge confinée, oblige à distribuer sur les meubles et chambres en froid positif, de l'eau glycolée. En froid négatif, il s'avère nécessaire d'employer des frigoporteurs spécifiques.

Ces solutions entraînent :

- des investissements plus élevés,
- des consommations d'énergie supérieures (écart de températures, énergie requise pour le pompage, pertes de distribution, coût du dégivrage),
- des surcoûts de mise en œuvre (tuyauteries de dimensions plus importantes, isolées dans les meubles de vente).

Cependant, l'une des clés d'un développement de l'ammoniac réside dans la mise à disposition des fabricants de systèmes de froid (*OEM Original Equipment manufacturer*), de compresseurs compétitifs, semi-hermétiques ou hermétiques de petites puissances et de refroidisseurs compacts, meilleur marché et à faible charge. De tels machines et systèmes, déjà en production au Japon, se développent en Europe, d'autres, tels que compresseurs hermétiques, font encore l'objet de tests. Cette tendance se retrouve également en climatisation, où l'on assiste au développement de refroidisseurs d'eau glacée utilisant l'ammoniac. Des constructeurs proposent aujourd'hui des groupes de refroidissement compacts avec de faibles charges (Johnson Controls, Gea, Mayekawa, SCM, Star...) pour des produits standards, ainsi que quelques assembleurs/intégrateurs pour des produits sur mesure. En ce qui concerne les pompes à chaleur, les applications au NH₃ concernent des installations

industrielles « haute température » (+ 90°C), d'une puissance supérieure à 100 kW et jusqu'à plusieurs mégawatts. Dans ce cas, il s'agit de systèmes à charge d'ammoniac limitée et confinée.

FORMATION : Pour le NH₃, les formations existantes :

- théorique pour la formation initiale car les établissements scolaires ne peuvent détenir de système NH₃ ;
- théorique et pratique pour la formation continue par un nombre limité d'organismes (2 centre AFPA et trois installateurs/constructeurs) ;

La formation pratique est limitée à l'aspect « sécurité » lié à son utilisation, ou s'effectue sur des installations lors de la mise en route ou à la demande de l'exploitant ou de l'installateur.

Ces formations pourraient le cas échéant être adaptées en cas de développement important des applications décrites ci-dessus.

3.1.2 CO₂

Ce fluide a été abandonné vers 1960, compte tenu notamment des pressions élevées requises pour son utilisation, d'une technologie dépassée (compresseurs et autres composants des systèmes) et de la concurrence des CFC. Il existe aujourd'hui trois façons de mettre en œuvre le CO₂, abordées ci-après suivant leur ordre d'apparition chronologique.

3.1.2.1 CO₂ frigoporteur

Dès 1995, les Scandinaves réalisaient les équipements de supermarchés en froid indirect en utilisant des frigoporteurs monophasiques liquides, tant en froid positif qu'en froid négatif. Ces solutions ont conduit à une réduction importante des charges de frigorigènes, mais, notamment en froid négatif, à une augmentation des investissements et des puissances électriques.

Le remplacement des frigoporteurs monophasiques basse température, par du CO₂ en frigoporteur biphasique, fluide dit « naturel » bon marché et très disponible, a permis de réduire fortement les réseaux de distribution, de limiter l'écart de température d'évaporation de 8°C à 3°C, de diviser par 10 l'énergie de pompage et d'accroître la performance en dégivrage.

Dans la même période, le CO₂ frigoporteur a également été utilisé en froid industriel, souvent en alternative à la distribution d'ammoniac par pompe qui conduit à des charges importantes et des contraintes administratives de déclaration ou d'autorisation.

En froid positif, le CO₂ frigoporteur peut avantageusement remplacer l'eau glycolée avec, là aussi, une amélioration de la performance énergétique et une réduction des réseaux. Cette solution permet de totalement supprimer les HFC de l'aire de vente, tout en conduisant à une amélioration de la consommation électrique.

Le CO₂ frigoporteur semble aujourd'hui réservé à des puissances frigorifiques importantes (plus de 300 kW), utilisé avec intérêt en froid négatif et positif.

3.1.2.2 CO₂ cascade ou hybride

A partir des années 2000, grâce au développement de compresseurs moyenne pression, le CO₂ a été utilisé comme frigorigène pour les basses températures en supermarchés et agroalimentaire de petite puissance, simplifiant ainsi les systèmes tout en améliorant les performances énergétiques. Le fluide primaire est alors un HFC R404A, remplacé soit par du R134a présentant un COP (coefficient de performance du cycle frigorifique) meilleur et un PRG (Potentiel de réchauffement global, ou GWP en anglais) inférieur, soit par un hydrocarbure ou de l'ammoniac.

Cette solution, limitée au froid négatif, laisse cependant un sentiment de solution inaboutie en regard de l'évolution réglementaire, car l'essentiel de la charge de frigorigène, liée au froid positif, reste en HFC.

3.1.2.3 CO₂ Transcritique

Lancé en Scandinavie vers 2005, le CO₂ en cycle transcritique apporte la solution au problème évoqué ci-dessus. Son utilisation s'est développée du nord de l'Europe où conditions atmosphériques et climatiques s'avèrent favorables (au -dessous du point critique du CO₂), jusqu'à l'Europe méditerranéenne aujourd'hui, grâce au progrès de la technologie. L'important développement de ce système concerne :

- Les magasins alimentaires et les drives,
- Les systèmes compacts : refroidisseurs de boissons,
- Les groupes de containers maritimes,
- Les pompes à chaleur pour eau chaude sanitaire,
- Certaines pompes à chaleur domestiques et industrielles,
- Le secteur agro-alimentaire,
- Le développement pour la climatisation automobile.

FORMATION : pour le CO₂, les formations restent à ce jour très peu développées. La partie théorique doit constituer un préalable à la formation pratique, celle-ci se révélant indispensable compte-tenu du développement du recours à ce produit, des spécificités du fluide et des aspects liés à la sécurité.

3.1.3 Hydrocarbures

Pour les HC, les matériels et équipements utilisés aujourd'hui sont des ensembles monoblocs, avec petite charge d'hydrocarbure, fabriqués industriellement. La formation peut, de fait, être assurée par les fabricants (ce qui n'est pas généralisé).

3.2 Incidence sur les besoins de formation pour la manipulation du CO₂

Compte-tenu des spécificités du CO₂ (conditions de pressions élevées, point triple, point critique, cycle transcritique...) vues plus haut, la formation doit se composer :

- 1/ d'une approche théorique,
- 2/ complétée impérativement d'une approche pratique.

Les compétences minimales requises doivent en effet être complétées par une formation spécifique « haute pression » (100 bar et au-dessus). Cette formation est indispensable y compris pour les systèmes « subcritiques » du fait de la rapidité de remontée en pression de ce fluide en cas de dysfonctionnement.

Comme les fluides halogénés, le CO₂ est plus lourd que l'air et quasi inodore : le risque d'anoxie est potentiellement important. La détection et les interventions sécurisées sont indispensables.

(Voir Fiche FF INRS 1999 et FT 238 édition 2001 CO₂).

Avec le développement croissant de l'utilisation du CO₂ en supermarchés, en froid domestique et en matériels de distribution, de plus en plus d'installateurs vont être susceptibles d'intervenir sur les systèmes. Les besoins en formation s'avèrent par conséquent, dès à présent, importants.

3.3 Incidence sur les besoins de formation pour la manipulation du NH₃

En dehors des points particuliers de conception, de composants spéciaux et de comportement de l'huile, la formation sur l'ammoniac est essentiellement liée à sa manipulation, donc à l'aspect sécurité et compréhension des comportements spécifiques (différents de ceux des fluides synthétiques). Ceci relève du domaine de la formation continue, la réglementation à laquelle sont soumis les établissements scolaires (Etablissement recevant du public ou ERP) ne permet pas d'installer facilement des systèmes avec de l'ammoniac en leurs murs ou à proximité.

L'utilisation de l'ammoniac est enseignée, uniquement en théorie, en formation initiale au sein des établissements scolaires. Il semble opportun de vérifier que tous les établissements scolaires assurent cet enseignement, voire de le développer davantage afin de suivre l'évolution de l'utilisation du NH₃, même si les besoins en formation NH₃ apparaissent moins importants que pour le CO₂, susceptibles de mobiliser de nombreux installateurs.

Pour le NH₃, en effet, les formations existantes pourraient suffire à couvrir les besoins en formation et pourraient, le cas échéant, s'adapter en cas de développement de ce fluide.

Le nombre de centres pourrait être de 5 à 8 pour la métropole, auxquels se rajoutent les organismes privés de formation, tels que AMF (Association Matal Formation), GDF-Suez et institutionnels, AFPA Montauban et Alençon.

Ces centres doivent anticiper et se tenir prêts à s'organiser pour « certifier » les intervenants et/ou les opérateurs, suivant ce qui a été fait antérieurement pour la manipulation des HCFC et HFC.

Selon les possibilités d'investissement et de mise en œuvre, les maquettes de formation pourraient convenir pour CO₂, NH₃ et même HC (voir projet de maquette).

3.4 Incidence sur les besoins de formation pour la manipulation des hydrocarbures (HC)

De nombreux petits supermarchés, des magasins de proximité sont déjà équipés de meubles frigorifiques à groupes logés fonctionnant avec un fluide frigorigène hydrocarboné. Vis-à-vis d'autres fluides, ces derniers ont pour particularité d'être inflammables et explosifs. Pour cette raison, la législation a limité la charge de ces fluides, d'où leur emploi restreint aux appareils domestiques et aux meubles frigorifiques à groupes logés, pour l'essentiel.

Une évolution plus favorable de la législation en faveur de ces fluides, ainsi que la mise en place du « phase-down » relatif aux HFC, prévu dans le cadre de la nouvelle réglementation F-Gas, va avoir pour conséquences un recours accru aux équipements contenant des hydrocarbures et leur utilisation dans des équipements de plus grande taille. Ainsi la demande en personnel qualifié et spécialisé dans la manipulation des fluides frigorigènes hydrocarbonés capables d'intervenir sur de tels équipements devrait fortement progresser. Jusqu'alors, les professionnels intervenant sur ces équipements étaient, généralement formés en interne chez les constructeurs ou les services après-vente.

L'emploi d'hydrocarbures nécessite de travailler en respectant des règles strictes de sécurité : locaux convenablement ventilés, masse des appareils électriques correctement raccordée à la terre.

Le fonctionnement du fluide R600a se fait à des pressions inhabituellement basses qui doivent être connues de l'intervenant. Il en va également de la quantité de fluide à charger, souvent inférieure de moitié à une charge en HFC, ainsi que de la nature des huiles spécifiques à utiliser.

Lors des interventions, le technicien devra savoir extraire le fluide, remplacer l'élément défectueux sans utiliser de flamme nue, recharger avec la quantité exacte, remettre en service et expliquer à l'utilisateur la périodicité des entretiens d'usage et d'éventuels risques encourus.

De ce qui précède, on comprend bien que la mise en service, l'entretien et le dépannage sur des équipements contenant des hydrocarbures nécessite une formation adaptée. Elle devra être effectuée dans des centres de formation dédiés à cet usage.



Ceci implique des plateformes techniques correctement équipées en matériel et en outillage et des cours dispensés par des formateurs disposant des compétences nécessaires.

4 INVENTAIRE DES FORMATIONS EXISTANTES

4.1 Méthode de consultation des organismes de formations initiales et continues

Avant de préciser la manière dont l'enquête a été conduite, il est nécessaire de rappeler le sens donné aux termes «formation initiale» et «formation continue».

4.1.1 Formation initiale :

La formation initiale s'adresse au jeune du système scolaire. Il s'agit de cycles d'étude de longue durée (de plusieurs mois à plusieurs années). Les niveaux d'études s'échelonnent du CAP au niveau Universitaire, l'acquisition des connaissances est sanctionnée après évaluation par un diplôme délivré par l'Education Nationale.

4.1.2 Formation continue :

La formation continue s'adresse généralement à des professionnels en exercice. Le cycle d'étude est le plus souvent de courte durée (de quelques jours à plusieurs mois). Ces formations sont qualifiantes et ne débouchent pas obligatoirement sur un diplôme.

4.1.2.1 Méthode

La méthode mise en place pour déterminer les besoins de formation de la profession sur les fluides naturels s'est appuyée sur un recensement des acteurs de la formation dans le domaine du froid et du conditionnement d'air, réalisé sur la base de l'annuaire de l'AFF. Un questionnaire leur a été transmis, portant sur les interrogations suivantes :

Vous sentez-vous concernés par la problématique de l'évolution du règlement F- Gas ?

Dans votre centre de formation dispense-t-on des cours pratiques et théoriques sur ce thème ?

Votre centre dispose-t-il de plateformes pédagogiques chargées avec un fluide naturel ?

4.2 Résultat de la consultation

L'enquête a été effectuée auprès de 50 membres représentant autant de centres de formation. Un total de 23 réponses a été obtenu, dont 13 correspondent à la formation initiale et 7 à la formation continue.

Liste des centres de formation ayant répondu à l'enquête AFF :

| Repère | Centre | Site |
|--------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | AFPA | Agen |
| 2 | CFTRN-Johnson Control | Carquefou |
| 3 | Matal formation | Nantes |
| 4 | AXIMA | Bishheim |
| 5 | Lycée Maximilien Perret | Alforville |
| 6 | Université Marne la vallée | Marne-la-Vallée |
| 7 | CFI | Orly |
| 8 | GEFEN | Alfortville |
| 9 | Ujf Grenoble | Grenoble |
| 10 | Lycée Mermoz de Montpellier | Montpellier |
| 11 | Lycée La Martinière à Lyon | Lyon |
| 12 | Lycée Branly | Boulogne-sur-mer |
| 13 | INSA | Lyon |
| 14 | La Providence | Amiens |
| 15 | lycée la Fontaine des eaux | Dinan |
| 16 | Lycée d'Alzon | Nimes |
| 17 | Lycée CANTAU | Anglet |
| 18 | COSTIC | Saint Remy les chevreuses |
| 19 | Université Rouen | Rouen |
| 20 | LEZIN-FORMATION | Montauban |
| 21 | IFFI | Paris |
| 22 | AFPA | Montauban |
| 23 | AFPA | Alençon |

De cette enquête ont été extraites les informations suivantes :

- La totalité des réponses des personnes indiquent que celles-ci se sentent concernées par:
 - la problématique des fluides «naturels»
 - leurs incidences sur les besoins en formation
 - l'évolution des contenus des formations.

4.2.1 Formations théoriques

Dans la quasi-totalité des centres de formation interrogés, une formation théorique sur les fluides naturels est déjà assurée. Voir annexe 2 « Recueil des programmes de formation existants ».

4.2.2 Formations pratiques

4.2.2.1 CO₂ :

sur les 23 centres considérés dans l'enquête, 7 sont en mesure de former des stagiaires aux techniques spécifiques du CO₂, dont 4 pour la formation continue et 2 pour la formation initiale.

En ce qui concerne la formation initiale, 2 centres sont déjà équipés en plateforme CO₂, 11 centres devraient s'équiper en plateforme CO₂.

4.2.2.2 NH₃ :

5 centres sont équipés en plateforme NH₃, mais aucun en formation initiale.

4.2.2.3 Hydrocarbures :

1 seul centre est équipé en plateforme HC.

4.2.2.4 Equipements :

Le nombre de centres de formation actuellement équipés de plateformes pédagogiques utilisant les nouveaux fluides a pu être établi. D'une manière générale, il ressort que le nombre de plateformes équipées pour l'utilisation de ces nouveaux fluides reste faible, ne couvrant ni l'ensemble des fluides, ni les différentes technologies, et que celles-ci appartiennent en majorité à des centres de formation professionnelle privés, plutôt qu'à des structures institutionnelles.

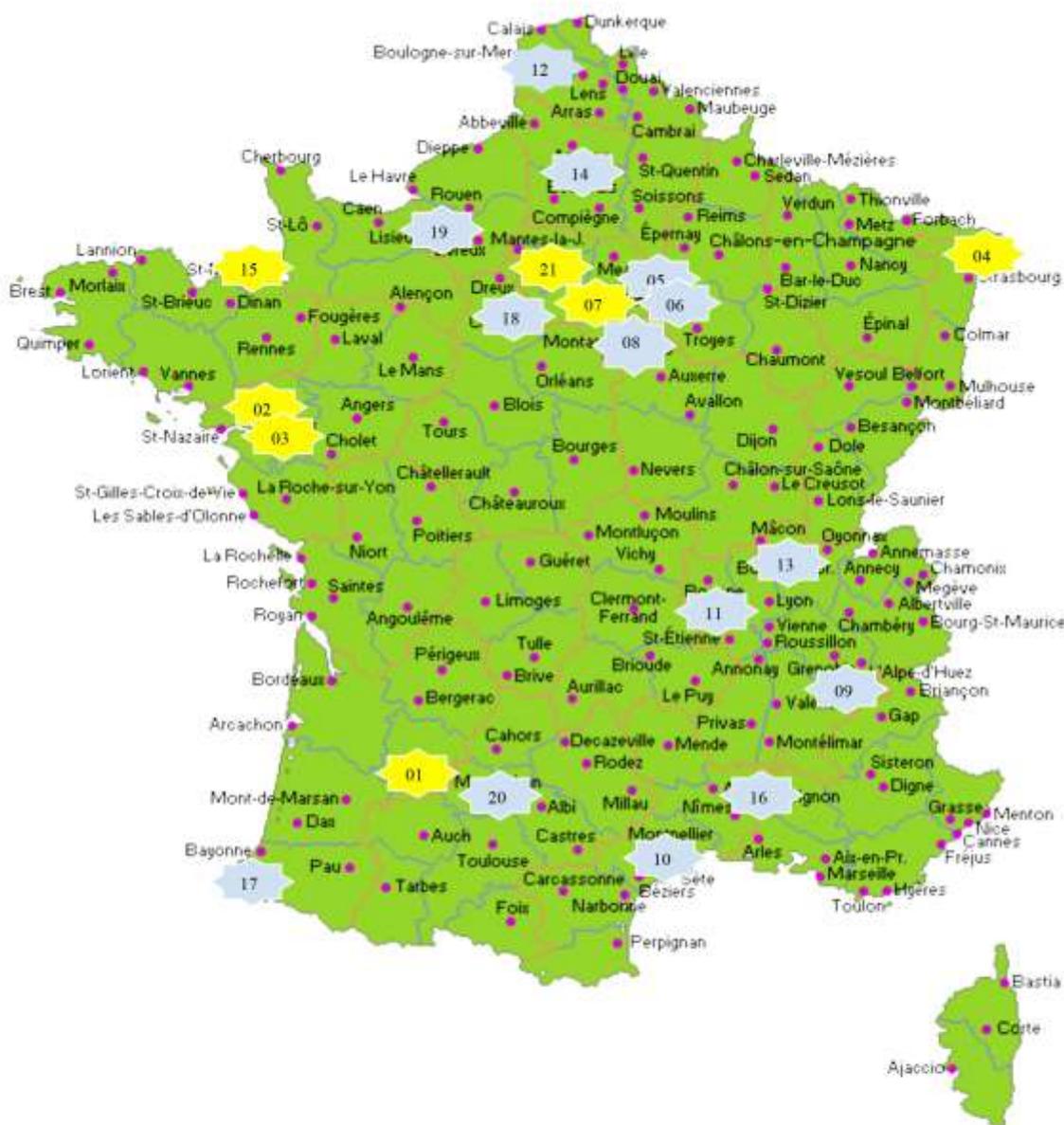
4.2.3 Répartition géographique des offres de formation

L'enquête est présentée sous forme de 4 cartes indiquant l'état d'équipement et la répartition géographique en fonction des différents fluides naturels.

Chaque centre est identifié par une étoile avec un repère correspondant à ceux de la colonne de gauche du tableau ci-dessus.

Carte n°1 : Implantation des plateformes CO₂ recensées lors de l'enquête effectuée par l'AFF (Philippe Cardon/CFI)

Carte n°1 : Implantation des plateformes CO₂ recensées lors de l'enquête effectuée par l'AFF (Philippe Cardon/CFI)



Centres équipés d'une plateforme pour former des professionnels aux techniques spécifiques du CO₂.



Autres centres de formation intéressés par ces techniques mais ne disposant pas de plateforme.

Carte n°2 : Implantation des centres de formation en formation initiale concernés par le CO₂



2 centres de formation initiale sont déjà équipés en plateforme CO₂.



11 centres de formation initiale désirent s'équiper en plateforme CO₂.

Tous ces centres de formation effectuent de la formation théorique sur les fluides dits « naturels ».

Carte n°3 : Implantation des centres de formation équipés en plateforme NH₃.



5 centres sont équipés en plateforme NH₃, mais aucun en formation initiale.

Carte n°4 : Implantation des centres de formation équipés en plateforme hydrocarbures (propane, butane).



1 centre de formation initiale équipé en plateforme hydrocarbure.

4.2.3.1 Conclusion :

De nombreux centres de formation se sentent concernés par la problématique des fluides naturels. Cependant, le nombre de centres équipés en plateforme pédagogique reste faible, surtout en ce qui concerne les centres d'enseignement en formation initiale. Cette enquête traduit par ailleurs une répartition géographique inégale, à l'échelle du territoire, des implantations de ces centres de formation.

La formation sur les fluides ammoniac et hydrocarbures posent des problèmes de sécurité lors de leur manipulation, ce qui explique le faible engouement des centres de formation pour ces techniques.

Or, le nouveau règlement F-Gas comprend un volet formation nécessitant une montée en compétence et en équipements des centres de formation, qu'il convient dès à présent de prendre en compte.

5 PROPOSITION DE PROGRAMMES CIBLES POUR LE DEVELOPPEMENT DE NOUVELLES FORMATIONS

5.1 Objectifs pédagogiques visés

Les formations préconisées, orientées sur les fluides dits « naturels » considérés dans cette étude, devront dans un premier temps s'adresser aux techniciens de bureaux d'études, aux techniciens d'intervention et de maintenance, actifs dans les entreprises, qui ont ou auront, à court terme, à faire face à des cas d'installations ou d'entretien d'installations fonctionnant avec ces fluides.

Il s'agit d'apporter, dans le cadre de la formation continue, les éléments suivants aux techniciens qui manipulent aujourd'hui les fluides frigorigènes synthétiques et sont par ailleurs titulaires de l'Attestation d'Aptitude correspondante :

- les informations théoriques sur les spécificités des fluides dits « naturels », par exemple les cycles fonctionnant avec le CO₂, le comportement spécifique de l'ammoniac avec l'huile, comme la non miscibilité, ce qui est le cas avec les autres frigorigènes, les dispositifs d'alimentation différents ;
- les conditions de manipulation en toute sécurité des fluides dits « naturels », qu'il s'agisse des pressions élevées requises avec le CO₂, la toxicité de l'ammoniac, ou le caractère inflammable des hydrocarbures.

Des modèles hors frontières

Il y a lieu, dans ce contexte, de s'appuyer également sur les formations existantes, mises en œuvre dans d'autres pays. Le centre de formation dépendant de l'Université catholique de Louvain, le KHLim à Houthalen en Limbourg Belge, par exemple, dispose d'installations cascade NH₃/CO₂, CO₂ transcritique (petit supermarché, PAC air/air, PAC air/eau, climatisation avec un volume de réfrigérant variable (VRV), groupe de maintien au R290). Ce centre, financé par l'Union européenne, l'état Belge et la province du Limbourg, dispense une formation en Néerlandais depuis mi-2013 et a initié une formation en français en avril 2014.

Voir annexe 3.

L'exemple du **Centro Studi Galileo** (Casale - Monferrato, Italie) figure en **annexe 4**.

D'autres exemples d'organismes délivrant également des formations aux professionnels, axées notamment sur le CO₂, peuvent être cités, tels que :

Au Royaume-Uni : City and Guilds – <http://www.cityandguilds.com>

USA : Garden City Ammonia Program (CGAP) crée pour l'ammoniac et dispensant depuis plus d'un an des formations sur le CO₂.

Scandinavie : Green and Cool - <http://www.greenandcool.com>

et IUC Katrineholm (ouverture en février 2013)

Suisse : ASF - <http://www.asf-froid.ch/formation.php>

Brésil : Centre de formation BITZER, <http://www.bitzer.be>

Le « E-learning » de Danfoss - <http://learning.danfoss.com/>

Le « E-learning » de Star (UK) - <http://www.star-ref.co.uk/>

Le « E-learning » que met en place l'institut britannique du Froid (IOR).

Voir annexe 5.

5.2 Programme CO₂ théorique et pratique

5.2.1 Les enjeux :

Cette formation s'adresse aux intervenants sur équipements fonctionnant au CO₂. Dans un premier temps il s'agit de répondre aux besoins des techniciens de mise en route et d'interventions, en matière de formation continue de techniciens ayant :

- une connaissance théorique suffisante des circuits frigorifiques (détenteur d'un Brevet professionnel (BP), d'un Bac PRO, d'un BTS ...)
- ou une pratique de 2 à 3 ans minimum pour les autodidactes détenant une Attestation d'Aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes halogénés.

Mais le programme de cette formation pourra être étendu et adapté aux techniciens de bureaux d'études ayant à concevoir des équipements au CO₂, aux agents technico - commerciaux en contact avec les clients utilisateurs ou les bureaux d'études.

D'une manière générale, cette formation doit comprendre :

- Une partie théorique de 1,5 jour avec contrôle des acquis
- Une partie pratique de 1,5 jour : découverte du banc d'essais et réalisation de 3 manipulations ;
- Un contrôle des acquis.

Elle pourrait aboutir à la remise d'une attestation de stage aux participants ayant validé les 3 volets de la formation, à l'exemple du certificat de formation officiel Européen délivré par City and Guilds (Royaume-Uni).

SOMMAIRE de la formation CO₂

Volet théorique

1. POURQUOI le CO₂ ?

- rappel des contraintes environnementales ozone et effet de serre (GES)
- impact sur le réchauffement (TEWI)
- effet de serre direct PRG calcul comparatif pour une installation HFC, NH₃ et CO₂
- effet de serre indirect – consommation électrique
- calcul comparatif pour une installation HFC, NH₃, CO₂, HC
- évolution du règlement F-Gas et impact sur les équipements de froid, climatisation et Pompes à chaleur.

2. POINTS PARTICULIERS du CO₂

- pressions
- point triple
- température critique
- présentation du film Danfoss montrant l'évolution de l'utilisation du CO₂
- les points forts du CO₂
- non inflammabilité
- qualité alimentaire
- disponibilité, coût.

3. SECURITE- ANOXIE

- limites de travail et risque en cas de dépassement
- fiche INRS FT 238
- les appareils de protection individuelle (API)
- les appareils respiratoires individuels (ARI)
- les soupapes de sécurité (positionnement, échappement)
- la détection
- matériels fixes et portables
- les besoins.

4. INTERET de la DESURCHAUFFE

- sur les compresseurs « basse pression »
- sur les compresseurs « haute pression »

5. SOUS REFROIDISSEMENT

- du liquide sur système cascade
- en sortie du gaz cooler

6. OPTIMISATION DU CYCLE TRANSCRITIQUE - pression de refoulement optimale- régulation

- amélioration de la performance
- compression parallèle
- sous-refroidissement
- compression étagée
- éjecteur

7. DEGIVRAGE

- les différentes méthodes

8. POINTS PARTICULIERS en CONCEPTION REALISATION

- lors de la charge et de la mise en route
- lors des Interventions

9. CO₂ +eau

10. CO₂ + ammoniac

11. CO₂ et huile

- types d'huile
- miscibilité et solubilité

12. PRESENTATIONS de schémas et discussions

13. QUELQUES EXEMPLES d'APPLICATIONS

14. Le CO₂, une ALTERNATIVE pour :

- les basses températures
- les moyennes températures
- les pompes à chaleur, les groupes logés, les containers maritimes
- Développements en cours (climatisation, groupes de camions)

15. COMMENT ?

- CO₂ frigorigène
- détente directe
- circulation par pompe
- CO₂ frigoporteur.

16. SYSTEMES

- Subcritique
- Transcritique.

17. CYCLES

- Cascades CO₂/autre frigorigène HFC, NH₃, HC
- Cascades CO₂/ frigoporteur
- Cascades CO₂/CO₂ transcritique
- Booster transcritique

18. IMPACT SUR LES COMPOSANTS

- compresseurs
- condenseurs
- évaporateurs
- condenseur/évaporateurs
- refroidisseurs de gaz
- tuyauteries
- assemblage.

19. CONTRÔLE des acquis

Volet pratique

1. Présentation du banc de manipulation

- partie subcritique
- partie transcritique.

2. Préparation des interventions

- équipements
- écriture des opérations, des points critiques et risques.

3. Exercices

- complément de charge
- évacuation de la charge
- tirage au vide et charge
- remplacement de l'huile
- remplacement du filtre déshydrateur
- remplacement des clapets sur le compresseur
- intervention sur le séparateur d'huile haute pression.

5.3 Programme NH₃ théorique et pratique

5.3.1 Les enjeux :

Cette formation s'adresse aux intervenants sur équipements fonctionnant au NH₃.

Comme pour le CO₂ et suivant les mêmes prérequis, il s'agit de répondre aux besoins des techniciens de mise en route et d'interventions, en matière de formation continue.

Le programme de cette formation pourra être étendu et adapté aux techniciens de bureaux d'études ayant à concevoir des équipements au NH₃, des agents des technico - commerciaux en contact avec les clients utilisateurs ou bureaux d'études.

D'une manière générale, cette formation doit comprendre :

Une partie théorique de 1 jour, avec contrôle des acquis ;

Une partie pratique de 1 jour comprenant :

- la découverte du banc d'essai ;

- 4 exercices de manipulations ;
- un test de comportement en présence d'ammoniac et port des appareils respiratoires individuels (ARI).

Elle pourrait également aboutir à la remise d'une attestation de stage aux participants ayant validé les 2 volets de la formation.

SOMMAIRE de la formation NH₃

Volet théorique

1. POURQUOI le NH₃ ?

- rappel des contraintes environnementales, couche d'ozone et effet de serre (gaz à effet de serre ou GES) ;
- impact sur le réchauffement (TEWI)
- effet de serre direct (Pouvoir de réchauffement global ou PRG) et calcul comparatif pour une installation HFC, NH₃ et CO₂ ;
- effet de serre indirect – consommation électrique
- calcul comparatif pour une installation HFC, NH₃, CO₂, HC
- évolution du règlement F-gas et impact sur les équipements de froid, climatisation et Pompes à chaleur.

2. POINTS PARTICULIERS du NH₃

- toxicité ;
- possibilité d'inflammation ;
- disponibilité, coût.

3. COMMENT ?

- utilisation en détente directe, noyé gravitaire, recirculation par pompe
- cycles mono-étagés, deux étages, booster, économiseurs.

4. SECURITE

- aide-mémoire technique INRS sur fluides frigorigènes: ED 969
- limites de travail et risque en cas de dépassement
- fiche toxicologique INRS FT 16 et premiers soins

- les appareils de protection individuelle (API)
- les appareils respiratoires individuels (ARI)
- la détection
- matériels fixes et portables
- les besoins
- les matériels à installer
- repérage et marquage
- évacuation des soupapes.

5. COMPOSANTS

6. BOUTELLES et CONTENEURS de charge

7. INTERET de la désurchauffe

8. DEGIVRAGE

- les différentes méthodes

9. POINTS PARTICULIERS en conception et réalisation

- lors de la charge et mise en route
- lors des interventions.

10. NH₃ +eau

11. NH₃ et huile

- types d'huile
- miscibilité et solubilité
- systèmes de réintégration.

12. REGLEMENTATION

- EN 378 et ERP
- régime de déclaration : règlement du 23.02.1998 et arrêté du 17.7.2008
- régime d'autorisation: règlement du 10.07.1997

- emploi et stockage d'ammoniac sous rubrique 1136: arrêté du 19.11.2009
- cahiers techniques CP1, CTP2 et CTP 3.

13. PRESENTATIONS de schémas et discussions

14. QUELQUES EXEMPLES d'application

15. CONTRÔLE des acquis

Volet pratique

1. Présentation du banc de manipulation

- partie HP (haute pression) ;
- partie refroidissement de frigoporteur ;
- partie Cascade sur CO₂.

2. Préparation des interventions

- équipements et repérage des lieux
- écriture des opérations, des points critiques et risques.

3. EXERCICES

- tirage au vide et charge d'huile et d'ammoniac
- Dégazage d'un compresseur et vidange d'huile
- complément de charge: huile et ammoniac
- purge d'incondensables
- vidange d'un pot d'huile
- intervention sur séparateur d'huile
- exercice de port d'ARI en situation de fuite de NH₃.

5.4 Programme pour les HC théorique et pratique

5.4.1 Les enjeux :

L'objectif de cette formation est de satisfaire la demande des professionnels par une formation adaptée, telle que définie dans le contenu du règlement F-Gas.

Il s'agit d'extraire et d'intervenir sur les fluides frigorigènes de type "hydrocarbures" dans le respect de la législation, de donner à des techniciens du froid et de la climatisation les moyens d'appréhender les problèmes de mise en œuvre de fluides frigorigènes comme le propane et l'isobutane.

5.4.2 Comment ?

Par les décrets, les fiches techniques relatives aux fluides frigorigènes, les outillages et matériels spécifiques. Les stagiaires devront avoir acquis les compétences requises à la manipulation des HC grâce aux études de cas correspondant à leurs domaines d'activités, à la mise en application des phases d'intervention, de charge et de contrôle de fonctionnement d'un fluide inflammable.

5.4.3 Quelles compétences associées ?

| Compétences | Résultats attendus |
|---|--|
| Volet théorique | |
| Déterminer les incidences sur l'environnement des fluides frigorigènes | Définir l'impact environnemental des hydrocarbures vis-à-vis des HFC |
| 2. Acquérir les exigences réglementaires en termes de remplacement des HFC | Respecter la réglementation F Gas |
| 3. Définir la quantité de fluide des HC selon la réglementation en vigueur | Etre capable de calculer la quantité maximum en fonction des différentes configurations |
| 4. Etudier la technologie des compresseurs | Discerner les différentes technologies de compresseurs ainsi que les systèmes de démarrage |
| 5. Identifier les conditions de sécurité, définir les outillages et matériels nécessaires | Préparer son intervention en toute sécurité |
| Volet pratique | |
| 6. Utiliser les raccords à sertir | Réaliser un assemblage sans brasure |
| 7. Lire les instructions de montage des tubes à sertir | Respecter la procédure d'assemblage des raccords à sertir |
| 8. Détecter des fuites à l'aide d'un mélange d'azote à 5% d'hydrogène | Réaliser une détection de fuite conforme à la EN 378 |
| 9. Identifier les différents raccords frigorifiques | Sélectionner les raccords propres à l'intervention |
| 10. Intervenir sur un circuit chargé au R600a ou R290 | Réaliser une intervention sur circuit HC |
| 11. Relever les conditions de fonctionnement | Rendre compte des performances de l'installation |

6 MOYENS REQUIS ET INVESTISSEMENTS NECESSAIRES

Si certains constructeurs disposent de formation, celle-ci est très orientée vers leurs produits et ne convient pas pour les techniciens concernés par des interventions sur des installations (charge, mise en route, dépannage, entretien).

De leur côté, les installateurs constructeurs tels que JOHNSON, MCI, GEA MATAI, AXIMA, disposent de moyens de formation ne répondant pas tous aux technologies ci-dessus. Il est à noter qu'Axima, par exemple, dispose de modules « mobiles » de formation en NH_3 et CO_2 . Ces moyens de formation doivent par conséquent être pris en considération dans les propositions de renforcement des centres de formation, mais ne doivent pas se substituer aux moyens des organismes de formation continue qui seront proposés.

Enfin, les organismes de formation ne sont pas ou peu équipés pour ces formations (matériels spécifiques ou enseignements théoriques).

6.1 Exemple d'une maquette pédagogique polyvalente

Le schéma ci-dessous montre le principe d'une maquette polyvalente permettant de former le personnel sur le CO_2 , l'ammoniac et les hydrocarbures.

Selon les équipements existants dans les centres de formation, leurs possibilités d'installation et leur choix, cette maquette peut également être limitée à un seul fluide, le CO_2 (indispensable en base en cascade et en booster transcritique).

Elle peut être complétée par :

- un petit équipement chargé en HC pouvant servir de maintien en température du CO_2 ;
- un module fonctionnant au NH_3 pour refroidissement de frigoporteur et étage primaire de la cascade CO_2 subcritique.

Le module de formation doit pouvoir être très instrumenté en capteurs, compteurs, etc. et capable de tracer des cycles de fonctionnement, des courbes de tendances et de performances.

MODELE de MAQUETTE DE FORMATION FLUIDES NATURELS CO₂ –NH₃ –HC

Le schéma de principe (propriété AF Consulting) a été développé pour un projet de formation à la manipulation de fluides dits « naturels » à La Réunion. Ce projet a été porté par le Syref (Syndicat Réunionnais du Froid) et l'AFPA Réunion.

Le principe est de pouvoir répondre à toute ou partie de la formation théorique et pratique sur les fluides dits « naturels » suivants : CO₂, NH₃ et HC.

1. Système de base : CO₂ subcritique /NH₃

Il est composé de :

- 1 ou 2 compresseur(s) CO₂ subcritique
- 1 condenseur cascade CO₂/NH₃ alimenté en noyé ou en détente directe de NH₃
- 1 compresseur en NH₃
- 1 condenseur en NH₃ à air
- 1 évaporateur de CO₂ à détente directe, refroidisseur d'air.

Cette partie permet :

- de comprendre le fonctionnement d'un système cascade CO₂/NH₃
- de comprendre le fonctionnement d'un cycle NH₃ noyé gravitaire ou en détente directe
- de pratiquer un tirage au vide, une mise en charge, le remplacement de composants, avec le CO₂
- de pratiquer un tirage au vide, une mise en charge, une purge d'huile, en complément d'opérations de maintenance et réparations, avec le NH₃.

2. En option : la cascade *via* l'eau glycolée

En variante à la cascade CO₂/NH₃, le CO₂ subcritique est condensé *via* un échangeur refroidi par de l'eau glycolée, laquelle est refroidie par le NH₃.

Le circuit est complété par :

- 1 échangeur CO₂/eau glycolée
- 1 échangeur ammoniac/eau glycolée
- 1 bac tampon
- 2 pompes à eau glycolée primaire et secondaire
- 1 refroidisseur d'air par eau glycolée.

Cette partie permet :

- de comprendre le fonctionnement d'un système cascade CO₂/eau glycolée
- de comprendre le fonctionnement d'un cycle NH₃ à détente directe.

3. Option HFC (ou HFO), en variante à NH₃ en fluide primaire

Au cas où, pour des raisons de sécurité (règlement propres aux établissements recevant du public ou ERP), l'utilisation du NH₃ n'est pas acceptable ou si le centre de formation dispose déjà d'un équipement au NH₃, le système à eau glycolée et la cascade CO₂ subcritique pourraient être remplacés par un HFC à très bas PRG ou préférablement un HFO en primaire, conformément à la réglementation.

4. OPTION HC

Le système subcritique nécessitant un maintien en pression du CO₂ à l'arrêt, une unité au propane peut être installée. Elle comprend dans ce cas :

- 1 compresseur semi-hermétique
- 1 condenseur à air
- 1 échangeur condenseur de CO₂/évaporateur de propane.

Cette partie permet :

- de comprendre le fonctionnement d'un système de maintien de pression du CO₂
- de comprendre le fonctionnement d'un cycle à détente directe de HC et prendre en compte les problèmes d'un fluide inflammable
- de pratiquer un tirage au vide, la mise en charge, le remplacement de composants, avec un hydrocarbure.

5. CO₂ TRANCRITIQUE

Compte tenu du développement récent des applications en CO₂ transcritique, notamment en froid commercial, un module transcritique est prévu dans la maquette, pouvant fonctionner soit :

- seul, en système mono-étagé
- en booster, par un raccordement avec la partie CO₂ subcritique.

Cette partie comprend :

- 1 ou 2 compresseur(s) transcritique(s) ;
- 1 refroidisseur de gaz ;
- 1 évaporateur refroidisseur d'air en détente directe de CO₂.

Cette partie permet :

- de comprendre le fonctionnement d'un système CO₂ transcritique et en particulier celui du refroidisseur de gaz et des vannes de détente spécifiques ;
- de comprendre le fonctionnement d'un cycle booster en CO₂ ;
- de manipuler le CO₂ en haute pression (100 bar environ) et de pratiquer le remplacement de composants.

6.2 Evaluation d'un budget d'investissement

Sur la base de cette maquette, un budget préliminaire a pu être étudié dans le cadre du projet réalisé au centre AFPA à La Réunion. Il conduit à un coût unitaire de 100 000 euros hors taxe pour un module complet du type décrit ci-dessus, avec une solution adaptée aux fluides CO₂, NH₃ et HC.

Il prend en compte la distribution du froid et son utilisation (évaporateurs de chambre froide).

Pour certains centres, en raison de choix établis ou de disponibilité d'une partie d'équipements existants, ce budget peut être ramené à 50 000 euros, dans le cas notamment de l'installation d'une cascade ou d'un booster transcritique au CO₂.

Par conséquent, selon les équipements existants des centres et leur décision de pratiquer une formation à la manipulation des fluides dits « naturels » CO₂, NH₃ et HC, le budget peut varier de 50 000 à 100 000 euros d'investissement.

7 COMMENTAIRES

7.1 Evaluation quantitative des besoins des personnes à former

7.1.1 CO₂

Compte-tenu des données recueillies, les besoins en formation peuvent être estimés aujourd'hui en France à 10 000 personnes à former.

Probablement moins de 500 d'entre eux disposent d'une expérience CO₂. Moins de 300 ont été formés depuis 3 ans en France, et essentiellement sur la partie théorique. Ils ont néanmoins acquis une expérience pratique sur les 300 installations en fonctionnement, lesquelles ne couvrent cependant pas ou très peu les applications en transcritique (il en existe en France moins d'une vingtaine).

Environ une quinzaine de centres de formation intégrant une partie pratique de manipulation pourraient s'avérer nécessaires pour répondre à la demande tout en limitant les déplacements des intervenants sur le territoire et les coûts engendrés. De plus, les unités de formation ainsi créées pour compléter la formation des personnels sur les différents fluides peuvent se révéler peu transportables ou spécifiques à un fluide donné.

Hormis les industriels qui disposent déjà d'installations utilisées pour la formation (Axima, Johnson Controls, GEA Matal/Association MATAL Formation, Profroid...), certains établissements de formation ont récemment lancé des formations, en particulier sur le CO₂, dont il faut tenir compte. Il s'agit notamment du CFI à Orly (lequel dispense aussi, une formation HC), l'AFPA à Agen, Metz et Alençon (Strasbourg est en projet), le Lycée la Fontaine des Eaux en lien avec le Pôle Cristal à Dinan, le Lycée Raspail à Paris, la société AF Consulting à Lyon. D'autres ont également des projets à l'étude, comme le Lycée Saint Joseph à Troyes, le Lycée La Martinière à Lyon, la société Coprotec à Colmar... En revanche, les régions Nord, Aquitaine, PACA, Centre, Bourgogne, Ouest Bretagne demeurent encore peu équipées.

7.1.2 NH₃

On peut évaluer à 2000 les techniciens qui auront à pratiquer l'ammoniac dans un futur proche, relevant d'entreprises utilisatrices, de fabrication, d'installation et de sociétés d'intervention/maintenance.

Aujourd'hui, on recense entre 500 et 800 intervenants formés. Le nombre de centres de formation à la manipulation du NH₃ pourrait être estimé à 5, rien que pour la métropole, auxquels s'ajoutent bien entendu les sites de formations des organismes et sociétés privées, tels que AMF-Matal, GDF-Suez, Johnson Controls.

Les AFPA de Montauban et Alençon disposent d'équipements et organisent quelques stages par an.

7.2 Spécificités de la formation initiale

A ce jour, la formation initiale relative aux fluides suscités est *a priori* abordée lors de la formation théorique. En revanche, elle se révèle quasi inexistante en pratique dans les établissements en charge de cette formation initiale. Par ailleurs, elle n'est pas sans poser question quant aux règles imposées dans le cas des établissements recevant du public (ERP) vis-à-vis d'installations en NH₃ et HC, inflammables, voire considérés potentiellement explosifs. Il est important de noter que l'équipement des centres de formations concernés nécessitera non seulement des budgets d'investissements pour disposer de plateformes de formation pratique, suffisantes pour répondre aux besoins de formation sur le territoire, mais également du temps pour intégrer ces aspects dans les cursus et les programmes établis par l'éducation nationale.

Or, des réformes des programmes, notamment pour les BTS concernant ces filières, ont déjà été engagées. Ceci passe par une sensibilisation et une mobilisation des acteurs, dans laquelle une association comme l'AFF a un rôle à jouer.

En pratique, l'association estime qu'en lycée professionnel ou à l'IFFI, notamment, la formation à l'utilisation des fluides dits « naturels » devrait représenter environ :

- 50h de théorie, avec présentation des différents produits et applications ;
- 24h de pratique sur les interventions de charges, les remplacements de composants - pompes, systèmes de détente – les purges, etc.

7.3 Spécificité de la formation continue

Face aux besoins croissants sur la formation à la manipulation des fluides dits « naturels », des formations dédiées aux formateurs eux-mêmes, aux professionnels intervenants depuis l'installation jusqu'à la maintenance, aux bureaux d'études et de conseil aux entreprises, doivent être mises en place en priorité et très rapidement. En premier lieu, la formation théorique à la manipulation du CO₂ s'avère indispensable, en priorité comme la partie pratique de manipulation en toute sécurité l'est pour le NH₃ et les HC.

Cette formation doit par ailleurs être organisée à l'échelle du territoire, régionalisée, afin de limiter les coûts et les temps de déplacements des intervenants formateurs et des participants.

L'AFF, en mobilisant ses membres experts et partenaires, pourrait être à même de coordonner la formation des formateurs, voire de mettre en place une formation en ligne, permettant aux intervenants :

- de renforcer leurs connaissances en mettant à leur disposition :
- des fiches de présentation des systèmes de production de froid ;

- des diagrammes et tables de données sur les caractéristiques physiques, chimiques, de sécurité, propres à chaque fluides considérés ici ;
- des fiches de calculs de systèmes cascade ou transcritique, de récupération de chaleur (préciser), des préconisations de manipulation ;
- les différentes réglementations et fiches de sécurité de frigorigènes.
- de tester leurs connaissances via un document « questions/réponses » en ligne.

8 CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS D' ACTIONS

Il apparaît que la formation théorique peut être dispensée avec la structure de formation existante tant en formation initiale qu'en formation continue. La formation pratique, du fait des exigences de sécurité, demande des investissements considérables en équipements spécifiques.

Il nous semblerait donc judicieux de les concentrer sur un nombre suffisant, mais restreint, de sites prestataires de service des organismes de formation. Certains sites existants pourraient être à même de remplir ce rôle.

L'AFF est à la disposition des professionnels, de leurs organisations et du Ministère pour :

- Préciser une organisation opérationnelle ;
- Préparer un cadre juridique institutionnel.
- Ce document est bien sûr amené à évoluer. L'AFF suit l'évolution de la réglementation et de son application et veillera à le mettre jour.
- Il sera actualisé sur le site de l'association, www.aff.asso.fr.

L'AFF remercie tous ses membres et partenaires qui, nombreux, ont collaboré à l'élaboration de ce document.

L’AFF, association française du froid, est une association Loi 1901 d’utilité publique créée en 1908, qui fédère les acteurs de la filière « froid » autour de travaux communs en faveur de l’innovation, du partage des savoirs et des connaissances et du développement d’un froid durable, indispensable à nos sociétés. Elle intervient auprès des pouvoirs publics et accompagne les professionnels dans les évolutions réglementaires, technologiques de la filière, aux échelles nationale et internationale.

L’AFF assure, en vertu de l’arrêté interministériel du 26 mai 1999, le secrétariat du **Conseil national du froid** (CNF), structure de concertation officielle groupant 11 départements ministériels et les organismes professionnels du froid, et abrite le siège de **la CNEFIC**, (Compagnie nationale d’Experts en génie frigorifique, génie climatique, isolation frigorifique).

L’AFF publie une revue scientifique et technique mensuelle, La Revue générale du froid (RGF).

www.aff.asso.fr



Association Française du Froid

ANNEXES

Etude
Formation à la manipulation des fluides dits
« naturels »
CO₂, NH₃, HC
-
Etat des lieux et des besoins

ANNEXE 1

Recueil des programmes de formation existants

Institut Français du Froid Industriel (IFFI)

<http://iffi.cnam.fr/>

L'enseignement prodigué sur les fluides dits « naturels » (janvier 2014) ne comporte pas de module ciblé sur ce type de fluides, mais un enseignement qui aborde les spécificités du CO₂ et du NH₃, sous forme d'une conférence d'une durée de 3h et des travaux pratiques.

La conférence sur le CO₂ traite des points suivants :

- Propriétés thermophysiques et environnementales de ce fluide ;
- Cycle transcritique, optimisation de la pression, température de « condensation » en fonction de la température extérieure ;
- Les différentes applications ;
- Climatisation automobile, production d'eau chaude sanitaire;
- La production de froid « tout CO₂ » ;
- Cascade CO₂ ;
- Dispositif pour éviter les remontées en pression en cas d'arrêt prolongé.

La conférence sur le NH₃ aborde l'utilisation de ce fluide et la réglementation qui se rapporte à son utilisation. D'autres présentations abordent la réglementation d'une manière générale sur les fluides, les équipements sous pressions, etc.

Travaux pratiques : sur un petit groupe au CO₂/R134a, les étudiants effectuent les manipulations de charge et vidange avec tirage au vide et une pesée de la bouteille. Sur une cascade NH₃/CO₂ et sous la responsabilité d'un enseignant, les étudiants réalisent des bilans thermiques et énergétiques et étudient les problèmes de régulation.

Le personnel encadrant se compose de 4 enseignants titulaires de l'attestation d'aptitude, le laboratoire de l'IFFI disposant de l'attestation de capacité.

Voir à : http://iffi.cnam.fr/formation-continue/formation-intra-entreprises/le-co2-fluide-frigorig-ne-90612.kjsp?RH=iffi_formen

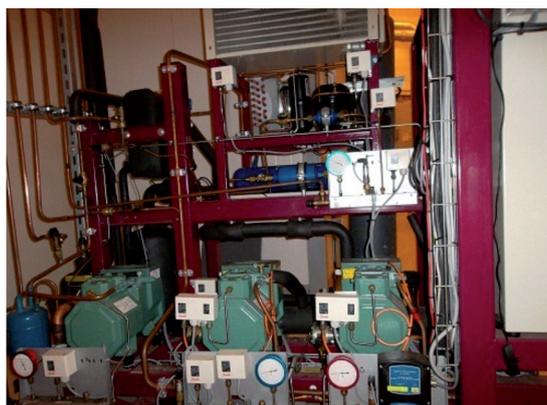
Centre des formations Industrielles (CFI)

<http://www.cfi-formations.fr/>

Relevant de la Chambre de Commerce et d'Industrie de la Région Ile-de-France, le centre CFI d'Orly s'est équipé d'un plateau technique pour former les professionnels (formation continue) dans un premier temps, avec pour objectif à plus ou moins long terme de former les apprentis (formation initiale) aux technologies des fluides naturels dans le domaine du froid commercial et industriel.

Le CFI disposait d'une centrale à l'ammoniac, mais l'encombrement de cet équipement et les contraintes de sécurité ont orienté cet établissement vers l'utilisation d'autres fluides. Pour cette raison, le choix s'est porté sur une centrale CO₂ subcritique, suivi d'une plateforme de formation sur les hydrocarbures (congélateurs à groupes logés) puis d'une centrale CO₂ transcritique.

Centrale subcritique au CO₂



Cette centrale est constituée d'une cascade R134a / CO₂ sur une chambre froide négative à la température ambiante de -25°C, les 2 compresseurs de l'étage haute température fonctionnent au R134a.

L'échangeur intermédiaire sert d'évaporateur au R134a et de condenseur au CO₂, l'évaporateur de la chambre froide est alimenté par un détendeur électronique adapté au CO₂, l'ensemble dispose d'un groupe de maintien de pression, afin de garder la charge en période d'arrêt.

Formation sur la cascade subcritique au CO₂

La formation comprend deux parties, une formation théorique et une formation pratique.

La formation théorique porte sur :

- les spécificités du CO₂ (point triple, HP élevée),
- les principes des cycles frigorifiques bi-étagés,
- la comparaison du CO₂ aux autres fluides à basse température,
- l'identification des éléments du circuit à partir d'un schéma frigorifique de principe,
- la sélection des composants du circuit,
- la détermination du point de couplage, des problèmes liés au retour d'huile,
- le rappel des problèmes dus aux perturbations thermiques provenant de la désurchauffe, au dégivrage, au respect des normes actuelles (DESP), à la possibilité de récupérer la chaleur,
- le fonctionnement d'un groupe de maintien de pression et la régulation des compresseurs.

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants

La formation pratique insiste sur les précautions d'emploi (santé, sécurité), les risques liés aux remontées rapides de pression (« backup »), aux risques de détente partielle (« flash gas »), à la mise en place d'une démarche avant intervention, à la manipulation du CO₂. On explique comment vérifier le niveau de liquide dans le réservoir. On procède aux relevés de fonctionnement des circuits haute et basse pressions (HP et BP). On insiste sur les incidences d'un manque de charge sur les circuits HP et BP, on vérifie les réglages des éléments de sécurité, on rappelle les spécificités du matériel (soupapes de sécurité du compresseur). Les participants interviennent ensuite dans le cadre de la maintenance préventive (remplacement du déshydrateur, vidange du circuit d'huile) ou d'une maintenance curative (remplacement d'un élément du circuit).

Centrale transcritique au CO₂

La centrale comprend un groupe CO₂ à haute température avec son désurchauffeur (« gascooler »), les systèmes de détente spécifique aux équipements transcritiques, un réservoir de liquide à pression intermédiaire, un détendeur électronique, un évaporateur, un dispositif de séparation d'huile.

La formation sur la centrale transcritique est en cours de mise en place, elle donnera lieu à une expérimentation en vrai grandeur.

La formation Hydrocarbures

La formation sur les hydrocarbures du CFI se déroule sur une période de 3 jours au centre d'ORLY. Elle s'intitule : « *FR36 - Manipuler des fluides frigorigènes propane et isobutane (R290 et R600a)* »

Les objectifs de cette formation sont :

- de rappeler les limites d'utilisation des fluides hydrocarbures dans le respect de la législation,
- de respecter les règles de sécurité, lors de la manipulation de fluides combustibles,
- d'assurer la maintenance des meubles frigorifiques de vente au R290 et des équipements à détente par capillaire fonctionnant au R600a.

Les auditeurs intéressés par ce type de formation appartiennent aux entreprises d'installation et maintenance dans les domaines du froid et des grandes cuisines.

La formation se déroule alternativement en salle et en atelier.

> *En salle, les auditeurs :*

- se forment aux techniques et aux technologies des cycles frigorifiques utilisant des hydrocarbures, ils peuvent comparer l'efficacité du cycle frigorifique avec celui des fluides HFC,
- étudient les spécificités des technologies et des techniques spécifiques des installations utilisant des hydrocarbures.

On leur rappelle les notions de sécurité indispensables concernant les pressions, l'inflammabilité des produits et la méthode pour intervenir en toute sécurité.

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants

> *En atelier, les auditeurs :*

- contrôlent le bon fonctionnement d'une installation contenant de faibles (<150 g) quantités de fluide,
- mesurent les performances et apprennent à identifier les dérives de fonctionnement afin d'en tirer le diagnostic en vue du dépannage,
- suivent une procédure visant à assurer un entretien correct,
- apprennent ensuite à effectuer en toute sécurité les interventions courantes sur un circuit frigorifique (charge, évacuation, remplacement d'un élément du circuit frigorifique).

<http://www.cfi-formations.fr/manipuler-des-fluides-frigorigenes-propane-et-isobutane-r290-et-r600a>

COPROTECwww.professionnels-energie.fr/

PROPOSITION CONTENU DE FORMATION CO₂

PERFORMANCE ENERGETIQUE

- Rendement volumétrique
- Stabilité de température
- Réduction puissance installée et consommée

SON UTILISATION (NF 378)

- Fluide frigoporteur monophasique ou diphasique
- Fluide frigo en cascade
- CO₂ transcritique
- CO₂ subcritique (frigoporteur)
- Réglementation

PRODUCTION DE CO₂

- Les filières
- La purification du CO₂

LES ELEMENTS CONSTITUANTS L'INSTALLATION et leurs applications

- Réacteur d'oxydation catalytique
- Démousseur, laveur, Gazomètre
- Stockage
- Vaporiseur
- Désodoriseur....

DIMENSIONNEMENT

- Diagramme de Mollier + CO₂ en cascade
- Equipement sous-pression
- Maintien de la température basse
- Le COP

MAINTENANCE**SECURITE ET PREVENTION**

- Caractéristiques du CO₂
- Règles de sécurité à mettre en place
- Prévention des risques

PRATIQUE

- Manipulation du fluide
- Opération de tirage au vide
- Opération de charge et de stockage
- Modes opératoires
- Changement des organes dans le cadre de la maintenance

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants**AUTRES POINTS**

- La DESP (Directive des Équipements Sous Pression)
- Les technologies de bi et tri compresseurs (maître esclave)
- La régulation
- La mise en place de pressostat HP à cartouche avec réarmement automatique pour chaque compresseur (selon norme EN 378-2 : 2009) dans le cas où l'on travaille avec un bi- compresseur en cascade,
- L'intérêt d'une sécurité de niveau d'huile sur le réservoir liquide
- Le fait que le CO₂ ne corrode pas les canalisations
- Comparaison avec les autres fluides d'un point de vu de masse volumique donc de puissance demandé au compresseur
- Les huiles compatibles avec le CO₂

PROPOSITION CONTENU DE FORMATION NH₃

CONTENU THEORIQUE

- La réglementation NH₃
- Caractéristiques physiques de l'ammoniac
- Les typologies d'installations
- Le fonctionnement de ces installations les éléments la constituant
- Stockage ammoniac
- La maintenance
- Le dimensionnement
- Effectuer les mesures de sécurité
- Surveillance de l'installation, quelles sont les méthodes existantes ?
- Procédure d'installation
- Le principe de bas de l'absorption
- La déférence entre une réaction thermodynamique et thermochimique
- Rapport de L'INERIS concernant les fuites à l'ammoniac
- Le confinement
- L'intérêt d'une déshumidification poussée des installations (création d'acide et réaction exothermique)
- L'utilisation de jointures résistante particulières
- Voir si y il a une classification des bâtiments en présence de NH₃
- La possibilité d'associer le NH₃ et le CO₂ en cascade
- Situation d'urgence à tenir (agent extincteur —> uniquement du CO₂)
- La différenciation entre les systèmes à absorption (Eau/NH₃) et thermodynamique classique
- Introduction sur certains diagrammes : diagramme d'Oldham pour les systèmes à absorption et diagramme de Merkel.
- Introduction sur une notion très importante en absorption —> la viscosité dynamique.

PARTIE PRATIQUE

- Le port des EPI
- Manipulation du fluide
- Opération de tirage
- Opération de charge
- Changement des organes.

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants

Cemafruid
www.cemafruid.fr/

Formation Ammoniac

| Contexte et identification du besoin | |
|---|---|
| Objet / titre de la formation | Manipulation de l'ammoniac dans les entreprises. |
| Contexte réglementaire | Rubrique 11 36 emploi de l'ammoniac, arrêté du 16 juillet 1997, arrêté du 19 novembre 2009 et recommandation CNAMTS R242 ; La rubrique ICPE qui concerne l'ammoniac changera de numéro (4735) dans le cadre de la révision de la nomenclature, en lien avec la Directive SEVESO. |
| Contexte technique | <p>Les principales difficultés liées à l'usage de l'ammoniac sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le respect de la réglementation environnement dans la conception des installations (rubrique ICPE, arrêté impliquant des exigences de conception, ...) - Le respect de consignes de sécurité en raison de la toxicité de l'ammoniac emploi de RIA, douches, plan d'évacuation spécifique...) <p>L'emploi de l'ammoniac comme alternative aux HFC à fort GWP concerne essentiellement de grosses installations de froid commerciales souvent isolé des zones urbaines dense en raison des exigences ICPE ;</p> |
| Compétences clés | <ul style="list-style-type: none"> - Respect des règles de sécurité lors de la maintenance des installations en raison de la toxicité de l'ammoniac - Connaissance des dispositions réglementaires applicables - Connaissance métier relatifs aux spécificités des installations (confinement, exigences constructives, matériel de sécurité....) |
| Pré requis, cible (stagiaires visés) | <ul style="list-style-type: none"> - Technicien de maintenance - Encadrement |
| Objectif visé de la formation | <ul style="list-style-type: none"> - La formation doit permettre d'étendre les compétences d'opérateurs formés sur les installations fonctionnement avec des HFC pour les installations à l'ammoniac. - Les dispositifs complexes de type cascade Ammoniac/ autres fluides <p>La compétence technique axée sur l'étude des particularités des installations devra en outre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intégrer une partie théorique importante sur la connaissance des exigences réglementaires qui impactent la conception des installations et les dispositifs auxiliaires de sécurité (arrêté du 19 novembre 2009 et recommandation CNAMTS R242) - Intégrer ou faire appel à des formations transverses pour le port des EPI (ARI notamment) |
| Objectif d'une certification de personnel éventuelle | Pour accompagner la montée en puissance d'une formation au technique alternative au HFC à fort GWP, la formation pourrait être sanctionné dans la cadre du respect des consignes de sécurité – ce point est déjà prévu dans le dispositif d'habilitation des intervenants au titre des exigences ICPE. Elle pourrait être dédié à l'activité particulière du froid commerciale en prenant en compte les aspects spécifiques du métier. |

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants

| Evaluation de l'existant | | |
|--|--|------------------------|
| Liste des stages ou des formations existantes / Titre | Contenu synthétique | Localisation |
| Cemafroid Formation | Exigences arrêté du 19 novembre 2009 CEE | Fresnes, Cestas, Arras |
| Apave | Formation - Préparation à l'habilitation des intervenants sur les installations frigorifiques à l'ammoniac | |

| Proposition de programme pédagogique : | | |
|---|-------------------------|---------------------------------|
| Programme pédagogique | Pratique théorie | Objectif de l'évaluation |
| | | |


PROFROID
<http://www.profrroid.com/>
CATALOGUE DES FORMATIONS
Les formations pratiques

| Formation | Lieu | Niveau | Durée | Tarif |
|---|-----------------------------|--|---|--|
| Principe de base et manipulation sur une pompe à chaleur CO ₂ transcritique : Cliquer ici pour visualiser le détail | Centre de formation Aubagne | Installateurs qui souhaitent réellement travailler avec le CO ₂ transcritique | 2 x 8 h 00 | Au centre de formation de l'usine : Maximum 5 personnes. 2 100.00 Euros h.t. pour 2 personnes. 2 600.00 Euros h.t. pour 3 personnes. 3 000.00 Euros h.t. pour 4/5 personnes Sur vos sites : Forfait journalier : 925.00 Euros h.t. Nous prévenir 3 à 4 semaines à l'avance Le transport et l'hébergement ne sont pas compris dans ces prix. Pour réserver ou avoir de plus amples renseignements contacter Monsieur Olivier Blanc Oblanc@profrroid.com |
| Centrale à vis : Formation à la mise en service. | Sur site | | Plusieurs jours à définir en fonction de l'installation | |
| Centrale CO ₂ subcritique : Formation à la mise en service. | Sur site | | Plusieurs jours à définir en fonction de l'installation | |
| Centrale CO ₂ transcritique : Formation à la mise en service. | Sur site | | Plusieurs jours à définir en fonction de l'installation | |

PROGRAMME DE FORMATION
Principe de base et manipulation sur une pompe à chaleur CO₂ transcritique

| 1ere journée | | 2ème journée | |
|---|--|---|---|
| Matin 9 h 00 - 12 h 00 Partie théorique | <ul style="list-style-type: none"> - Eléments généraux. - CO₂ sub et transcritique, notions DESP. - Cycle transcritique. - Analyse technologique des principaux composants employés (compresseur Dorin, vanne de détente, etc...) - Présentation de la machine de formation. - La partie " hardware ". - La partie " software ". | Matin 9 h 00 - 12 h 00 Eléments théoriques complémentaires | <ul style="list-style-type: none"> - Le fonctionnement en booster, la récupération de chaleur. |
| Après midi 13 h 30 - 17 h 30 Découverte de la machine | <ul style="list-style-type: none"> - Partie " hardware ". - Le repérage des composants frigorifiques, leur rôle et la numérotation. - Les organes de sécurité et de contrôle. - Soupape avec disque de rupture, pressostats, les sondes de températures - Le système de gestion de l'huile (désuilage / contrôle de la pression d'huile). - Les fonctionnements sub / transcritique. - Découverte de l'interface de l'automate. - Login / logout mot de passe menu. - Analyse de chaque menu fonctionnel, code des couleurs, modes de fonctionnement, les alarmes. - Préréglage : Vérification des paramètres usine et ajustement (explication des limites de fonctionnement, des effets des paramètres) | Après midi 13 h 30 - 17 h 30 Démarrage et mise en service de la machine | <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle de fonctionnement. - Manipulations / opérations de maintenance. |

Cofely AXIMA / GDF- Suez
http://www.aximaref.com/francais/formation/accueil/index_accueil.php
FICHE PROGRAMME
Manipulation CO2
Le Froid Revient au Naturel
FF2
OBJECTIFS
Etre capable de :

- Réaliser les opérations de manipulation courante du CO₂ sur installation grandeur réelle
- Assurer la sécurité et prévention des risques liés à la manipulation du CO₂

PROFIL DES PARTICIPANTS

- Responsables et agents d'entretien des équipements de CO₂
- En général, toute personne pouvant être amenée à manipuler, surveiller ou utiliser un équipement de CO₂

METHODES PEDAGOGIQUES

- Démonstration sur installation CO₂ Booster subcritique et transcritique
- Entraînements en binôme sur installation
- Exposés et discussion
- Exposés technologiques illustrés par rétroprojection.

Pour votre sécurité veillez à vous munir de vos EPI (chaussures, lunettes, gants).

CONTENUS

- Rappel du fonctionnement des installations frigorifiques.
- Rappel du diagramme
- règles de sécurité liées à la haute pression température
- caractéristiques du CO₂
- diagrammes : subcritique, transcritique et booster
- organes spécifiques au CO₂ : flash gaz, back pressure, déshydrateur
- Manipulation du fluide :
- Opérations de tirage au vide
- Opération de charge et stockage
- Mode opératoire des meilleurs pratiques
- changements des organes sous subcritique et transcritique
- Entraînements en binôme

Durée : 2jours
Date 2011/2012 : sur demande
Lieux : Aubagne, Lille, Lyon, Marseille, Nantes, Strasbourg
Prix : nous consulter

Ce stage peut avoir lieu dans votre entreprise ou dans nos locaux en intra-entreprise.

FORMATION SECURITE NH₃
REGLEMENTATION FRANCAISE

- Arrêté du 16.07.97
- Arrêté du 23.02.98

REGLEMENTATION EUROPEENNE

- EN 378
 - > Chapitres 1 à 4: sécurité des installations frigorifiques
- DIRECTIVES EUROPEENNES
 - > MACHINES 98/37
 - > DESP 97/23
 - > CEM 89/336
 - > BASSE TENSION 72/23


AFPA
<http://www.afpa.fr/>

SECURITE NH3 (FR8)

Du 05 au 07 novembre 2013

- **OBJECTIF :**
 Connaître les circuits utilisant l'ammoniac, les dangers que ce fluide présente, les solutions pour intervenir sans risque.
 Répondre aux exigences de l'article 54 de l'arrêté du 16.07.1997 et de l'article 4-2 de la norme EN 378-4 /2000.
- **CONTENU :**
 L'ammoniac comme fluide frigorigène : ses caractéristiques et ses particularités.
 Utilisation de l'ammoniac et les risques pour l'homme et l'environnement.
Précautions d'emploi :
 - sécurité des personnes,
 - sécurité des installations.
 Les procédures de fonctionnement :
 - mode normal,
 - mode dégradé.
- **PRINCIPAUX SAVOIRS :**
 - Connaître les éléments qui composent un circuit et les limites de leurs utilisations.
 - Appréhender les risques que présente l'intervention sur des circuits utilisant l'ammoniac
- **PRINCIPAUX SAVOIRS FAIRE :**
 - Utiliser, en toute sécurité, un Appareil Respiratoire Isolat à circuit ouvert.
 - Intervenir à bon escient sur les installations frigorifiques
- **PUBLIC :**
 - Personnels travaillant sur des sites possédant des installations frigorifiques utilisant de l'ammoniac.
- **PRE-REQUIS :**
 - Personnel apte à utiliser un appareil respiratoire autonome.
- **DEMARCHE ET MOYENS PEDAGOGIQUES :**
 Cours théoriques appuyé par des applications pratiques sur une installation de type booster fonctionnant à l'ammoniac.
 Présentation de l'ARI et réalisation d'une intervention avec celui-ci.
- **DUREE :**
 - 3 jours
- **TARIF :**
 - 750 €
- **VALIDATION :**
 Attestation de participation au stage



AMF (Association MATAL FORMATION)

<http://www.matal-formation.fr>

CO2 CONDUITE D'INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES FONCTIONNANT AU CO2

> Connaître les spécificités du CO2 et ses incidences sur la conduite des équipements.

Objectifs

- Connaître les spécificités du CO2/fluide naturel
- Conduire en sécurité ce type d'installations frigorifiques.

Public concerné

Personnel d'exploitation et/ou maintenance des installations CO2.

Prérequis

Connaître les bases du fonctionnement des circuits frigorifiques.
Avoir suivi une de nos formations APIF ou équivalent.
Avoir acquis une expérience pratique.

Durée : 1,5 jour.

Validation

Attestation de présence.

PROGRAMME

1^{er} jour de 13h30 à 17h30

- Rappel des notions physiques.
- Contexte d'utilisation du CO2.
- Propriétés particulières du CO2 : physiques, chimiques, thermodynamiques.
- Etude des différents types de circuits frigorifiques au CO2.
- CO2 utilisé comme frigoporteur.
- Mise à niveau théorique sur les diagrammes enthalpiques, tracé du cycle frigorifique simple, du cycle avec circulation forcée dans les évaporateurs, du cycle double étage, cycle du compresseur à vis avec économiseur.

2^{ème} jour de 8h30 à 17h00

- Tracé des cycles frigorifiques subcritiques, transcritiques sur diagramme enthalpique du CO2.
- Les soupapes de sécurité/complément de charge
- Charge et purge d'huile.
- Avantages et inconvénients du CO2.
- Précautions à prendre avant d'ouvrir un circuit.
- Dangers et effets physiologiques du CO2.
- Règles et consignes de sécurité.
- Conduite à tenir en cas de fuite et premier secours à un accidenté.
- Coffret de détection CO2 et automatismes associés.

AMF 2014 - FORMATION CO2

Semaine 15 : 9 et 10 Avril 2014

Prix : 650 € HT/stagiaire

(Déjeuners des jours de formation inclus, hébergement non compris)

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants



NH₃/CO₂

MAITRISE DES INSTALLATIONS DE REFRIGERATION FONCTIONNANT A L'AMMONIAC ET AU DIOXYDE DE CARBONE

> Découvrir son installation en cascade CO₂/NH₃ pour une exploitation sécurisée et dans le respect de la réglementation.

Objectifs

- Comprendre le circuit frigorifique industriel.
- Acquérir un comportement responsable sur les circuits CO₂ et ammoniac.
- Etre sensibilisé aux risques liés à ces fluides.
- Analyser pour intervenir et assurer la maintenance des installations industrielles.
- Se conformer à la réglementation en vigueur.

Public concerné

Personnel d'exploitation et/ou maintenance des installations combinant des fluides CO₂ et ammoniac (groupe à faible charge)

Prérequis

Avoir suivi une de nos formations APIF ou CIF ou équivalent.
Connaître les installations frigorifiques sur lesquelles les personnes peuvent être amenées à intervenir.

Durée : 4 jours répartis sur 5 journées consécutives.

Validation

Attestation de présence.
Bilan de compétences (en relation avec les objectifs et comprenant éventuellement le port de l'ARI).

PROGRAMME

Lundi de 13h30 à 17h30

- Rappels de notions physiques.
- Les circuits frigorifiques industriels à l'ammoniac.
- Différents systèmes de détente et d'alimentation.
- Alimentation par pompe ou par gravité.
- Les accessoires.

Mardi de 8h30 à 17h30

- Les compresseurs industriels.
- Les évaporateurs et leur exploitation.
- Les accessoires.
- Lubrification, purge d'huile.
- Les condenseurs.

Mercredi de 8h30 à 17h30

- Caractéristiques physiques et chimiques du dioxyde de carbone.
- Dangers, effets physiologiques et protections.
- Règles et consignes de sécurité.
- Particularités des circuits au dioxyde de carbone.

Applications pratiques

- Visite d'une installation. Repérage du matériel, des points dangereux et importants pour la sécurité.

Jedi de 8h30 à 17h30

Contexte d'utilisation des installations à l'ammoniac.

- Caractéristiques physiques de l'ammoniac.
- Sensibilisation aux risques pour le personnel et pour l'environnement.
- Règles et consignes de sécurité.
- Les fuites et étude de scénarios de fuite.
- Utilisation des protections, premier secours et conduite à tenir en cas d'accident.
- Exercices de réflexion sur intervention en mode dégradé.

Applications pratiques

Visualisation de fuites et mise en pratique de l'Appareil Respiratoire Isolant avec combinaison étanche.

Vendredi de 8h30 à 12h00

- Implications de la réglementation au niveau de l'organisation des équipes de maintenances et d'intervention.
- Etude de procédures d'intervention et d'alerte.
- Exercices d'évaluation des compétences.

AMF 2014 - FORMATION NH₃ / CO₂

Semaine 05 : **27 au 31 janvier 2014**

Autres dates et formation Intra : nous consulter

Prix : 1 680 € HT/stagiaire

(Déjeuners des jours de formation inclus, hébergement non compris)

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants



RAPPEL NH3 (AMMONIAC)

> Rappel sur les risques liés à l'ammoniac, les procédures d'intervention et les moyens de protection.

Objectifs

- Connaître ses limites pour intervenir en toute sécurité et savoir se protéger.
- S'exercer au port du scaphandre et de l'A.R.I. (cf arrêtés du 16/07/1997 et du 19/11/2009 des installations classées et recommandation de la Carsat/Cram - INRS R242).

Publics concernés

Personnel d'exploitation et/ou maintenance d'installations à l'ammoniac.
Membres de l'Equipe de Première Intervention.

Prérequis

Avoir suivi une de nos formations MIRFA, SECU2, SIRA, NH3/CO2 ou équivalent.
Connaître les bases d'une installation frigorifique industrielle.

Durée : 1 jour.

Validation

Attestation de présence.
Bilan de compétences (en relation avec les objectifs et comprenant éventuellement le port de l'ARI).

PROGRAMME

- Évaluation des connaissances.
- Rappels concernant l'organisation, la sécurité et l'intervention.
- **Applications pratiques**
- Visualisation des points dangereux.
- Coffret de détection NH3 et automatismes prévus. (chaîne de sécurité)
- Mise en situation (possibilité d'utiliser une machine à enfumer la salle des machines).
- Exercice du port de l'Appareil Respiratoire Isolant (ARI) et du scaphandre (moyens de protection).
- Interventions sur fuites simulées en salle des machines.

AMF 2014 - FORMATION RAPPEL NH3

Cette formation est réalisée en formule Intra-Entreprise

Dates et prix : nous consulter



ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants



SECU 1
SECURITE SUR LES INSTALLATIONS A L'AMMONIAC

> Comprendre les mesures de sécurité spécifiques des installations frigorifiques à l'ammoniac.

Objectifs

- Comprendre le fonctionnement d'une installation industrielle.
- Connaître les risques et les règles de sécurité.
- Savoir se protéger et agir en cas de fuite d'ammoniac.
- Alerter les secours internes et externes.

Public concerné

Responsables de site, d'exploitation.
 Personnel de production et/ou affecté à la surveillance occasionnelle des installations fonctionnant à l'ammoniac (astreinte, sa surveillance).

Durée : 1 jour.

Validation

Attestation de présence.

PROGRAMME

- Etude des points importants d'une installation frigorifique par rapport à la sécurité.
- Etude des caractéristiques importantes de l'ammoniac.
- Détection des fuites : mode opératoire et matériel.
- Etude des dangers : effets physiologiques.
- Règles de sécurité par rapport aux fuites d'ammoniac.
- Coffret de détection NH3 et automatismes prévus. chaîne de sécurité.

- Limites d'utilisation des moyens de protection.
- Mise en oeuvre du masque à cartouche.
- Conduite à tenir en cas de fuite et premier secours avec un accidenté.

Applications pratiques

- Visite technique commentée de l'installation.
- Visualisation des points dangereux.
- Visualisation de l'ammoniac à l'air libre (si possible).

AMF 2014 - FORMATION SECU 1

Cette formation est réalisée en formule Intra-Entreprise

Dates et prix : nous consulter

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants



SECU 2

RISQUES ET PROCEDURES D'INTERVENTIONS SUR INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES A L'AMMONIAC

> Comprendre, établir et mettre en oeuvre des procédures d'intervention sur un circuit NH3.

Objectifs

- Connaître les dangers et identifier les risques.
- Maîtriser les règles et moyens d'intervention en sécurité.
- Aider à l'application ou à la mise en place des procédures d'intervention.

Public concerné

Personnel désigné comme responsable par l'exploitant.
Membres de l'Equipe d'Intervention affectés à la surveillance ou à l'organisation des interventions sur les installations fonctionnant à l'ammoniac.

Prérequis

Avoir suivi une de nos formations APIF, CIF, CIRFRI, MIRFA ou équivalent.
Connaître le circuit frigorifique.

Durée : 2 jours.

Validation

Attestation de présence.
Bilan de compétences (en relation avec les objectifs et comprenant éventuellement le port de l'ARI).

PROGRAMME

1^{er} jour de 9h00 à 17h30

- Contexte actuel d'utilisation des installations à l'ammoniac.
- Étude simplifiée des schémas frigorifiques représentatifs.
- Sensibilisation, analyse des risques pour le personnel et pour l'environnement, les fuites
- Caractéristiques physiques de l'ammoniac.
- Effets physiologiques.
- Règles et consignes de sécurité.
- Premiers secours et conduite à tenir en cas d'accident.

2^{ème} jour de 8h30 à 17h00

- Exemple de procédures d'exploitation et d'intervention.
- Présentation des moyens de protection et de leurs limites d'utilisation.

Applications pratiques

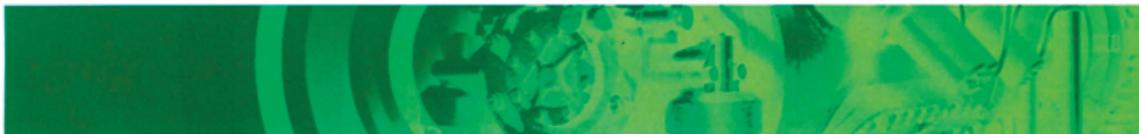
- Visualisation de fuites d'ammoniac
- Mise en pratique de l'Appareil Respiratoire Isolant avec combinaison étanche.
- Evaluation des compétences.

AMF 2014 - FORMATION SECU 2

Semaine 7 : **11 et 12 Février 2014** Semaine 24 : **11 et 12 Juin 2014**
Semaine 21 : **20 et 21 mai 2014** Semaine 49 : **2 et 3 Décembre 2014**

Prix : 930 € HT/stagiaire

(Déjeuners des jours de formation inclus, hébergement non compris)



Stage agréé AFF

SIRA

SECURITE, INTERVENTION ET REGLEMENTATION DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES FONCTIONNANT A L'AMMONIAC

> **Comprendre la réglementation par une approche globale pour exploiter en sécurité vos installations frigorifiques à l'ammoniac.**

Objectifs

- Connaître et savoir mettre en oeuvre la réglementation concernant les installations à l'ammoniac.
- Adapter son comportement face aux dangers de l'ammoniac.
- Se protéger et protéger les autres dans les zones à risque.
- Pouvoir intervenir sur une installation défaillante et organiser les secours.

Public concerné

Personnel technique, Travaux Neufs, Energie, Maintenance, QHSE.
Personnel désigné comme responsable par l'exploitant.

Prérequis

Avoir suivi une de nos formations APIF, CIF, CIRFRI ou équivalent.
Connaître les bases en électromécanique ou physique.
Avoir été confronté à des systèmes frigorifiques.

Durée : 3 jours et demi, répartis sur 4 journées consécutives.

Validation

Attestation de présence.
Bilan de compétences (en relation avec les objectifs et comprenant éventuellement le port de l'ARI).

PROGRAMME

Mardi de 9h00 à 17h30

- Présentation des principaux composants du circuit, étude de schémas industriels représentatifs.
- Fluides frigorigènes et ammoniac, particularités d'utilisation.
- Analyse des risques pour le personnel et l'environnement.
- Réglementation applicable selon la charge dans l'installation, présentation de la norme EN 378.

Mercredi de 8h30 à 17h30

- Equipements Sous Pression.
- Identification des zones de sécurité.
- Equipements de Protection Individuelle (EPI) et Collective (EPC).
- Moyens de détection et d'alerte, signalisation.
- Fuites et procédures d'évacuation, conduite à tenir en cas d'accident et premier secours.

Applications pratiques sur site

- Visualisation de fuites d'ammoniac
- Mise en pratique de l'Appareil Respiratoire Isolant avec combinaison étanche.

Jeudi de 8h30 à 17h30

Applications pratiques sur site

- Visualisation sur site des points dangereux.
- Identification des EPC et/ou EPI (matériel de prévention ou secours).
- Composants particuliers : EIPS.

Vendredi de 8h30 à 12h00

- Transport, Déchargement/Chargement et Stockage d'ammoniac.
- Gestion des fluides usagés.
- Plan d'Opération Interne.
- Procédures "Arrêt/Marche" et mode dégradé.
- Suivi de l'installation, visites et contrôles périodiques.
- Evaluation des compétences.

AMF 2014 - FORMATION SIRA

Semaine 23 : **3 au 6 Juin 2014**
Semaine 45 : **4 au 7 novembre 2014**

Prix 1 580 € HT/stagiaire

(Déjeuners des jours de formation inclus, hébergement non compris)

COSTIC<http://www.costic.com/>**E20 – Equipements à fluides frigorigènes naturels
Mise en service et maintenance****Objectif :**

Acquérir les modes opératoires pour la mise en service et la maintenance des groupes frigorifiques des installations fonctionnant avec des fluides naturels (ammoniac, CO₂, hydrocarbure).

Public :

Agents de maintenance. Techniciens d'entreprises d'installation ou d'exploitation de génie climatique.

Pré-requis :

Bonne maîtrise des interventions sur les circuits frigorifiques classiques ou les acquérir en suivant le stage E04

Supports pédagogiques :

Document de stage. Travaux pratiques sur des installations pédagogiques.

Programme et remarques :

- Caractéristiques des fluides naturels (ammoniac, CO₂, hydrocarbure...)
- Applications de ces fluides : pompes à chaleur, chauffe-eau thermodynamique, production de froid
- Principaux points réglementaires
- Diagramme enthalpique et performances de ces fluides
- Caractéristiques de fonctionnement des équipements avec ces fluides
- Principaux risques lors des interventions : toxicité, incendie, pression
- Procédures particulières d'intervention
- Equipements spéciaux pour les interventions sur le circuit frigorifique
- Travaux pratiques sur équipements pédagogiques :
 - Relevé des grandeurs
 - Connexion des manomètres et des équipements du frigoriste
 - Application des procédures
 - Détection des fuites

Validation :

QCM portant sur les paramètres de bon fonctionnement d'une machine frigorifique et l'analyse des relevés

Durée :

3 jours / 21 heures

Lieu :

Saint Rémy lès Chevreuse

Prix HT : 1 260,00 euros**Renseignements et inscription : Service formation – Tél : 01 30 85 20 10 – Mail : formation@costic.com**



AF Consulting

<http://www.af-consulting.fr/>

FORMATION CO₂ **Théorique et approche de la pratique**

- ❖ **POURQUOI le CO₂ ?**
- ❖ **POINTS PARTICULIERS du CO₂**
- ❖ **SECURITE, ANOXIE , PRESSIONS...**
- ❖ **CO₂ une alternative pour : les BASSES TEMPERATURES**
pour : les MOYENNES TEMPERATURES
pour : les PAC et GROUPES LOGES ...
- ❖ **COMMENT? FRIGOPORTEUR et FRIGORIGENE**
- ❖ **LES SYSTEMES/ SUBCRITIQUES - TRANSCRITIQUES**
- ❖ **LES CYCLES: MONOETAGES – BIETAGES - CASCADES - BOOSTER**
- ❖ **CO₂ et ENVIRONNEMENT**
- ❖ **IMPACT SUR LES COMPOSANTS**
- ❖ **COMPARAISONS avec un SYSTEME DETENTE DIRECTE HFC**
avec un SYSTEME FRIGOPORTEUR CLASSIQUE
avec un SYSTEME à POMPE NH₃ ou HFC
- ❖ **INTERETS de la DESURCHAUFFE**
- ❖ **DEGIVRAGE**
- ❖ **CO₂ et HUILE – CO₂ et EAU – CO₂ et AMMONIAC**
- ❖ **DETECTION : portable et fixe**
- ❖ **POINTS PARTICULIERS en CONCEPTION REALISATION**
lors de la CHARGE et MISE en ROUTE
lors des INTERVENTIONS
- ❖ **APPROCHE DES MANIPULATIONS : vide, charge, purges, remplacements**
- ❖ **Fiche CO₂ FT 238**
- ❖ **VISUALISATION DU POINT TRIPLE et du POINT CRITIQUE**
- ❖ **PRESENTATIONS de SCHEMAS ET DISCUSSIONS**
- ❖ **QUELQUES EXEMPLES d'APPLICATIONS**
- ❖ **CONTRÔLE DES ACQUIS**

FORMATION NH₃

Théorique et approche de la pratique

- ❖ RAPPELS des PRINCIPES de PRODUCTION de FROID
- ❖ IMPACT des FRIGORIGENES sur la SECURITE
- ❖ SYSTEMES de FROID INDUSTRIEL: REFRIGERATION – CONGELATION
- ❖ REFROIDISSEURS de LIQUIDE
- ❖ POURQUOI l'AMMONIAC : caractéristiques et ponts particuliers
- ❖ COMMENT ? DETENTE DIRECTE – NOYE GRAVITAIRE- CIRCULATION par POMPES - CASCADE
- ❖ COMMENT ? CIRCUITS MONOETAGES - BIETAGES - BOOSTER - ECONOMISEUR
- ❖ EQUIPEMENTS et COMPOSANTS SPECIFIQUES
- ❖ COMPARAISON avec SYSTEMES avec FLUIDES SYNTHETIQUES HFC ou HCFC
- ❖ POINTS PARTICULIERS en CONCEPTION, REALISATION et INTERVENTIONS
- ❖ HUILE et AMMONIAC : comportement, séparation, refroidissement, réintégration
- ❖ RISQUES SPECIFIQUES de l'AMMONIAC- FICHE TOXICOLOGIQUE INRS FT 16
- ❖ MATERIELS de SECURITE – EQUIPEMENTS TECHNIQUES - MARQUAGE – CONSIGNES de SECURITE
- ❖ EQUIPEMENTS de PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI) et APPAREILS de RESPIRATION INDIVIDUELS (ARI)
- ❖ PREMIERS SOINS
- ❖ FUITES – DETECTION - SOUPAPES de SECURITE
- ❖ REGLEMENTATIONS : EN 378 - ERP - AUTORISATION - DECLARATION- RUBRIQUE 1136
- ❖ PRESENTATION de SCHEMAS TYPE et DISCUSSIONS
- ❖ CONTROLE des ACQUIS
- ❖ DESCRIPTIONS et SCHEMAS des PRINCIPALES MANIPULATIONS
 - Charges d'huile et d'ammoniac
 - Compléments d'huile et d'ammoniac
 - Vidange d'un compresseur
 - Purge d'incondensable
 - Vidange d'un pot d'huile

ANNEXE 1 : Recueil des programmes de formation existants**Johnson Controls**

<http://www.johnsoncontrols.fr/>

La révision du règlement F-gas précise, article 10 §3, la nécessité de construire des programmes de certification pour les techniciens manipulant des fluides fluorés incluant « *des **informations** sur les technologies pertinentes permettant de remplacer les gaz à effet de serre fluorés ou d'en réduire l'utilisation, et sur leur manipulation sans danger* ». Il conviendra par conséquent de bien distinguer l'aspect information (réglementaire) de l'aspect formation (fortement recommandée et nécessaire).

Les programmes de formation NH₃ et CO₂ assurés par Johnson Controls dans le centre de formation pour ses techniciens et techniciens de ses clients sont disponibles à :

http://www.johnsoncontrols.fr/content/fr/fr/products/building_efficiency/refrigeration/training-centre-cftrn.html

Snefcca/ Cristal Formation

<http://www.snefcca.com/>

La Commission nationale Formation du SNEFCCA possède au catalogue de la société CRISTAL Formation, des formations théoriques CO₂ animées par Paul RIVET.

FORMATION SUR LE CO₂ POUR LES TECHNICIENS

Objectifs :

Ce stage permet **aux chargés d'affaires en installations ou S.A.V. et aux techniciens de mise en route ou d'intervention** de connaître les pratiques lors des interventions d'entretien sur les circuits au CO₂.

Contenu :

- Pourquoi le CO₂ : avantages et inconvénients
- Points particuliers : pression, point critique, point triple
- Le CO₂ : une alternative pour basses, moyennes et hautes températures
- Le CO₂ comment : frigoporteur, frigorigène cascade ou booster
- Les différences par rapport aux systèmes actuels HFC, frigoporteurs, cycles
- Les composants : vannes de régulation, tuyauteries, brasage
- Pourquoi la désurchauffe ?
- Sécurité : anoxie, détection
- Points spécifiques : tirage au vide, charge, interventions
- Cas concrets

Pré requis :

Connaissance des systèmes frigorifiques et thermiques.

Remise en fin de stage de la présentation et d'une attestation de formation.

ANNEXE 2 Document de l'AREA



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

Low GWP Refrigerants

Guidance on minimum requirements for contractors' training & certification

October 2012

Revision 1

DISCLAIMER AREA does not assume liability for any statements made in this paper or any actions taken by its readers or users, which may cause unintended damage or injury as a result of any recommendations or inferences made within this paper. Please always refer to manufacturers' manuals and instructions. Although all statements and information contained herein are believed to be accurate and reliable, they are presented without guarantee or warranty of any kind, expressed or implied. This paper makes only general recommendations on the use of Low GWP refrigerants which do not compensate for individual guidance and instructions. National laws and guidelines must be consulted and adhered to under all circumstances.



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

BACKGROUND & OBJECTIVES

In June 2011, AREA issued a [guidance paper on low GWP refrigerants](#). The guidance pursues two objectives:

- Set the general AREA position on **use of low GWP refrigerants** in RACHP installations: for what type of equipment are they best suited, under which conditions & requirements etc
- Set basic **competence requirements** for RACHP contractors dealing with low GWP refrigerants.

The guidance paper is available at www.area-eur.be.

Regulation (EC) 842/2006 aims to reduce emissions of fluorinated gases through a number of measures including containment, recovery and the use of bans for some equipment. A full application of the Regulation, together with the MAC Directive (2006/40/EC), would make it possible to avoid almost half of projected emissions by 2050, stabilising F-gas emissions at today's levels. However, in the context of the overall EU objective to cut greenhouse gas emissions by 80–95% by 2050, further emission reductions for F-gases are needed. Consequently, the Commission intends to present a legislative proposal for revising the Regulation in 2012¹.

The EU regulatory framework for F-gases covers the key applications in which F-gases are used and follows two lines of action. The first of the two is: avoiding F-gases where environmentally superior alternatives were already available at sufficiently low cost at the time of adoption, by restricting the use and marketing of specific applications of F-gases².

A future phase-down of HFCs will lead to a higher use of alternative refrigerants / low GWP refrigerants. Low GWP refrigerants have issues on safety, flammability, toxicity and high pressure which will need to be properly considered when handling those refrigerants. With this guidance document, AREA would like to recommend to worldwide and European decision-makers minimum requirements for training and certification of contractors handling low GWP refrigerants.

It is not AREA's intention to create a new certification scheme – only to add specific modules to the existing HFCs certification scheme based on [Regulation 303/2008](#). While HFC certification will be the basis for every contractor who wants to handle every refrigerant, each added module will focus on the specificities of the respective low GWP refrigerant (i.e. Hydrocarbons – Flammability).

Some training already exists in some EU Member States; this guidance document therefore takes into account existing schemes for European harmonisation. The following documents have also served as references for this guidance:

- The [AREA portfolio of qualifications and skills needed to work in the field of refrigeration and air conditioning](#) with excellent craftsmanship was established in 2002 based on the Leonardo da Vinci Project EUR/02/C/F/NT- 84604 / EC Agreement N° 2002-4549/001-001LE2X.
- EN standard 13313.

¹ http://ec.europa.eu/clima/events/0049/index_en.htm

² From the [Report from the Commission on the application, effects and adequacy of the Regulation on certain fluorinated greenhouse gases](#) (Regulation (EC) No 842/2006)



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

Alternative Refrigerants economically feasible and available for RACHP

Following the structure of the 2011 [guidance paper on low GWP refrigerants](#), the classes of low GWP refrigerants taken into account by this guidance documents are the following:

| | |
|------------------|------------------------------------|
| R717 | Ammonia |
| R290 - R600a | Propane and Isobutane Hydrocarbons |
| R744 | Carbon Dioxide |
| R1234yf -R1234ze | HFO Hydrofluoro-olefin |

The table below shows the respective properties of the low GWP refrigerants under consideration

| Refrigerant | HFC | Natural | | | HFO |
|-----------------|----------------------------------|------------|---------|-----------------|--------|
| | | HCs | Ammonia | CO ₂ | 1234yf |
| GWP (100 years) | XX R134a 1300 – R410A 1900 | ✓ 3 - 5 | ✓✓ 0 | ✓✓ 1 | ✓ 4 |
| Toxicity | ✓✓ | ✓✓ | XX | ✓ | ✓✓ |
| Flammability | ✓✓ | XX | X | ✓✓ | X |
| Materials | ✓ | ✓ | X | ✓ | ✓ |
| Pressure | ✓ | ✓ | ✓ | XX ³ | ✓ |
| Availability | ✓✓ | ✓ | ✓ | ✓ | XX |
| Familiarity | ✓✓ | ✓ | ✓ | X | X |

Very poor XX Poor X Good ✓ Very Good ✓✓ Source: F-gas support Information Sheet - RAC7 alternatives

Minimum requirements for training and training facilities

Training is important and it is the only method to transfer to the contractor the knowledge to install, maintain and repair RACHP systems containing alternative refrigerants considering both the technical and safety issues.

Additional training may be required to achieve the mandatory certification. Training should be both theoretical and practical.

³ It should be noted that CO₂ has been categorised “very poor” in terms of pressure because the RACHP industry will need to learn to cope with using a fluid at 120 bar, which is much higher than the current peak pressures of around 20 bar. However, the high pressure does deliver some desirable characteristics such as smaller pipe diameters and less compressor swept volume.



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

For the training facilities AREA suggests that test rigs, equipment and components related to each alternative refrigerant are recommended to simulate best practices. Please refer to the Appendix for more details.

Access requirements: the candidate should have attended Basic Refrigeration Training (ex. F-Gas minimum training requirements).

Minimum requirements for certification and certification schemes

AREA suggests that certification should be made mandatory. Each candidate who wants to handle alternative refrigerants should hold a certificate that proves knowledge of the requirements of 303/08 and should take part in an assessment specifically for the alternative refrigerant he wants to handle.

The brazing qualification required for low GWP refrigerants should be acceptable under the Pressure Equipment Directive and vice versa.

The table below lists the minimum competences, which the candidate should have to obtain the certification specific to each alternative refrigerant.

Minimum Requirements listed for the specific module HC – NH₃ – CO₂ – HFO*

| | HC | NH ₃ | CO ₂ |
|--|-------|-----------------|-----------------|
| BASIC THERMODYNAMICS AND PHYSICS | | | |
| Thermodynamic properties of low GWP refrigerant: temperature, pressure, density, thermal capacity, p/h diagram | T | T | T |
| Differences between low GWP refrigerants and HFCs | T | T | T |
| Toxicity characteristics, grades and limits for the human body | ----- | T | T |
| Characteristic of flammability of the substances, velocity of propagation, LFL, UFL, occupancy | T | T | ----- |
| Specific components for that refrigerant in the refrigeration cycle | T | T | T |
| Material compatibility | ----- | T | T ⁴ |
| Oil compatibility, requirements and oil return | T | T | T |
| REGULATIONS AND STANDARDS | | | |
| Knowledge of European and national regulations and standards | T | T | T |
| Storage of the refrigerant | T | T | T |
| Transport of the refrigerant | T | T | T |
| Describe the process for handing over system to customer, completing and passing on appropriate commissioning documentation ⁶ | P | P | P |

⁴ For high pressures



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

| GOOD PRACTICE⁵ | | | |
|--|-------|----------------|----------------|
| Identify typical application of low GWP refrigerant RACHP systems ⁶ (refer to AREA: Low GWP Refrigerants Guidance) | P | P | P |
| State and identify the commonly used refrigerants' designation ⁶ | P | P | P |
| State the requirements for safely labelling low GWP refrigerant RACHP systems ⁶ | P | P | P |
| Select appropriate tools, equipment and PPE for work on low GWP RACHP systems ⁶ | P | P | P |
| Recovery of the refrigerant | P | P ⁷ | P ⁸ |
| Venting the refrigerant in a safe way (according to national legislation) | P | P | P |
| Calculate the safe fill weight for the recovery cylinder (density difference between HFCs and low GWP refrigerants) ⁶ | P | P | P |
| Leak check direct assessment with the correct equipment | P | P | P |
| Make vacuum of the refrigerant preventing moisture in the system and without refrigerant emissions | P | P | P |
| Make charge of the refrigerant with no emission relief | P | P | P |
| Make a connection without brazing with alternative connections | P | P | P |
| Check the correct functioning of the safety ventilation system | | P | P |
| Check the correct functioning of the safety system controls | P | P | P |
| HEALTH AND SAFETY REQUIREMENTS | | | |
| Safe system shutdown and isolation ⁶ | P | P | P |
| Extinguish a fire, identify the appropriate fire extinguisher | P | P | ----- |
| First aid treatment for frostbite | P | P | P |
| First aid treatment for fire burn | P | P | ----- |
| First aid treatment for suffocation due to breathing problems | ----- | P | P |
| Safety issues related to high pressures | ----- | ----- | P |
| Calculate LFL (confined space) | T | T | ----- |
| Calculate confined space risk for asphyxiation (heavier than air) | T | ----- | T |
| Check that Health and Safety rules in the refrigeration system location are respected (emergency exits, fire alarms, leak detectors...) | T | T | T |
| Correct use of Personal Protective Equipment | P | P | P |

T= theoretical / P= practical

*HFO1234yf: same minimum requirements as Hydrocarbons

*HFO1234ze: same minimum requirements as HFCs

⁵ All practical trainings should include theoretical training

⁶ City and Guilds, Level 2 and Level 3 Refrigeration and Air Conditioning CPD Pathways, March 2012 v1.0

⁷ It is normally accepted to vent hydrocarbons with low charges (please refer to national legislation)

⁸ It is normally accepted to vent CO₂ (please refer to national legislation)



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

About AREA

AREA (www.area-eur.be) is the European organisation of refrigeration, air-conditioning and heat pump (RACHP) contractors. Established in 1988, AREA voices the interests of 20 national members from 17 European countries, representing more than 9,000 companies across Europe (mainly small to medium sized enterprises), employing some 125,000 people and with an annual turnover approaching €20 billion.

AREA members are the designers of RACHP systems, which they also install, service and maintain. For this purpose, RACHP contractors use every available solution with complete neutrality towards equipment and refrigerants, with the sole aim of ensuring the highest level of reliability, energy efficiency and cost-effectiveness.



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors
Appendix

Training Recommendations

Following are the course details specific to each low GWP refrigerant; the duration of the training is left to the appreciation of each Member State.



Hydrocarbons

Course details

- Thermodynamic characteristic of Hydrocarbons as refrigerant - p/h diagram
- Specific components for Hydrocarbons
- Electronic components suitable for flammable refrigerants
- Refrigeration and Air conditioning applications with HC
- Recovery or Venting Hydrocarbons
- Vacuum-Charging procedures
- Leak testing
- Mechanical/compression joint connections – avoid brazing
- Flammability and safety issues, first aid
- Conversion HCFC – HFC systems into HC
- National and European regulations and standards
- Transport and storage requirements
- Logbook

Necessary equipment and components (minimum)

- Test Rig equipped with Pressure Gauges, sight glasses in key points, service valves for connections, temperature well - thermowell (Domestic/Commercial refrigerator or small packaged portable air conditioning unit)
- Mechanical/compression joint tool and connectors
- Nitrogen Regulator - Cylinder of High Purity Nitrogen
- Electronic Weighing Platform
- Hydrocarbon Cylinder
- Electronic or analogue Vacuum gauge
- Manifold set - Hoses with ball valves
- Vacuum Pumps and Hose
- Electronic Leak Detector (suit HC)
- Proprietary Leak Spray
- Temperature meter
- Ammeter



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors

- Tools, Pipe Cutters, Pipe Deburring Tool, Pipework Expanders, Hacksaws, Brazing Rods
- Flaring Tool
- Personal protective equipment



Ammonia

Course details

- Thermodynamic characteristic of Ammonia as refrigerant - p/h diagram
- Specific components for Ammonia
- Compatibility with other materials, oil return and miscibility with water
- Refrigeration and Air conditioning applications with NH₃
- Recovery of Ammonia
- Vacuum-Charging procedures
- Leak testing
- Flammability, Toxicity and safety issues, first aid
- National and European Regulations and standards
- Transport and storage requirements
- Logbook

Necessary equipment and components (minimum)

- Test Rig equipped with Pressure Gauges, sight glasses in key points, service valves for connections, temperature well - thermowell (industrial refrigerator)
- Nitrogen Regulator - Cylinder of High Purity Nitrogen
- Electronic Weighing Platform
- Ammonia Cylinder
- Electronic or analogue Vacuum gauge
- Manifold set - Hoses
- Vacuum Pumps and Hose
- Recovery unit
- Electronic Leak Detector
- Proprietary Leak Spray
- Temperature meter
- Ammeter
- Tools
- Personal protective equipment



The Voice of European Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pumps Contractors



Carbon Dioxide

Course details

- Thermodynamic characteristic of carbon dioxide as refrigerant - p/h diagram
- Subcritical and Transcritical operations
- Specific components for carbon dioxide
- Refrigeration and Air conditioning applications with CO₂
 - Recovery or venting of CO₂
- Vacuum-Charging procedures
- Leak testing
- High pressures and safety issues, first aid
- National and European Regulations and standards
- Transport and storage requirements
- Logbook

Necessary equipment and components (minimum)

- Test Rig equipped with Pressure Gauges, sight glasses in key points, service valves for connections, temperature well - thermowell (Cascade System)
- Nitrogen Regulator - Cylinder of High Purity Nitrogen
- Electronic Weighing Platform
- CO₂ Cylinder
- Electronic or analogue Vacuum gauge
- Manifold set - Hoses with ball valves
- Vacuum Pumps and Hose
- Recovery unit
- Electronic Leak Detector (to suit CO₂)
- Proprietary Leak Spray
- Temperature meter
- Ammeter
- Tools, Pipe Cutters, Pipe Deburring Tool, Pipework Expanders, Hacksaws, Brazing Rods
- Personal protective equipment

HFO1234yf course and equipment details are as for Hydrocarbons

HFO1234ze course and equipment details are as for HFCs



L'AREA est partenaire du projet REAL ALTERNATIVES établi en novembre 2013 par l'union Européenne dans le cadre du "Léonardo Life Long Learning » qui a pour objet « d'améliorer les connaissances pour le service et la maintenance des nouveaux fluides sur les aspects : sécurité efficacité, fiabilité et confinement ».

Un projet de E-learning sera finalisé et disponible début 2015.

Voir à : www.realalternatives.eu/home

ANNEXE 3

Exemple de la Belgique (KHLim à Houthalen)

Le centre de formation dépendant de l'Université catholique de Louvain, le KHLim situé à Houthalen en Limbourg Belge, a participé à la rédaction d'un ouvrage sur le CO₂, dans le cadre du programme européen NARECO. Ce centre forme et délivre les Attestations d'Aptitudes pour la manipulation des fluides fluorés. Compte tenu du développement du CO₂ en froid commercial, industriel et domestique, le centre a souhaité développer une formation sur cette nouvelle utilisation. Il s'est équipé d'un ensemble d'équipements listé ci-dessous. Le financement a été assuré par l'Europe, l'état Belge et la province du Limbourg.

Ce centre dispose :

- 1 D'une installation cascade NH₃/CO₂ subcritique avec circulation par pompe du CO₂ réalisée par Axima Belgique ;
- 2 D'une installation de supermarché en transcritique réalisée par Axima Belgique ;
- 3 D'une PAC air/air en transcritique ;
- 4 D'une PAC air/eau en sub et transcritique ;
- 5 D'une clim VRV Daikin en transcritique ;
- 6 D'un groupe de maintien du CO₂ en température au R290 sur la cascade NH₃/CO₂ ;
- 7 D'un module Danfoss à 4 compresseurs transcritiques.

Le Centre KHLim a démarré en septembre 2013, une formation en Flamand.

Il organise également une formation en Français (première session initiée en mars 2014). A ce jour, le centre ne dispense pas de formation sur l'ammoniac bien qu'il dispose d'un équipement (cascade CO₂/NH₃) : cela fait l'objet d'une réflexion de leur part.

Le cursus se fait en 3 jours avec :

- 1 journée théorique
- ½ journée de présentation des équipements
- 1,5 journée de pratique (3 à 4 manipulations par les auditeurs).

www.khlim-inet.be/

ANNEXE 3 : Exemple de la Belgique (KHLim à Houthalen)

iNET

iNET désigne le centre pour les nouvelles technologies intelligentes de l'énergie de la Katholieke Hogeschool Limburg (KHLim) à Houthalen.

L'objectif d'iNET est de se tenir informé, par le biais de la fourniture de services et de la recherche, des dernières tendances et évolutions dans le domaine des technologies de l'énergie, et ainsi de transmettre ces connaissances aux étudiants et au monde du travail.

Mettre les connaissances du monde académique à la disposition du monde du travail est un must. Nous souhaitons diffuser ces connaissances et ces expériences dans la région par le biais de séminaires et journées d'étude.

iNET organise également (en collaboration avec KHLim Quadri) des formations ouvertes et des formations sur mesure pour les entreprises.

iNET fait partie du département sciences industrielles et technologies (IWT) de la KHLim.



Lieu de la formation

Les formations sont données sur le campus de la KHLim à Houthalen :
Centrum Zuid 2413 /40C
3530 Houthalen



Plus d'informations

Peter Vuegen

Tél. : +32 (0)11 345 670

training@khlm-inet.be

Départements
Sciences et
Technologie
Industrielles

Quality driven

Formation Le CO₂ comme fluide réfrigérant

Les fluides réfrigérants naturels

Jusqu'à présent, on utilise des fluides réfrigérants synthétiques (HFC) dans les systèmes de refroidissement à compression. Ces fluides réfrigérants contribuent à renforcer l'effet de serre lorsqu'ils sont libérés dans l'atmosphère.

Ce n'est pas le cas des fluides réfrigérants naturels. Ces derniers sont en effet à la fois peu énergivores et respectueux de l'environnement. Leur potentiel de réchauffement planétaire est soit nul, soit tellement faible que leur effet est négligeable. En outre, ces fluides réfrigérants n'attaquent pas la couche d'ozone lorsqu'ils sont libérés. Les fluides réfrigérants naturels constituent dès lors la meilleure alternative pour l'environnement. Le CO₂ est un d'entre eux.

Des mesures de sécurité spécifiques sont nécessaires lorsque l'on utilise des fluides réfrigérants naturels. Le fonctionnement des installations aux fluides réfrigérants naturels est en outre différent de celui des installations aux HFC.

Objectif de la formation :

- Comprendre les différences entre fluides réfrigérants synthétiques et naturels
- Acquérir des connaissances relatives à l'application du CO₂.
- Acquérir des connaissances relatives aux aspects environnementaux et à la sécurité du CO₂.
- Acquérir des connaissances relatives au fonctionnement des installations utilisant le CO₂ comme fluide réfrigérant.
- Acquérir des connaissances relatives aux différences entre les installations aux HFC et au CO₂.
- Acquérir des connaissances relatives au fonctionnement et à la construction des installations au CO₂.

Contenu

Théorie

- Le CO₂ comme fluide réfrigérant
- Travailler sans danger avec le CO₂
- Équipements de protection individuelle
- Le CO₂ dans le diagramme logarithmique p/h
- CO₂ subcritique et transcritique
- Fonctionnement d'une unité en cascade

Pratique

- Libération de la pression de composants techniques de refroidissement
- Remplissage et purge du CO₂
- Remplissage et purge d'huile

Le centre de formation est équipé des installations suivantes

- Système en cascade
- Système de pompage de CO₂ pour le CO₂ comme vecteur de froid
- Système de compression de CO₂ -30/-8 °C avec une cellule frigorifique à -30 °C
- Système de compression de CO₂ subcritique
- Système de compression de CO₂ transcritique

Prix par participant

Formations

| | |
|-------------------------------|----------|
| 1 jour (théorie): | € 250,00 |
| 2 jours (pratique): | € 700,00 |
| 3 jours (théorie + pratique): | € 950,00 |

Des formations sur mesure pour une entreprise sont envisageables.

Durée de la formation: 8 h 30 -16 h 30

Matériel de cours, consommables, café et sandwiches pendant la pause sont compris.

Inscriptions possibles via:

- courriel : training@khlm-inet.be
- téléphone : +32 (0)11 345 670
- fax : +32 (0)11 345 671
- site Internet : <http://www.khlm-inet.be>

Subsides possibles

- Chèques-formation, plus d'infos: <http://vdab.be/opleidingscheques>
- Kmo-portefeuille, plus d'infos: <http://www.kmo-portefeuille.be>
- Fonds sectoriels (FFC, Agoria, Foramelec, UBF-ACA)



ANNEXE 3 : Exemple de la Belgique (KHLim à Houthalen)**Compte rendu de la première séance de formation
au sein du centre de formation Khlím
à Houthalen, Belgique****I Préambule :**

Nous nous étions déplacé en Avril 2013 avec Paul RIVET, pour assister à un séminaire sur le CO₂ organisé par le groupe FRITEC puis pour assister à une formation sur les équipements du centre. Séminaire d'une journée, formation accélérée sur le CO₂ et le NH₃ de deux jours.

II La formation :

Cette formation a la particularité d'aborder la théorie et la pratique d'intervention sur différents équipements, dispensée en trois jours elle repose sur l'étude de trois systèmes de production de froid. Elle est dispensée en Néerlandais, Allemand, et Français. Deux à trois animateurs en fonction des groupes.

A ce jour, depuis 1 an (ouverture) 5 groupes pour environ 25 personnes ont bénéficié du dispositif. Un seul en français (en Mars) une prochaine séance est prévue les 5,6,et 7 Mai 2014.

III Plan de formation :**Partie 1 : ½ journée.**

Etude du CO₂

- Les caractéristiques.
- La sécurité.
- L'évolution dans le diagramme de Mollier en subcritique et transcritique.

Partie 2 : ½ journée.

Etude de l'équipement cascade CO₂-NH₃ à partir du schéma fluidique.

Partie 3 : 1 journée.

Etude de l'équipement transcritique booster à partir du schéma fluidique.

Partie 3 : 1 journée.

Intervention sur les équipements avec un animateur et deux auditeurs en binôme.

IV Les équipements :

- Un équipement subcritique de marque GREEN-COOL destiné au refroidissement de bouteilles de coca-cola.

- Un équipement cascade CO₂-NH₃ permettant de refroidir une cellule à 3°C alimentée en frigo-porteur et une cellule – 20 °C alimentée en détente directe.

A/ Le circuit NH₃ est équipé de deux systèmes de récupération de chaleur permettant de créer une charge thermique sur les deux cellules.

B/ Sur les gaz comprimés pour la cellule négative. Sur un échangeur via un circuit d'eau pour la cellule positive.

- Un équipement transcritique booster alimentant des meubles horizontaux positifs (frigoporteur) et négatifs (détente directe).

ANNEXE 3 : Exemple de la Belgique (KHLim à Houthalen)**V Les activités pratiques :**

Trois activités "démonstration" en groupe et cinq activités en binôme par rotation.

En groupe

Démarrage et explications de la cascade **CO₂-NH₃**, puis du système **Booster transcritique**.

- Démonstration de production d'un bouchon lors du remplissage sur le **GREEN-COOL**.

En binôme**Sur l'équipement GREEN-COOL**

- Remplissage de l'équipement en CO₂

Sur l'équipement cascade CO₂-NH₃, à l'arrêt pour ce TP.

- Remplacement du compresseur CO₂.
- Remplacement du déshydrateur circuit CO₂.
- Remplacement de la pompe du circuit frigoporteur.

Sur l'équipement booster transcritique

- Remplacement du déshydrateur.

VI Analyse personnelle.

L'équipement permet de parfaitement appréhender le fonctionnement des systèmes notamment en transcritique. Ce sont de formidables outils pédagogiques.

Les activités pratiques si elles diffèrent peu de nos procédures avec les fluides actuels permettent d'ancrer davantage les notions de pression et de formation de glace sèche.

Il manque à mon sens à cette formation deux parties pour être plus complète.

- Le pourquoi des gaz naturels, du CO₂, et le phase-down des fluides actuels.

L'équipement en terme de régulation fluidique notamment pour appréhender la notion de régulation en froid et récupération de chaleur suivant le meilleur COP général...
L'équipement est signé DANFOSS.

Ces deux parties seront ajoutées lors de la prochaine formation.

Je reste à votre entière disposition pour tout complément d'information.

Ci-dessous le programme de la formation de Mars.

Bien cordialement,
Joël BASTIEN

ANNEXE 3 : Exemple de la Belgique (KHLim à Houthalen)**Le programme de formation****Premier jour:**

08h30:

- Accueil
- Le CO₂ - Propriétés.
- Règles de sécurité.

10h15: Pause de 20 mn.

10h35

- Visite des installations du centre de formation.
- Vidéo concernant le CO₂ par DANFOSS.
- Le CO₂ et le diagramme de MOLLIER.

12h00 Déjeuner

13h00

Cascade CO₂-NH₃

- Fonctionnement théorique.
- Fonctionnement pratique sur site.

14h20 Pause de 20 mn.

14h40

Cascade CO₂-NH₃

- Questions réponses.
- Echanges autour des questions.

16u00 Fin

Deuxième jour:

08h30

Cascade CO₂-NH₃

- Explications concernant le démarrage.
- Démarrage de la cascade et échanges.

10h15 Pause de 20 mn.

10h35

Système transcritique

- Fonctionnement théorique.
- Fonctionnement pratique sur site.

12h00 Déjeuner

13h00

Système transcritique

- Questions réponses.
- Echanges autour des questions.
- Démarrage du système.

ANNEXE 3 : Exemple de la Belgique (KHLim à Houthalen)

14h20 Pause de 20 mn.

14h40

Activités pratiques

- Préparation .
- Réalisation.

16u00 Fin

Troisième jour

08h30 à 16h00

Préparation et réalisation d'activités pratique de maintenance et dépannage.

ANNEXE 4

Exemple de l'Italie

Extrait d'un entretien réalisé par P. Rivet avec Marco BUONI, Président de l'Association Italienne du Froid (ATF).

La formation en Italie est organisée par ATF avec le Centro Studi Galileo, organisme indépendant partenaire de l'AREA (voir plus haut).

Formation en Italie :

- 1 Le centre Galileo à Milan forme sur les aspects généraux du froid et la formation sur le NH₃ depuis 20 ans, mais seulement sur les aspects théoriques, au sein d'une quinzaine de centres régionaux répartis sur le territoire.
- 2 La formation sur le CO₂ est faite au sein de la société Carel qui dispose d'équipements adaptés. Elle a démarré en 2006 et 200 techniciens ont été formés à ce jour.
- 3 La formation HC est faite à Casale Montferrato, chez les constructeurs de vitrines, nombreux dans cette région. Elle a démarré en 2006 et environ 200 techniciens ont été formés depuis.

www.associazioneatf.org/
www.centrogalileo.it/



CALENDARIO CORSI 2014

Aggiornato ogni 15 giorni



per informazioni mandare email a corsi@centrogalileo.it
www.centrogalileo.it (alla voce "corsi")

| | | |
|------------------------|---|---------------------------|
| CASALE MONFERRATO | Frigoriferi industriali - Chiller e centrali frigorifere - Ammoniaca | 24 - 28 marzo 2014 |
| | Base condizionamento | 1 - 2 aprile 2014 |
| | Propedeutico di brasatura | 11-12 aprile 2014 |
| | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 31 marzo - 9 aprile 2014 |
| | Base riscaldamento | 3 - 4 aprile 2014 |
| BARI | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 8 - 9 aprile 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 10 aprile 2014 |
| | Corso su impianti con idrocarburi come gas refrigerante | 11 aprile 2014 |
| | Corso abilitante condizionamento auto | 9 maggio 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 14 - 15 aprile 2014 |
| BOLOGNA | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 16 aprile 2014 |
| | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 31 marzo - 4 aprile 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 7 - 8 aprile 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 9 aprile 2014 |
| | Corso certificazione aziende secondo DPR 43/2012 | 10 aprile 2014 |
| CAGLIARI | Installazione, manutenzione impianti split, multisplit, inverter | 28 - 29 aprile 2014 |
| | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 14 - 18 aprile 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 28 - 29 aprile 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 30 aprile 2014 |
| | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 31 marzo - 4 aprile 2014 |
| CHATILLON - AOSTA | Corso abilitante condizionamento auto | 9 maggio 2014 |
| | Propedeutico di brasatura | 11-12 aprile 2014 |
| | Impianti solari fotovoltaici base e dimensionam., installaz., approfondimenti, normativa vigente, incentivi | 27 - 28 - 29 marzo 2014 |
| | Serale: tecniche frigorifere e condizionamento - base e specializzazione | Dal 15 aprile 2014 |
| | Base condizionamento | 1 - 2 aprile 2014 |
| MILANO | Impianti solari termici base e specializzazione | 3 - 4 aprile 2014 |
| | Pompe di calore e geotermia | 10 - 11 aprile 2014 |
| | Installazione, manutenzione impianti split, multisplit, inverter | 28 - 29 aprile 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 14 - 15 aprile 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 16 aprile 2014 |
| NAPOLI | Corso certificazione aziende secondo DPR 43/2012 | 17 aprile 2014 |
| | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 14 - 18 aprile 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 5 - 6 maggio 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 7 maggio 2014 |
| | Corso certificazione aziende secondo DPR 43/2012 | 8 maggio 2014 |
| PALERMO - UNIVERSITA' | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 5 - 9 maggio 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 12 - 13 maggio 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 14 maggio 2014 |
| | Installazione, manutenzione impianti split, multisplit, inverter | 28 - 29 aprile 2014 |
| | Impianti a CO ₂ | 11 aprile 2014 |
| PADOVA | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 19-20 maggio 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 21 maggio 2014 |
| | Corso certificazione aziende secondo DPR 43/2012 | 22 maggio 2014 |
| | Serale: tecniche frigorifere e condizionamento - base e specializzazione | Dal 29 aprile 2014 |
| | Split, multisplit, inverter e VRV/VRF | 17 - 18 aprile 2014 |
| ROMA | Tecniche frigorifere base e specializzazione | 12 - 16 maggio 2014 |
| | Patentino caldaie | Dal 26 maggio 2014 |
| | Serale: tecniche frigorifere e condizionamento - base e specializzazione | Dal 15 aprile 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 19-20 maggio 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 21 maggio 2014 |
| TORINO - IST. AVOGADRO | Corso certificazione aziende secondo DPR 43/2012 | 22 maggio 2014 |
| | Ripasso per esame certificazione frigoristi per tecnici già esperti | 12 - 13 maggio 2014 |
| | Esame Certificazione Frigoristi PIF | 14 maggio 2014 |
| | TOSCANA - PISTOIA | |
| | TREVISO | |

RICHIEDERE CORSI AD HOC

CENTRO STUDI GALILEO – Casale Monferrato, Via Alessandria 26, Palazzo Anna d'Alençon
 email corsi@centrogalileo.it – tel 0142-452403 – fax 0142-909841

ANNEXE 5

Autres formations à l'étranger

Grande-Bretagne



ADVANCED SOLUTIONS
FOR YOUR STORE

FORMATION SPECIFIQUE

Le LAB de formation d'EPTA



City & Guilds CO2 approbation officiel (protocol 6187)
Matt Crolla & Jon Sheehan nominés City & Guilds Professeurs et Examineurs

Centre d'Excellence européen suivant City & Guilds approbation selon la F-Gas (2079).

- ☉ Critères de conception, installation, mise en marche, suivi d'implantation
- ☉ Sécurité en utilisation de la CO₂, focus sur les questions de pression et procédures de degazage en emergence
- ☉ La manipulation et le remplissage partiel, les utils et les instruments de control appropriés
- ☉ Le mode de travail des differents types de systèmes CO₂
- ☉ Les controls et les verifications

- ☉ Niveau1 : la technologie de base (cascade, transcritique, pompé)
- ☉ Niveau2 : la gestion et manutention des systèmes en CO₂
- ☉ Niveau3 : critères de conception et choix/dimensionnement des composants

- **Système cascade CO₂**
- **Système transcritique CO₂ booster MT+BT**
- **Système pompé CO₂ MT+BT**
- **Formation de 8 operateurs par semaine**
- **Formation theorique et pratique**
- **Certificat de formation officiel européen personel**





ADVANCED SOLUTIONS
FOR YOUR STORE

PROGRAMME

Outline of industry endorsed short course for service engineers working on CO₂ Systems.

The outline below includes the topics covered in the industry CO₂ training for site engineers (service and maintenance).

1. Pressure enthalpy charts to explain the critical point, triple point, sub and trans critical operation and a supercritical fluid;
2. Basics of CO₂ as a refrigerant (suggest the use of the Danfoss video for part of this):
 - Environmental impact
 - Pressures, including in comparison with other refrigerants in operation and at standstill
 - Triple and critical points for CO₂
 - How dry ice is formed
 - Cooling capacity in comparison with other refrigerants
 - Heat transfer in comparison with other refrigerants
 - Pressure drop in pipe work
 - Effect on materials
 - Grade of CO₂ used in R744;
3. Outline of CO₂ systems:
 - Cascade sub critical
 - Trans critical
 - Booster
 - Pumped secondary;
4. Hazards associated with CO₂ and how to minimise them:
 - Asphyxiation, the practical limit and CO₂ detection - personal and gas alarms
 - Pressures
 - Expansion of liquid and gases
 - Low boiling point and appropriate PPE
 - Dry ice formation and how to avoid it
 - Thermal shock and how to avoid it
 - Cylinder handling, in particular pressure in cylinders
 - Noise;
5. Installation, service and maintenance procedures for CO₂ systems:
 - Risk assessments and task procedures
 - Tools and equipment
 - Strength and leak tightness testing
 - Evacuation
 - Charging, including equipment and procedure to prevent dry ice formation
 - Leak detection
 - Disposal
 - Procedures for isolating and changing components;

ANNEXE 5 : Autres formations à l'étranger
Grande-Bretagne




ADVANCED SOLUTIONS
FOR YOUR STORE

6. More details about CO₂ systems, to include real examples of retail systems:
 - Cascade sub critical - standstill pressures, cascade condenser position, pumps, liquid temperature, pipe insulation, expansion valves operation (no liquid sub cooling), commissioning procedure
 - Trans critical - typical pressures on shop floor, sub to trans critical operation and effect on capacity and efficiency, optimum head pressure, gas cooler overview, suction to liquid line heat exchanger use, variations in trans critical systems
 - Booster - oil separation
 - Pumped secondary - volatile CO₂, pumps
7. Piping and vessels:
 - OD and gauge of pipe
 - Copper and steel pipe work
 - Pipe jointing;
8. System components:
 - Compressors and compressor lubricants
 - Evaporators
 - Control and isolation valves
 - Filter drier
 - Material issues
 - Over pressure protection
 - Heat reclaim;
9. Sources of further information;
10. Assessments:
 - a. Theory assessment - multiple choice, paper or web based
 - b. Practical - charging and discharging CO₂ and isolating and changing a component.

- LIEU : BRADFORD (ROYAME UNIS) – ARRIVAL AT MANCHESTER - LEEDS AIRPORTS
- DUREE : 3 JOURS
- UN CERTIFICAT DE FORMATION SERA DELIVREE A LA FIN DU COURS
- PRIX : 950 €/PERSONNE (AVION, TAXI, HOTEL, REPAS A VOTRE CHARGE)

PROGRAMME FORMATION CO2 STAR REFRIGERATION UK : SECURITE

Safety issues with CO₂



- Physiological effects
- Pressure and temperature
- Safe maintenance
- Materials selection
- Component installation
- Chemical reactions – ammonia
- Chemical reactions - water



SERC (South Eastern Regional college) : cette structure de formation et de qualification dispose notamment d'une offre relative aux HC.
Voir sur www.serc.ac.uk/

Etats-Unis :

Le centre de formation GCAP (Garden City Ammonia Programm, Kansas), dispense une formation spécialisée relative à l'ammoniac, aux chaudières et à la sécurité. Il a créé en 2013 un programme de formation sur le CO₂, sur une installation en cascade NH₃/CO₂.

Voir sur www.co2training.com et www.ammoniatraining.com