

## 24e Note d'Information sur les technologies du froid

Cette note d'information a été préparée par le groupe de travail de l'IIF « Diminution des émissions directes de gaz à effet de serre dans le froid » au nom du Conseil Science et Technologie de l'IIF. Elle fournit des informations sur l'impact des fuites, pourquoi le confinement est bénéfique à la fois d'un point de vue environnemental et économique, pourquoi et comment les fuites peuvent être réduites, la législation et les initiatives qui ont été développées pour aider au confinement et la référence à des sources d'informations complémentaires. Cette note est une actualisation d'une note d'information précédente<sup>1</sup> et présente une série de mesures à prendre. Bien que l'on se focalise souvent sur l'impact environnemental des fuites de frigorigènes de systèmes de froid, de conditionnement d'air et de pompes à chaleur (FCAPC), les fuites ont aussi un impact important sur la fiabilité, l'efficacité et le coût de l'opération.

### Contexte

La réduction des émissions de frigorigènes a beaucoup progressé dans de nombreux pays ; c'est le résultat d'actions réglementaires variées, d'initiatives fiscales ou volontaires comme de développements techniques. Cette réduction est illustrée par la figure 1, qui montre les taux annuels de fuites de frigorigènes rapportés dans plusieurs études entre 2000 et 2011<sup>2</sup> et la figure 2, qui montre les fuites annuelles de frigorigènes rapportées par deux grands utilisateurs finaux dans le secteur de la distribution au Royaume-Uni (supermarchés)<sup>3</sup>

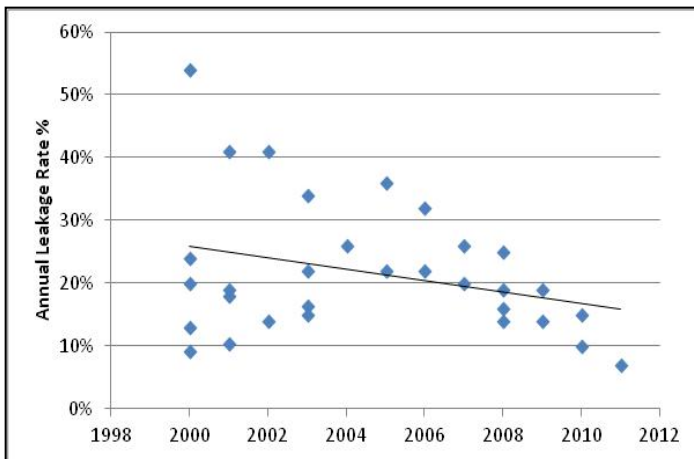


Figure 1. Taux de fuites rapportés par les études<sup>2</sup>

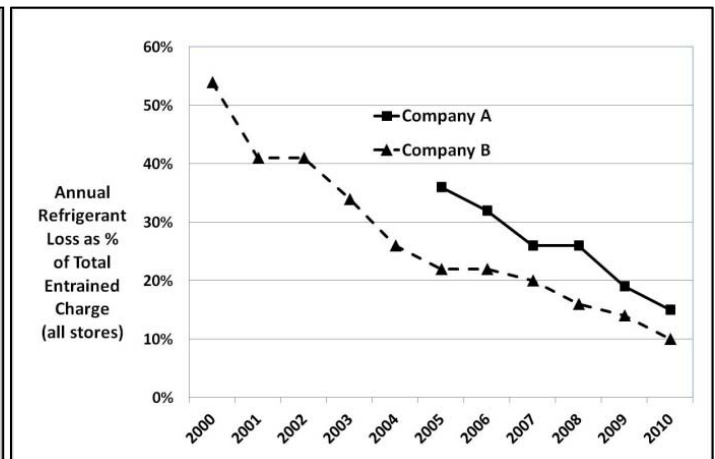


Figure 2. Taux de fuites rapportés par deux utilisateurs finaux (supermarchés)<sup>3</sup>

Les hydrofluorocarbures (HFCs) et les hydrochlorofluorocarbures (HCFCs) continuent d'être les types de frigorigènes les plus fréquemment utilisés dans les FCAPC. La Figure 3 montre les projections de banques et d'émissions de frigorigènes rapportées par le PNUE<sup>4</sup>, fondées sur un scénario de diminution d'émissions qui inclut des pertes de frigorigènes réduites et des taux de récupération améliorés. La figure indique que les banques et émissions mondiales des frigorigènes HCFC devraient être peu modifiées entre 2002 et 2020 tandis que dans le même temps, les banques et émissions de frigorigènes HFC devraient s'accroître respectivement de 400% et 137%. Les projections combinées d'émissions de frigorigènes HCFC et HFC indiquent un accroissement de 50% de l'impact sur le réchauffement climatique dû aux émissions de frigorigènes entre 2001 and 2020.

<sup>1</sup> IIF (1999), 14e Note d'Information sur les frigorigènes : "Réduction des émissions de fluides frigorigènes et confinement", Institut International du Froid, [www.iifiir.org](http://www.iifiir.org)

<sup>2</sup> actualisation de Cowan D, Gartshore J, Chaer I, Francis C, Maidment G. (2010), REAL Zero – Réduire les émissions de frigorigènes et les fuites – tiré du projet de l'IoR, *Proceedings of the Institute of Refrigeration*, Proc. Inst. R. 2009-10. 7-1

<sup>3</sup> Cowan D, Beermann K, Chaer I, Gontarz G, Kaar K, Koronaki I, Maidment G, Reulens W. (2011), *Améliorer le confinement des gaz fluorés dans l'UE - résultats du projet REAL SKILLS EUROPE*. 23e Congrès International du Froid, Prague, République tchèque, [www.iifiir.org](http://www.iifiir.org)

<sup>4</sup> PNUE (2009), *Task force decision XX/8 report; assessment of alternatives to HCFCs and HFCs and update of the TEAP 2005 supplement report data*, UNEP Technology and Economic Assessment Panel, Nairobi, Kenya. [ozone.unep.org/Assessment\\_Panels/TEAP/Reports/TEAP\\_Reports/index.shtml](http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/TEAP_Reports/index.shtml)

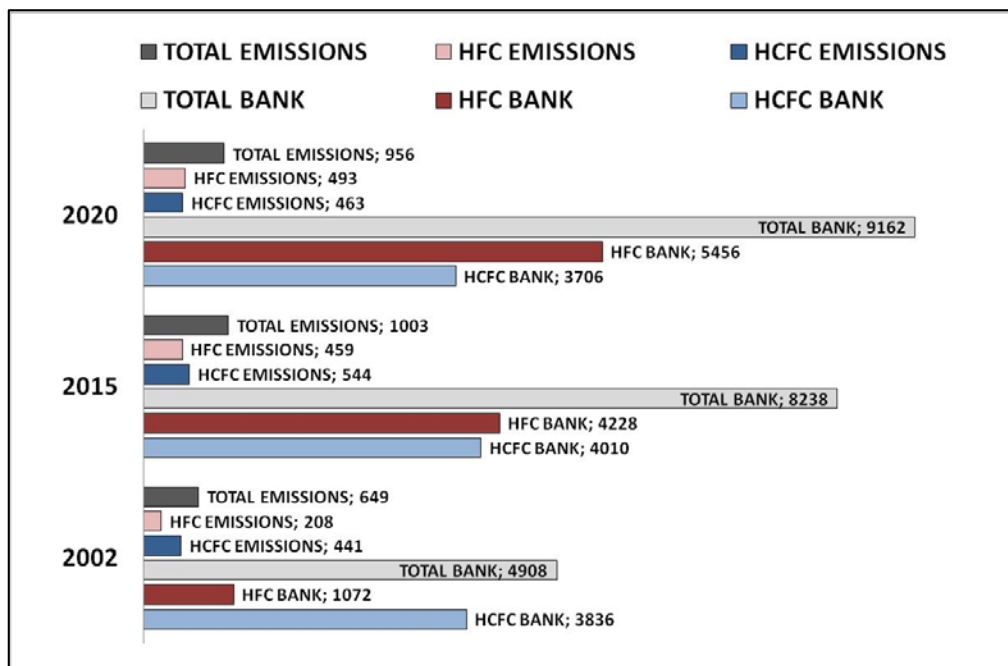


Figure 3. Projections des banques et émissions mondiales de frigorigènes 2002–2020 (MTCO2e)<sup>4</sup>

## L'impact des fuites de frigorigènes

Des approches des systèmes telles que TEWI<sup>5</sup> ou LCCP<sup>6</sup>, exprimées en équivalent dioxyde de carbone, sont fréquemment utilisées pour évaluer les émissions totales directes et indirectes pendant toute la durée de vie des équipements. Le poids relatif entre les émissions directes et indirectes d'un système FCAPC dépend de plusieurs facteurs : le potentiel de réchauffement global (PRG) du frigorigène, la charge en frigorigène, le taux de fuite, la charge frigorifique, les heures de fonctionnement, la température extérieure et l'efficacité du système frigorifique.

2

La figure 4 montre l'impact potentiel de la fuite de frigorigène sur le TEWI pour un frigorigène à PRG élevé (R404A) dans des systèmes typiques de froid des supermarchés à expansion directe à basse température (BT) et haute température (HT). Les exemples<sup>7</sup> réels cités montrent que des taux de fuite annuels de l'ordre de 10 à 20% peuvent doubler le TEWI d'un système de froid en utilisant des frigorigènes à fort PRG. Cependant, bien que les émissions directes soient considérablement plus faibles pour un système équivalent avec un taux de fuite semblable en utilisant un frigorigène à faible PRG, un frigorigène moins efficace entraînerait une utilisation accrue d'énergie et des émissions indirectes plus élevées.

Les fuites de frigorigènes ne concernent pas seulement les émissions et le réchauffement climatique mais elles accroissent aussi les coûts par :

- une réduction de la fiabilité
- une indisponibilité accrue
- une efficacité réduite
- une puissance du système réduite
- des coûts additionnels pour le frigorigène de remplacement, le service et les réparations.

<sup>5</sup> TEWI, Total Equivalent Warming Impact (fonctionnement seul)

<sup>6</sup> LCCP, Life Cycle Climate Performance (analyse du cycle de vie complet)

<sup>7</sup> Cowan (2013), TEWI calculation using data for refrigeration systems in a UK supermarket chain's 'model store'

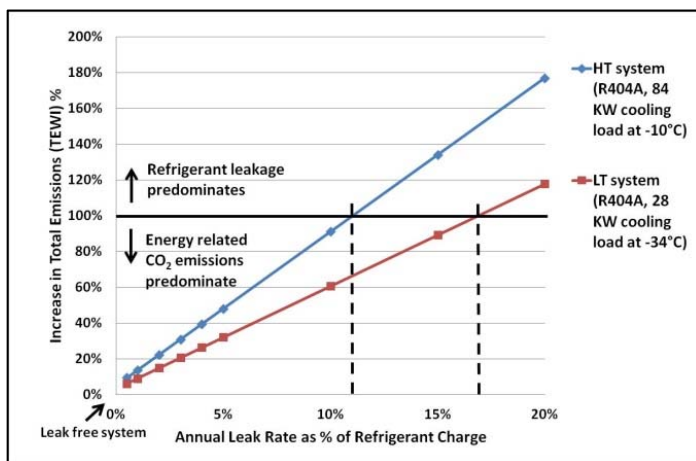


Figure 4. Impact des fuites de frigorigène sur le TEWI pour des systèmes de froid typiques au R404A<sup>7</sup>

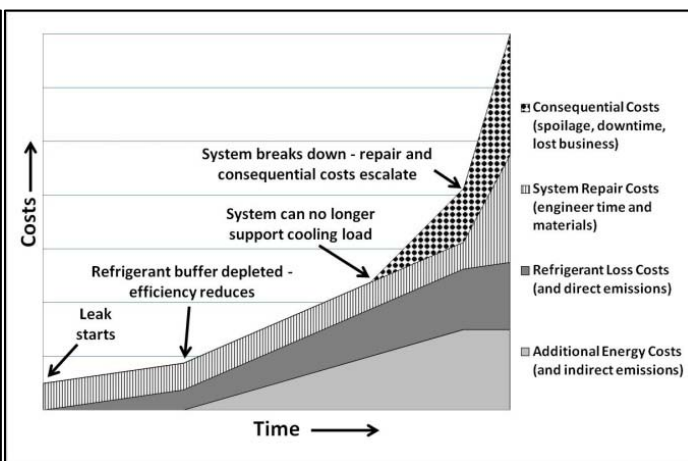


Figure 5. Montée en flèche du coût de la fuite non contrôlée d'un système de froid<sup>8</sup>

Les conséquences économiques d'une fuite de frigorigène sont indiquées qualitativement en figure 5<sup>8</sup>; le profil de coût dépendra en fait de l'application, de la taille de la fuite et du temps passé à l'identifier et la réparer. Il faut savoir que même une fuite relativement petite peut accroître significativement les coûts d'énergie annuels du système. Les impacts économiques ne sont pas limités aux systèmes employant des frigorigènes HFC et HCFC, mais s'appliquent aussi à ceux qui contiennent des frigorigènes naturels comme le CO<sub>2</sub>, l'ammoniac et les hydrocarbures.

Les taux de fuite de frigorigènes signalés varient considérablement selon les différents types de système et les différents pays. Le tableau 1 est fondé sur les consignes de l'IPCC 2006 pour les inventaires<sup>9</sup> de gaz à effet de serre et fournit une gamme de facteurs d'émission pour l'installation et la maintenance, le fonctionnement du système tout au long de sa vie et sa mise au rebut. Les niveaux d'émissions sont typiquement dans la fourchette basse pour les pays développés et dans la fourchette haute pour les pays en développement. Les valeurs pour les frigorigènes restants et récupérés en fin de vie indiquent qu'il n'y a souvent aucune récupération du frigorigène lors de la destruction d'un système de FCAPC.

Tableau 1: Eventail des valeurs de charge et d'émission pour les systèmes<sup>9</sup> de FCAPC

Type d'équipement	Charge moyenne (kg)	Facteur d'émission (% de la charge initiale)	Emissions en fonctionnement (% de la charge / an)	Frigorigène résiduel à la mise au rebut (% de la charge initiale)	Frigorigène récupéré (% de la charge résiduelle)
Froid domestique	0.05-0.5	0.2-1.0	0.1-0.5	0.80	0.70
Applications commerciales autonomes	0.2-6	0.5-3	1-15	0-80	0-70
Applications commerciales taille moyenne ou grande	50-2 000	0.5-3	10-35	50-100	0-70
Transport frigorifique	3-8	0.2-1	15-50	0-50	0-70
Froid industriel (incluant transformation des aliments et entreposage frigorifique)	10-10 000	0.5-3	7-25	50-100	0-90
Refrigerateurs	10-2.000	0.2-1	2-15	80-100	0-95
Conditionnement d'air résidentiel et commercial incluant les pompes à chaleur	0.5-100	0.2-1	1-10	0-80	0-80
Conditionnement d'air mobile	0.5-1.5	0.2-0.5	10-20	0-50	0-50

## Minimiser les fuites au cours du cycle de vie du système

La minimisation des émissions doit être assurée tout le long du cycle de vie des frigorigènes (production, entreposage, transport, fonctionnement, récupération, recyclage, régénération et destruction) et des mesures efficaces peuvent être prises pour réduire les fuites aux différentes étapes du cycle de vie des installations de FCAPC (conception, fabrication, fonctionnement, maintenance et réparation, mise hors service).

Les actions requises dépendent du type d'équipement et peuvent être décomposées par grandes catégories :

- systèmes intégrés : petits appareils commerciaux et domestiques (réfrigérateurs, congélateurs, petits climatiseurs, etc...). La plupart de ces appareils sont complètement brasés et leur étanchéité dépend de la qualité de la brasure : généralement, moins de 1 à 2 pour 10 000 appareils présentent des défauts ;
- groupes refroidisseurs d'eau : tous les composants de ces systèmes se trouvent normalement dans les salles des machines, ce qui facilite l'identification de la fuite grâce à la détection des émissions ;
- les systèmes à expansion directe avec de longs circuits de frigorigènes : ces systèmes sont utilisés dans le froid commercial et industriel (en particulier dans l'industrie alimentaire) et le conditionnement d'air résidentiel et tendent à être fuyards ;
- les systèmes de conditionnement d'air des véhicules : ces systèmes ont des tuyaux en élastomère flexible et des compresseurs ouverts à entraînement direct et sont donc sujets à fuites.

<sup>8</sup> D'après ETSU (1997), *Cutting the cost of refrigerant leakage*, Good Practice Guide 178, Energy Technology Support Unit, Didcot, UK.

<sup>9</sup> IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T and Tanabe K (eds). Published: IGES, Japan.

Les niveaux d'émission varient selon le type de système et donc requièrent des politiques de confinement adaptées au type de système et à son application. Plusieurs bonnes initiatives ont été prises internationalement. Par exemple, le Code de Conduite<sup>10</sup> qui a été développé par le Fonds Carbone du Royaume-Uni, l'Association Britannique du Froid (BRA) et l'Institut du Froid Britannique (IoR) décrit un cadre et des bonnes pratiques de confinement des frigorigènes. Une initiative européenne fournit des informations et des formations de compétence dans la réduction des fuites de frigorigène : REALSkillsEurope<sup>11</sup>.

L'effort pour concevoir des systèmes avec une faible charge par kW de puissance frigorifique a été couronné de succès. L'application à de nouveaux types d'échangeurs de chaleur et à des conceptions de systèmes sans réservoir a considérablement limité la quantité de frigorigène installée. Cependant, ces systèmes tendent à être plus sensibles aux problèmes d'étanchéité et les fuites doivent être minimisées pour assurer un fonctionnement à long terme correct du système. Ces questions sont traitées de façon approfondie par le Groupe de Travail de l'IIF sur la Réduction de Charge en Frigorigène<sup>12</sup>.

## Recommandations de l'IIF

L'IIF conseille de tenir compte des éléments exposés ci-dessus. L'IIF recommande en particulier :

- dans les politiques nationales, internationales et d'entreprises, d'accorder la plus grande priorité à la réduction d'émissions et, pour le cas du réchauffement climatique, de ne pas oublier l'impact majeur sur celui-ci des émissions indirectes dues à la conversion de l'énergie lors de l'application de mesures ;
- de promouvoir la mise en place de plans nationaux cohérents couvrant la récupération, le recyclage et la destruction ;
- de renforcer les réglementations, en particulier pour les importations et la vente de frigorigène illégaux ;
- d'utiliser une approche fondée sur le cycle de vie dans la conception, la sélection, l'installation et le fonctionnement des systèmes FCAPC ;
- de mettre en place des incitations financières et réglementaires pour promouvoir la récupération, la réduction des émissions de frigorigènes et l'utilisation de frigorigènes de remplacement à faible effet de serre ;
- de promouvoir la formation et la certification du personnel et de l'entreprise afin d'assurer la conformité avec les procédures de bonne pratique ;
- de fournir une assistance aux pays en développement en matière de formation et de programmes de certification sur l'utilisation des frigorigènes dans le cadre des aides publiques au développement organisées par les pays développés et les agences des Nations Unies.

De telles politiques économiques sont enrichies par les discussions entre les partenaires impliqués : délégués nationaux de l'IIF, organisations représentant les différentes parties concernées, associations nationales et comités nationaux du froid sont des partenaires clés.

L'IIF a la volonté de continuer à œuvrer en liaison avec les différentes organisations des Nations Unies qui appliquent le Protocole de Montréal aussi bien qu'avec les comités, organisations professionnelles et gouvernements de ses différents pays membres, afin de développer des politiques cohérentes.

*Cette Note d'Information a été préparée par David Cowan, Issa Chaer, Per Lundquist (Président du Groupe de Travail de l'IIF), Graeme Maidment et Didier Coulomb.*

<sup>10</sup> IOR (2010), *Code of Conduct for carbon reduction in the retail refrigeration sector (3 volumes)*. Available on-line from [www.ior.org.uk/retail-refri](http://www.ior.org.uk/retail-refri)

<sup>11</sup> REALSkillsEurope, *Refrigerant emissions and leakage skills for Europe*. [www.realskillseurope.eu](http://www.realskillseurope.eu)

<sup>12</sup> Groupe de Travail de l'IIF sur la réduction de charges en frigorigène, [www.iifir.org/userfiles/file/about\\_iir/working\\_parties/WP14\\_Refrigerant\\_Charge\\_Reduction.pdf](http://www.iifir.org/userfiles/file/about_iir/working_parties/WP14_Refrigerant_Charge_Reduction.pdf)