



© <http://www.critech.co.uk/>

NOTE DE SYNTHÈSE SUR LES TECHNOLOGIES DE LA CHAÎNE DU FROID

TRANSPORT
FRIGORIFIQUE




ONU
programme pour
l'environnement



Remerciements : Cette note de synthèse a été préparée par Richard Lawton (Président de la commission D2 de l'IIF) ; elle a été relue par Jim Curlin et Ezra Clark, experts du programme ActionOzone de l'ONU Environnement, ainsi que par plusieurs experts des commissions de l'IIF.

Note de synthèse sur le transport frigorigifiqué par l'IIF et l'ONU Environnement



ActionOzone
ONU Environnement,
Division du Droit
1 rue Miollis, Bâtiment VII
75015 Paris - FRANCE
Fax: +33 1 4437 1474
www.unep.org/ozonaction
ozonaction@unep.org

Institut International du Froid
International Institute of Refrigeration
177, boulevard Malesherbes,
75017 Paris - FRANCE
Tel. +33 (0)1 42 27 32 35
Fax +33 (0)1 47 63 17 98
www.iifiir.org
iif-iir@iifiir.org

2 La Chaîne du Froid

Sommaire

Cette note fournit un aperçu des principaux domaines du transport frigorifique, de certains des différents systèmes utilisés et des frigorigènes employés. Elle examine ensuite les tendances actuelles en matière d'utilisation de frigorigènes alternatifs et la direction dans laquelle le secteur évolue sur le plus long terme. Elle aborde enfin les développements futurs ainsi que les défis techniques auxquels les concepteurs devront faire face en tentant d'atteindre le meilleur équilibre entre les attentes de l'utilisateur final et le cadre défini par les traités et réglementations en vigueur.

Le terme « chaîne du froid » fait référence aux différentes étapes par lesquelles passe un produit soumis au froid, soit jusqu'à son achat par le consommateur final sur le point de vente, soit jusqu'à ce qu'il soit déchargé d'un véhicule de livraison à quelques mètres de sa destination. À partir du moment où les fruits et légumes sont récoltés ou l'animal abattu, le produit commence à se détériorer. La détérioration d'un produit peut être ralentie en abaissant la température à laquelle il est stocké. Dans le cas des fruits et légumes, le processus métabolique est ralenti, ce qui en retour, ralentit la détérioration. L'abaissement de la température ralentit la multiplication des bactéries potentiellement nocives dans les produits animaliers qui sont stockés à des températures de congélation, leur permettant d'être expédiés aux quatre coins de la planète avec un minimum de risques pour la sécurité des aliments. Il est primordial qu'un contrôle approprié de la température soit garanti le plus tôt possible après la récolte ou l'abattage et pendant toute la chaîne logistique jusqu'à la consommation. Depuis leur état de matière première jusqu'aux différentes installations de stockage et de distribution par lesquelles elles passent, le transport frigorifique permet de conserver les denrées alimentaires à la température requise pour optimiser la durée de conservation et la qualité pendant de nombreux jours, semaines et mois entre les différentes installations de stockage frigorifique.

1 Introduction

Au fil du temps, l'augmentation de la demande de marchandises thermosensibles et la prolongation de la durée de conservation ont conduit au développement de divers moyens de transport. Ceci s'est accompagné d'avancées techniques afin de garantir que les chaînes du froid ne soient pas interrompues. Le transport frigorifique peut s'effectuer par voies terrestre, maritime et aérienne ; le transport routier étant le plus diversifié, avec des semi-remorques, des véhicules porte-conteneurs et des petites fourgonnettes frigorifiques. Le transport maritime consiste désormais essentiellement en des conteneurs frigorifiques, bien qu'il existe des navires frigorifiques entiers et un nombre important de navires de pêche et de traitement du poisson. Les temps de transport aérien sont courts et le contrôle de la température rudimentaire.

La chaîne du froid

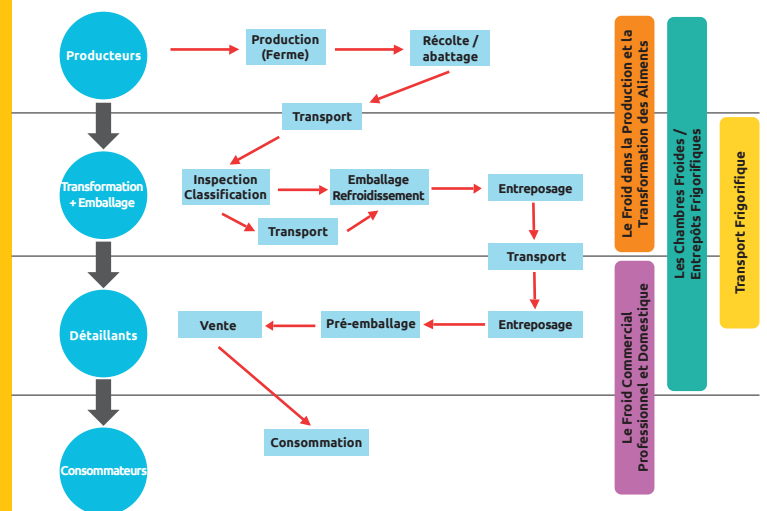


Fig.1

La chaîne du froid est souvent très complexe, les denrées alimentaires étant réfrigérées ou congelées à plus d'une occasion. Dans le monde, environ 400 millions de tonnes d'aliments sont conservés grâce au froid. Le volume global des entrepôts frigorifiques à l'échelle mondiale est d'environ 600 millions de m³. L'IIF estime que le nombre total de systèmes de froid, de conditionnement d'air et de pompes à chaleur en fonctionnement dans le monde est d'environ 3 milliards, dont 1,5 milliard de réfrigérateurs domestiques. 90 millions d'équipements frigorifiques commerciaux (y compris les unités de condensation, les équipements autonomes et les systèmes centralisés) sont en fonctionnement dans le monde. Il y a également 4 millions de véhicules frigorifiques (camionnettes, camions, semi-remorques ou remorques), 1,2 million de conteneurs frigorifiques (reefers) et 477 000 supermarchés d'une superficie variant entre 500 et 20 000 m² en fonctionnement, dans lesquels 45 % de l'électricité consommée est utilisée par les équipements frigorifiques (IIF, 2015¹).

¹IIF, 2015. 29^e Note d'Information : Le rôle du froid dans l'économie mondiale.

3 Présentation du transport frigorifique

Le transport frigorifique est assuré par divers moyens au fur et à mesure que la marchandise est acheminée le long de la chaîne du froid, par exemple du fabricant à un centre de distribution, puis aux magasins d'où elle peut de plus en plus être livrée au domicile d'un client, généralement dans une camionnette ou un petit camion. Quel que soit le véhicule, il est préférable d'expédier en vrac et d'avoir une seule température requise dans la mesure du possible, car cela entraîne moins de coûts et de complexité.

3.1. Véhicules frigorifiques

Les camions frigorifiques se présentent sous différentes formes et tailles. Ils vont des semi-remorques capables de transporter 26 à 33 palettes ISO, généralement de 1200 x 1000 mm ou 800 x 1200 mm et gerbées les unes sur les autres, aux véhicules plus petits spécialement adaptés par un constructeur à partir de voitures ou de fourgons standard, parfois en collaboration avec un carrossier tiers qui réalise un compartiment isolé à monter sur le châssis du véhicule, et ne transportant que quelques petits cartons. Les caisses de la plupart des camions et remorques frigorifiques sont des caisses isolées fabriquées en panneaux sandwich : une couche protectrice extérieure résistant aux intempéries, un cadre intérieur en métal pour assurer la rigidité structurelle, entouré de matériaux isolants et une couche protectrice intérieure. Cette dernière est souvent dotée de plaques de protection contre les chocs occasionnés par les transpalettes et les chariots élévateurs à fourche pendant le chargement/déchargement et est également équipée de diverses pièces de fixation. Dans les plus petits fourgons, les vides sont remplis de mousses moulées avec une isolation en laine minérale autour des plus petits vides. (Lawton *et al*, 2016²).

Dans la plupart des pays développés, ces véhicules sont soumis aux réglementations ATP ECE/Trans/249 (UN, 2015³), qui exigent des performances d'isolation et des taux d'extraction thermique minimaux pour garantir l'intégrité de la chaîne du froid. Il existe deux classes d'isolation, IN et IR pour les produits congelés et réfrigérés respectivement. Celles-ci correspondent à des coefficients de transfert de chaleur inférieurs à $0,70W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ et $0,40W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Les groupes frigorifiques fournissent généralement de l'air froid en partie haute de la caisse et l'air réchauffé, après avoir été aspiré à travers la charge, redescend. On trouve de plus en plus couramment des véhicules à températures et compartiments multiples avec leurs systèmes frigorifiques spécifiques dédiés.

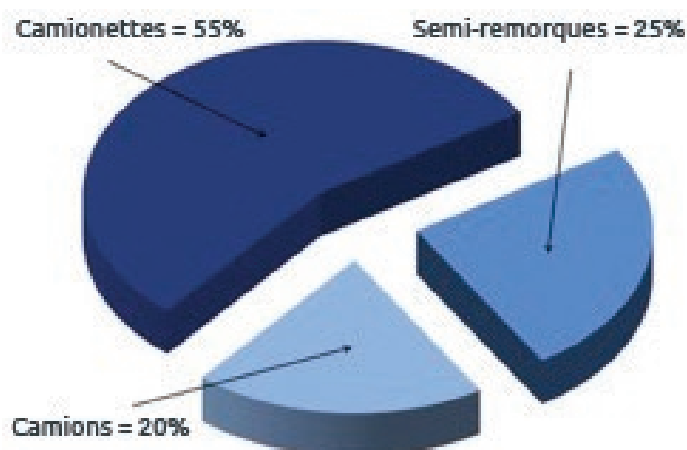


Fig.2

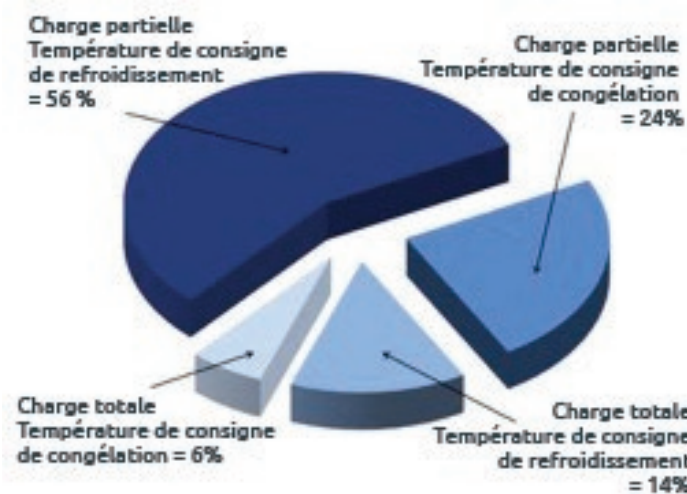


Fig.3

² Lawton, A. R., Mynott, T., Rhodes, C., 2016. Performance Data of Insulated Panel on Refrigerated Equipment. p.2, IIR ICC2016, Auckland, New Zealand.

³ Cavalier, G., Devin, E., Michineau T., Vannson F. Thomas G., 2016. Ageing of Refrigerated Truck Insulation. p.2, IIR ICC2016, Auckland, New Zealand.

⁴ Cemafroid, 2015. Full load and part load reefer efficiencies for French energy certificate eligibility. <https://nr-pro.fr/app/webroot/files/types/1/TRA-EQ-11.pdf>

⁵ United Nations (UN), 2015. Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be used for such Carriage, Geneva, 978-92-1-139153-4.

Fig.2 : Répartition approximative de la flotte (Cavalier *et al*, 2016³)

Fig.3 : Répartition approximative de la durée des différents modes de fonctionnement (Cemafroid⁴)

3.2. Fret aérien frigorifique

Les avions cargo sont utilisés pour transporter à leur destination une multitude de légumes et de fleurs dont la durée de conservation est plus courte. Les avions dédiés au transport de produits pharmaceutiques sont également courants et leurs soutes sont généralement maintenues à des températures entre 15 °C et 25 °C (WHO, 2014⁶) avec une régulation complémentaire de la température assurée par des systèmes passifs ou actifs. Les systèmes passifs sont des agents isolants autour de la marchandise qui visent à réduire l'influence de l'air ambiant. Les systèmes actifs sont également déployés autour de la marchandise, mais ils contiennent des agents de refroidissement tels que la glace sèche ou les matériaux à changement de phase (eutectiques) pour réduire davantage la vitesse à laquelle une cargaison se réchauffe ou se refroidit. En raison des règles strictes fixées par les organismes de réglementation du secteur aéronautique, il n'est pas viable d'utiliser les mêmes systèmes frigorifiques que ceux utilisés pour le transport terrestre ou les conteneurs en raison des niveaux de redondance et de minimisation des risques requis qui entraînent une augmentation exponentielle des coûts. Le poids est également un facteur important, tout comme l'espace, en raison des considérations aérodynamiques lors de la conception des avions, qui sont prioritaires par rapport à la capacité de charger rapidement de grandes quantités de marchandises.

3.3. Conteneurs frigorifiques intermodaux

Les conteneurs frigorifiques intermodaux sont chargés de marchandises à la source ou près de celle-ci, et transportent généralement soit des marchandises périssables qui doivent subir un mûrissement avant la vente, soit des cargaisons congelées qui doivent être transformées dans une usine basée près du port de destination. Ils sont ensuite expédiés sur de grands navires porte-conteneurs pour un voyage allant de quelques jours à cinq, voire six semaines. Pendant le voyage, les conteneurs situés sur le pont du navire peuvent être exposés à des températures équatoriales chaudes et humides près de l'équateur, puis subir des conditions de gel et de sécheresse lors de la traversée de l'hémisphère nord, par exemple.

Les conteneurs sont fabriqués selon les principes de la norme ISO 1496 qui définit les dimensions et autres critères essentiels de conception. Il est important pour les fabricants de garantir leur compatibilité avec les équipements tels que les grues, les chariots élévateurs, les châssis de transport, etc. dans le monde entier. Ces conteneurs sont équipés de pièces de coin ISO, d'un plancher en T pour assurer la circulation de l'air (nécessaire pour le stockage des marchandises en vrac), de barres de verrouillage sur les portes, de trous de drainage, d'une ventilation d'air neuf et de contrôleurs à microprocesseur sophistiqués. L'équipement est généralement démontable (en intégralité), monté avec des boulons et équipé de



Fig.4



Fig.5



Fig.6



Fig.7



Fig.8



Fig.9

Fig.4: Groupe sur cabine

Fig.5: Groupe à l'avant de la semi-remorque

Fig.6: Intérieur d'un véhicule de livraison à domicile

Fig.7: Système eutectique

Fig.8: Couverture isolante

Fig.9: Emballage isolant

⁶World Health Organization (WHO), 2014. Temperature-Controlled Transport Operations by Road and by Air, Technical Report Series 961. WAS/14.598 Supplement 12, Annex 9, p15, WHO Press, Geneva, Switzerland.

3 Présentation du transport frigorifique

passages de fourche pour chariot élévateur afin de permettre le remplacement d'une unité gravement endommagée. Une entreprise produit un système intégré qui est inséparable du conteneur. Si cela a l'avantage de réduire les fuites de chaleur, et donc la consommation d'énergie, cela signifie également qu'il n'est pas possible de remplacer le système frigorifique s'il est fortement endommagé. La très grande majorité des conteneurs font soit 40 pieds (12,2m) soit 20 pieds (6,1m) de long, les 40 pieds étant courants dans les modèles standard et « high-cube ». La norme ISO 1496 couvre un certain nombre d'autres configurations de conteneurs, mais on les voit rarement.

3.4. Conteneur intermodal sous atmosphère contrôlée et régulation de l'humidité

De nombreuses cargaisons périssables, comme les fruits, nécessitent une ventilation d'air neuf pour éviter que l'accumulation de gaz ne devienne nuisible. Un système de régulation de l'humidité relative a été incorporé dans les systèmes modernes. En se métabolisant, les fruits produisent non seulement de la chaleur, mais ils augmentent aussi le taux de CO₂ et diminuent celui d'O₂. Il existe des systèmes qui peuvent être installés dans un équipement existant pour permettre un contrôle précis de ces taux. Sur la Figure 14, on peut en voir un exemple installé à l'intérieur du panneau d'accès à l'évaporateur d'un système compatible. Un exemple est illustré à la Figure 13, avec le panneau d'accès à l'évaporateur en haut à droite, à l'opposé du panneau de ventilation d'air neuf. La durée de stockage de certaines cargaisons est fortement augmentée grâce à des niveaux d'O₂ faibles et de CO₂ élevés.

3.5. Trains frigorifiques

Les conteneurs intermodaux ont désormais largement remplacé les trains frigorifiques de la première moitié du XX^e siècle. Les « wagons de congélation » étaient courants en Amérique jusque dans les années 1950 car ils permettaient d'avoir accès à de la viande qui n'avait pas besoin d'être salée ; une nouveauté à l'époque. Les chemins de fer américains étaient utilisés pour transporter des cargaisons de viande congelée et suspendue à travers des villes éparpillées. Le froid était produit en utilisant uniquement de la glace sèche et d'autres solutions eutectiques simples ou à changement de phase. Plus récemment, de nouveaux itinéraires sont apparus, reliant pour la plupart des terminaux russes à d'autres du Moyen-Orient et de la région Asie-Pacifique, là encore en raison de l'immensité des pays. Les conteneurs sont chargés sur des châssis ISO et assurent le transport régulier de marchandises entre la Russie et des pays tels que la Chine et l'Iran et ses voisins du Moyen-Orient.

3.6. Navires frigorifiques

Le nombre de navires frigorifiques est en baisse au profit des porte-conteneurs. De nombreux navires frigorifiques disposent de quatre cales et d'un espace réfrigéré sur le pont ainsi que d'une alimentation électrique pour les conteneurs. Les navires anciens sont souvent réhabilités pour être plus adaptés aux conteneurs. Le système de chargement latéral des cales permettant le déchargement simultané des cales et des conteneurs en est un exemple.

Des congélateurs souvent dédiés aux plus petits navires frigorifiques sont utilisés pour transférer les prises des navires de pêche vers leurs marchés éventuels.

Fig.10 : Empilement de conteneurs dans un terminal

Fig.11 : Deux conteneurs 20 pieds empilés

Fig.12 : Système au HFC-134a

Fig.13 : Système au CO₂

Fig.14 : Système à atmosphère contrôlée active

Fig.15 : Navire frigorifique

Fig.16 : Système de chargement latéral

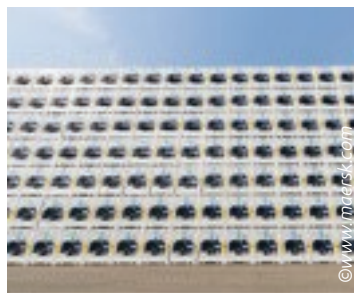


Fig.10



Fig.11



Fig.12



Fig.13



Fig.14



Fig.15



Fig.16

4 Problématiques actuelles et tendances du marché

Alors que de nombreuses personnes ne connaissent la réfrigération que dans un cadre domestique, dans les rayons des produits frais ou surgelés des supermarchés et éventuellement à des fins de conditionnement d'air, la chaîne du froid mise en œuvre pour acheminer les denrées jusqu'à elles passe souvent inaperçue. Sans le développement de l'entreposage et du transport frigorifiques tout au long des processus de production et de distribution, les supermarchés actuels auraient un aspect bien différent et les nombreux produits importés sur de longues distances seraient très chers, voire indisponibles.

Au cours des dix dernières années, principalement dans les pays développés, la chaîne du froid a été étendue jusqu'au seuil de la porte du consommateur. Dans un contexte très concurrentiel, les supermarchés et les services de distribution en ligne proposent pour la plupart des services de livraison à domicile, ce qui a engendré une augmentation du nombre de petits camions de livraison en service. Le nombre de conteneurs dans le monde a également augmenté de façon constante à mesure que le transport international s'est accru entre les pays en développement. La croissance devrait se poursuivre, en particulier lorsque les pays en développement adopteront la chaîne du froid pour la distribution locale. Il faut en effet s'y attendre car la population de la planète ainsi que la demande de produits étrangers augmentent, tout comme le désir d'avoir accès à certains aliments tout au long de l'année, ce qui nécessite des importations de l'étranger car les cultures de fruits et légumes dépendent des conditions météorologiques saisonnières.

À mesure que les pays en développement se doteront d'infrastructures appropriées pour faciliter la mise en œuvre de chaînes du froid, la quantité de déchets alimentaires et l'impact sur le CO₂ associés à la production alimentaire diminueront. Simultanément, l'impact CO₂ des véhicules et de leurs systèmes de refroidissement augmentera et, par conséquent, il convient de prendre des décisions en ce qui concerne les véhicules à faible émission de CO₂ et qui utilisent des frigorigènes avec un PAO (potentiel d'appauvrissement de l'ozone) nul.

5 Frigorigènes actuels et alternatives possibles

Actuellement, une grande partie du marché des transports utilise les frigorigènes HFC-134a ou HFC-404A. Le HCFC-22 reste courant en dehors de l'Europe et de l'Amérique du Nord et est également utilisé sur la majorité des navires frigorifiques. Quelques autres options sont disponibles, mais elles sont très peu utilisées à l'heure actuelle. Les valeurs de PRP (Potentiel de Réchauffement Planétaire) proviennent du rapport de Kuijpers et Peixoto (2014⁷)

Bien que le secteur du transport routier ait rapidement adopté des gaz de substitution à faible PRP, l'industrie des conteneurs a été beaucoup plus lente en raison des défis techniques et logistiques à relever pour assurer la disponibilité mondiale des outils et la chaîne d'approvisionnement en gaz. En général, le transport routier s'effectue sur des distances de quelques centaines de kilomètres, pour revenir à une base à desservir. Cela ne se produit pas avec les conteneurs, car ils passent des mois en mer à voyager autour du globe.

Le transport routier a rapidement migré du HFC-404A au HFC-452A pour les systèmes installés dans les camions et remorques de plus grande taille. Les systèmes plus petits, qui fonctionnent actuellement au HFC-134a, passeront peut-être au HFC-513A ou au propane, comme on le voit de plus en plus dans le froid commercial. Il existe aujourd'hui quelques systèmes au propane, mais ils ne sont pas courants. L'industrie des conteneurs doit encore évoluer, mais l'un des principaux fabricants a lancé un système au CO₂ dont les ventes restent relativement faibles. Jusqu'à présent, l'impact sur l'industrie aérospatiale a été minime en raison des systèmes utilisés. Il existe des technologies alternatives telles que la cryogénie et la sorption, qui pourraient devenir plus répandues.

Tableau 1 : Récapitulatif des frigorigènes actuels et leurs alternatives

Transport frigorifique		
Types de transport	Frigorigènes actuels à PRP plus élevé (PRP kg-CO ₂)	Frigorigènes alternatifs à PRP plus faible (PRP kg-CO ₂)
Conteneurs, véhicules routiers et trains frigorifiques	HFC-134a (1360); HFC-404A (3920), HCFC-22 (1810)	R-744 (1), HFC-452A (1950); HFC-513A (573); HC-290 (5)

⁷Kuijpers, L., Peixoto R., 2014. Report of the Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee, pp 54 – 57, 2014, UNEP Nairobi, Kenya.

6 Perspectives de développement et défis à relever

Actuellement, les équipementiers et les comités de normalisation travaillent à l'introduction de systèmes et de normes pour l'exploitation en toute sécurité des hydrocarbures et d'autres frigorigènes inflammables à plus faible PRP, généralement inférieur à cinq. Cependant, une certaine résistance persiste en raison d'intérêts commerciaux. L'industrie maritime doit faire face au danger que représentent de tels systèmes à bord des navires, particulièrement sous le pont où les incendies peuvent se déclarer et se propager facilement. Bien que leur nombre ne soit pas encore significatif, plusieurs systèmes innovants ont été mis au point pour le transport routier. Ils pourraient un jour devenir des solutions alternatives efficaces pour réduire les équivalents CO₂ mondiaux.

6.1. Défis techniques et potentiel

Les équipementiers doivent trouver un équilibre entre les contraintes de sécurité et de coût propres à l'industrie du transport. Les espaces permettant à l'air de circuler librement dans la cargaison sont réduits lorsqu'elle est pleine, ce qui représente un danger potentiel pour les travailleurs qui ouvrent les portes après une fuite de frigorigène sur la section évaporateur. Les problématiques de brevets bloquent une grande partie du développement des cycles à compression de vapeur au CO₂ transcritique pour les applications de transport, laissant aux fabricants de gaz la possibilité de diriger le développement et de créer de nouveaux mélanges à faible PRP et aux excellentes propriétés thermophysiques. De nombreux mélanges sont à base de propène et de HFC courants pour produire une solution intermédiaire à PRP moyen.

6.2. Politiques d'orientation

L'industrie du froid et du conditionnement d'air a connu un développement et une modernisation considérables au cours des trois dernières décennies, en partie à la suite de la mise en œuvre de politiques environnementales internationales dans le cadre desquelles de nombreux frigorigènes utilisés efficacement depuis des décennies, sont tenus responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone ainsi que du réchauffement de la planète. L'élimination progressive des substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO), dans le cadre du Protocole de Montréal, a déclenché des changements importants dans l'industrie, qui s'est tournée vers des frigorigènes et des technologies de substitution dont le potentiel d'appauvrissement de l'ozone (PAO) est nul.

En octobre 2016, l'Amendement de Kigali au Protocole de Montréal a apporté une autre dimension à la vocation du Protocole de Montréal en y ajoutant le contrôle de la production et de la consommation des hydrofluorocarbures (HFC), qui apportera une contribution majeure à la lutte contre le changement climatique. Le contrôle de la production et de la consommation des HFC s'ajoutera aux bienfaits pour le climat déjà obtenus par le Protocole de Montréal à travers l'élimination progressive des SAO, parmi lesquels les CFC et les HCFC. Les émissions de HFC sont également répertoriées dans le groupe des GES (gaz à effet de serre) dans le cadre des conventions relatives au climat, c'est-à-dire l'Accord de Paris et précédemment le Protocole de Kyoto. Toutefois, les mesures visant à contrôler spécifiquement les émissions de HFC dans le cadre du régime climatique ne sont pas encore fixées, à l'exception des exigences de déclaration au titre de la CCNUCC (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques).

L'impact sur le climat des frigorigènes utilisés par les équipements frigorifiques dépend des effets directs et indirects. L'effet direct provient de leur PRP et de la quantité de frigorigène émise dans l'atmosphère (à la suite d'une fuite, d'un accident, ou d'une mauvaise manipulation ou mise au rebut). L'effet indirect, associé à l'énergie

consommée pendant le fonctionnement des équipements au cours de leur durée de vie, est le résultat du CO₂ produit par les centrales électriques à combustibles fossiles. Il est généralement plus important que l'effet direct. La minimisation des impacts direct et indirect des émissions de tous les types de frigorigènes passe par une meilleure conception des équipements, de meilleures pratiques en ce qui concerne leur mise en service et leur entretien sur le terrain, des procédures de démantèlement raisonnables et l'application de normes et réglementations locales pertinentes.

Plusieurs organisations importantes élaborent des normes relatives au secteur du froid et du conditionnement d'air. La brochure du PNUE sur les normes internationales en matière de froid et de conditionnement d'air (PNUE, 2014⁸) répertorie les principales organisations internationales de normalisation et donne quelques exemples d'organisations nationales et régionales.

Le secteur de la chaîne du froid est l'un des secteurs d'activité les plus importants, mais il est aussi le plus négligé dans l'approche commerciale globale. Ceci est dû au fait que la chaîne du froid s'intègre dans différents domaines économiques, sociaux et techniques : industrie alimentaire, santé, froid, transport, tourisme, etc. Les normes et les orientations qui définissent le choix d'une technologie de la chaîne du froid qui ait un impact environnemental moindre, un fonctionnement efficace sur le plan énergétique et qui soit abordable économiquement, sont dispersées entre différents groupes et entités au sein d'un même pays. En septembre 2015, la communauté internationale a adopté les objectifs de développement durable (ODD) pour 2030 qui stipulent que l'objectif n° 2 « Faim zéro » est le deuxième objectif mondial à atteindre d'ici 2030. Cela implique automatiquement le besoin urgent de gérer efficacement les dossiers de la « sécurité alimentaire » et du « gaspillage alimentaire » qui dépendent des capacités de la chaîne du froid. Bien que cet objectif puisse être considéré comme le principal objectif en lien direct avec la chaîne du froid, d'autres objectifs sont également liés à l'activité de la chaîne du froid, comme l'objectif n° 3 : Bonne santé et bien-être, l'objectif n° 9 : Industrie, innovation et infrastructure, l'objectif n° 12 : Consommation et production durables, ou encore l'objectif n° 13 : Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques. Par conséquent, l'approche intégrée pour relever les défis de la chaîne du froid peut entraîner des avantages multiéconomiques et environnementaux.

⁸PNUE, 2014. *Les Normes Internationales en Réfrigération et en Climatisation. Présentation de leur rôle dans le contexte de l'élimination des HCFC dans les pays en développement.*

Conclusion

Les industries du transport frigorifique routier et maritime sont confrontées à des défis très différents en matière de conformité réglementaire, en raison de l'infrastructure mondiale requise pour maintenir les navires porte-conteneurs et les ports en activité. Les problématiques nationales avec les pays frontaliers auront un certain impact sur les pays en développement du Moyen-Orient en ce qui concerne le transport routier ; toutefois, cet impact sera minime comparé aux perturbations auxquelles sont confrontés les propriétaires et les exploitants de conteneurs intermodaux. Le fret aérien ne sera quant à lui pas affecté de manière significative, en raison des normes de sécurité strictes et de la prudence des législateurs de l'industrie aéronautique face aux risques.

Avertissement : les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'ONU Environnement et de l'IIF aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. En outre, les opinions exprimées ne représentent pas nécessairement la décision ou la politique déclarée de l'ONU Environnement et de l'IIF, pas plus que la citation de noms commerciaux ou de procédés commerciaux ne constitue une approbation.