



## **INVENTAIRES DES FLUIDES FRIGORIGENES ET DE LEURS EMISSIONS**

**FRANCE – ANNEE 2004**

**Stéphanie BARRAULT, Lionel PALANDRE, Sabine SABA, Denis CLODIC**

**Marché ADEME 06 74 C 0060  
Réf. ARMINES 60588**

**Décembre 2006**



Ce rapport comporte les trois documents suivants

**Document 1 : Inventaires 2004**

**Document 2 : Données de base pour les inventaires de fluides frigorigènes**

**Document 3 - Projections à l'horizon 2019**



## Synthèse

Les inventaires effectués par le Centre Energétique et Procédés (CEP) portent sur tous les fluides frigorigènes utilisés dans les différentes applications de la réfrigération et du conditionnement d'air. Ces travaux sont effectués en réponse à un appel d'offres de l'Ademe. Les résultats des émissions de fluides frigorigènes HFC sont utilisés par le CITEPA et intégrés dans la déclaration annuelle du gouvernement français à la Convention des Nations Unies sur le changement climatique (UNFCC).

La méthode d'inventaires utilisée suit exactement la méthode de l'IPCC, dite Tier 2, et va au-delà sur certains aspects. Les inventaires des fluides frigorigènes sont effectués à partir de la connaissance des parcs d'équipements, de leurs durée de vie, du choix des fluides frigorigènes et des niveaux d'émissions associés aux différentes technologies et à l'exploitation de ces équipements. L'ensemble de ces données est organisé année par année dans une base de données appelée RIEP. Plusieurs recoupements sont effectués au niveau des applications. Le recoupement essentiel est la comparaison entre :

- les demandes de fluides frigorigènes, telles que reconstituées par RIEP (charge en fluides frigorigènes des équipements neufs et recharge en maintenance des parcs d'équipements) pour l'année courante, et
- la déclaration annuelle des distributeurs de fluides frigorigènes regroupés dans la SNEFCCA.

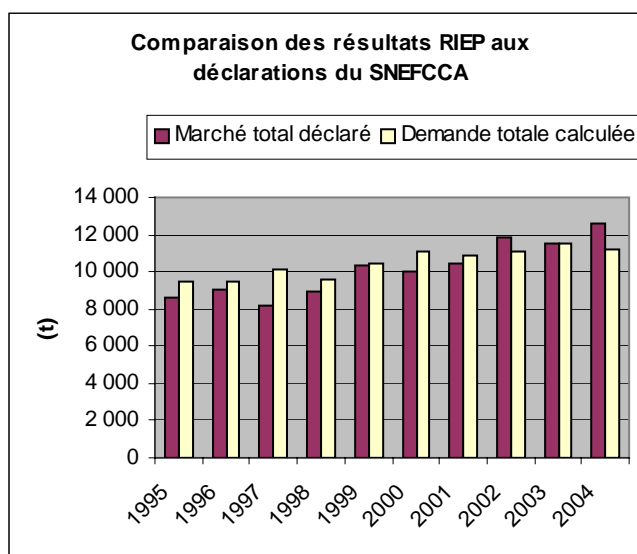
### Contrôle qualité

Le tableau 1 synthétise les écarts sur les 9 dernières années des déclarations du SNEFCCA et la demande annuelle reconstituée par RIEP. L'écart pour l'ensemble des fluides CFC, HCFC, HFC est de 10 % pour cette année 2004, avec deux écarts importants :

- RIEP indique toujours "un besoin" de CFC de 60 t (ce besoin est interdit par le règlement 2037/2000) et un écart de 1100 t sur les HCFC,
- RIEP "sous-estime" le besoin, si on se réfère à la déclaration du SNEFCCA. Soit le stock de R-22 a déjà commencé (bien qu'il soit interdit d'utiliser du R-22 vierge à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2010), soit les équipements sont devenus beaucoup plus émissifs, soit la déclaration est surévaluée.

Tableau 1 - Comparaison des marchés déclarés et de la demande calculée

| Année       | Marché total déclaré (t) | Demande totale calculée (t) | Demande totale calculée + NH <sub>3</sub> (t) |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| 1995        | 8 636                    | 9 491                       | 10 180  |
| 1996        | 9 060                    | 9 452                       | 10 138  |
| 1997        | 8 175                    | 10 078                      | 10 774  |
| 1998        | 8 910                    | 9 616                       | 10 264  |
| 1999        | 10 388                   | 10 483                      | 11 056  |
| 2000        | 10 010                   | 11 054                      | 11 651  |
| 2001        | 10 480                   | 10 889                      | 11 488  |
| 2002        | 11 829                   | 11 123                      | 11 732  |
| 2003        | 11 572                   | 11 556                      | 12 191  |
| <b>2004</b> | <b>12 580</b>            | <b>11 253</b>               | <b>11 957</b>                                 |



Par contre pour les HFC, l'écart est de 3 % entre les valeurs déclarées et les valeurs reconstituées par RIEP ce qui est dans la fourchette d'incertitude.

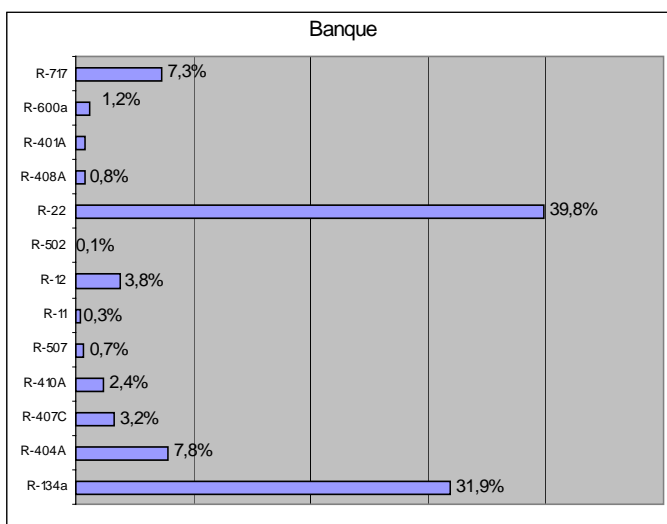
## Les banques de fluides frigorigènes

Le tableau 2 présente les « banques » des différents fluides frigorigènes utilisés dans les différents parcs d'équipements. Il est frappant de constater qu'il reste encore plus de

2 000 t de CFC qui sont contenus essentiellement dans les vieux réfrigérateurs domestiques et dans certains groupes refroidisseurs d'eau.

Tableau 2 - Banque des fluides frigorigènes

| Banque de fluides en 2004 (t) |        |       |        |
|-------------------------------|--------|-------|--------|
| CFC                           | R-11   | 168   | 2 133  |
|                               | R-12   | 1 939 |        |
|                               | R-502  | 26    |        |
| HCFC                          | R-22   | 20    | 21 179 |
|                               | R-408A | 384   |        |
|                               | R-401A | 405   |        |
|                               | R-401A | 390   |        |
| HFC                           | R-123  | 0     | 23 501 |
|                               | R-134a | 16    |        |
|                               | R-134a | 312   |        |
|                               | R-404A | 3 992 |        |
|                               | R-407C | 1 653 |        |
|                               | R-410A | 1 209 |        |
| Autres                        | R-507  | 335   | 4 349  |
|                               | R-413A | 279   |        |
|                               | R-717  | 3 732 |        |
|                               | R-744  | 0     |        |
|                               | R-600a | 617   |        |



On remarque que la banque de HFC représente en 2004 la première banque de fluide frigorigène avec 23 500 t, les HCFC représentant encore plus de 21 000 t.

La répartition sectorielle présentée figure 1 montre, par comparaison entre la répartition des banques "tout fluides confondus" et les banques de HFC, qu'il reste de très grande quantité de HCFC (R-22 principalement) en froid industriel et dans les chillers.

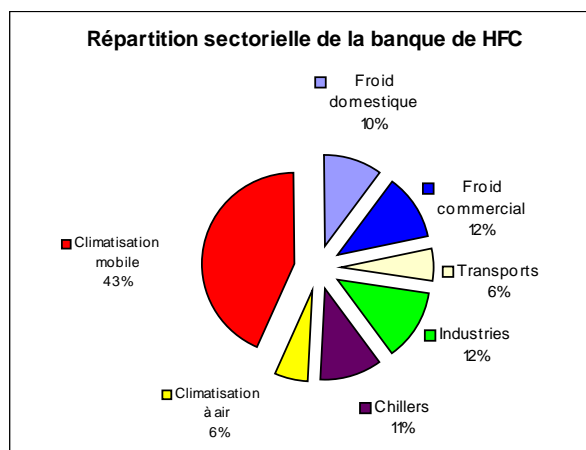
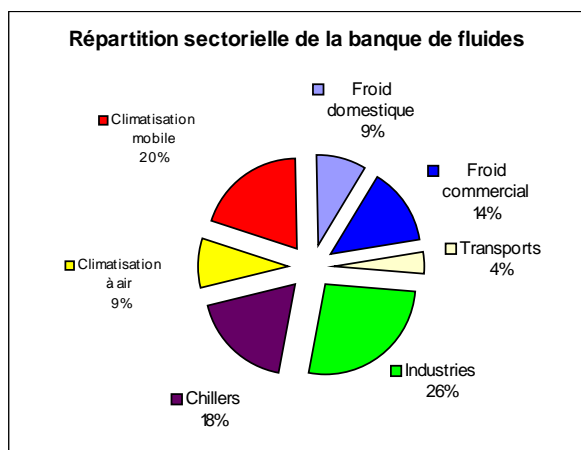


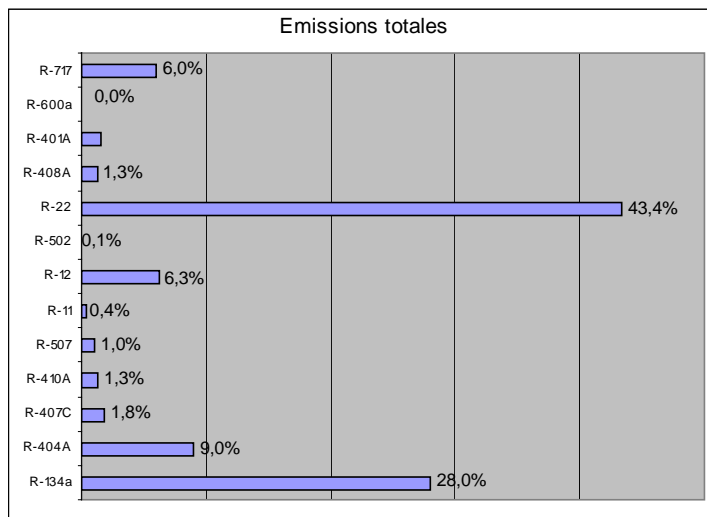
Figure 1 - Répartition sectorielle de la banque de fluides frigorigènes

## Les émissions de fluides frigorigènes

Le tableau 3 des émissions de fluides frigorigènes correspond aux grands équilibres de la banque des fluides. Les émissions de CFC sont relativement élevées car la récupération en fin de vie des équipements est peu ou pas pratiquée pour les réfrigérateurs domestiques.

Tableau 3 - Emissions des fluides frigorigènes

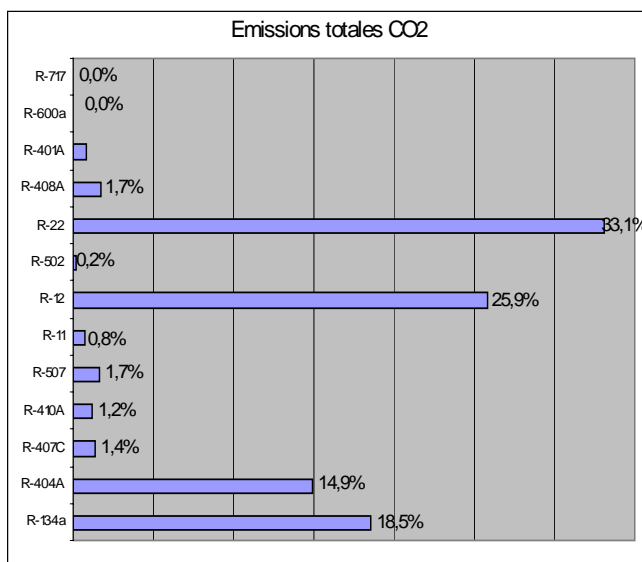
| Emissions totales de fluides en 2004 (t) |        |       |       |
|--|--------|-------|-------|
| CFC                                      | R-11   | 29    | 497   |
|  | R-12   | 463   |       |
|  | R-502  | 4     |       |
| HCFC                                     | R-22   | 3 201 | 3 414 |
|  | R-408A | 93    |       |
|  | R-401A | 120   |       |
|  | R-123  | 0     |       |
| HFC                                      | R-134a | 2 065 | 3 028 |
|  | R-404A | 662   |       |
|  | R-407C | 130   |       |
|  | R-410A | 97    |       |
|  | R-507  | 73    |       |
|  | R-413A | 80    |       |
| Autres                                   | R-717  | 443   | 443   |
|  | R-744  | 0     |       |
|  | R-600a | 0,3   |       |



La relative plus faible émission des banques de HFC comparativement à l'émission des banques de HCFC provient du fait que l'âge moyen des installations utilisant des HCFC est supérieur et qu'il y a donc des émissions en fin de vie qu'on ne retrouve pas pour les installations fonctionnant avec des HFC.

Tableau 4 - Emissions de fluides en équivalent CO<sub>2</sub> (2<sup>nd</sup> Assessment Report IPCC<sup>1</sup>)

| Emissions de fluides éq CO <sub>2</sub> en 2004 (Mt) |        |       |       |
|--|--------|-------|-------|
| CFC  | R-11   | 111   | 3 886 |
|  | R-12   | 3 751 |       |
|  | R-502  | 24    |       |
| HCFC   | R-22   | 4 801 | 5 165 |
|  | R-408A | 247   |       |
|  | R-401A | 117   |       |
|  | R-123  | 0     |       |
| HFC  | R-134a | 2 685 | 5 454 |
|  | R-404A | 2 159 |       |
|  | R-407C | 198   |       |
|  | R-410A | 168   |       |
|  | R-507  | 242   |       |
|  | R-413A | 117   |       |
| Autres   | R-717  | 0     | 0     |
|  | R-744  | 0     |       |
|  | R-600a | 0     |       |



Le tableau 4 montre toujours l'impact très significatif du GWP des CFC émis qui, avec 7 % des émissions en masse, représentent 26,5 % des émissions en CO<sub>2</sub> équivalent.

<sup>1</sup> Les valeurs des GWP des HFC comptabilisées pour les inventaires annuels transmis à l'UNFCCC sont celles du 2<sup>ème</sup> rapport de l'IPCC (comme pour les autres gaz à effet de serre). Les valeurs scientifiques mises à jour dans les 3<sup>ème</sup> et bientôt le 4<sup>ème</sup> sont différentes. Pour des raisons d'homogénéité, les valeurs présentées sont les valeurs "comptables" et non les dernières valeurs scientifiques.

Le GWP élevé du R-404A commence à se faire sentir dans les différences de proportions entre les émissions en tonnes de fluide frigorigène et en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent.

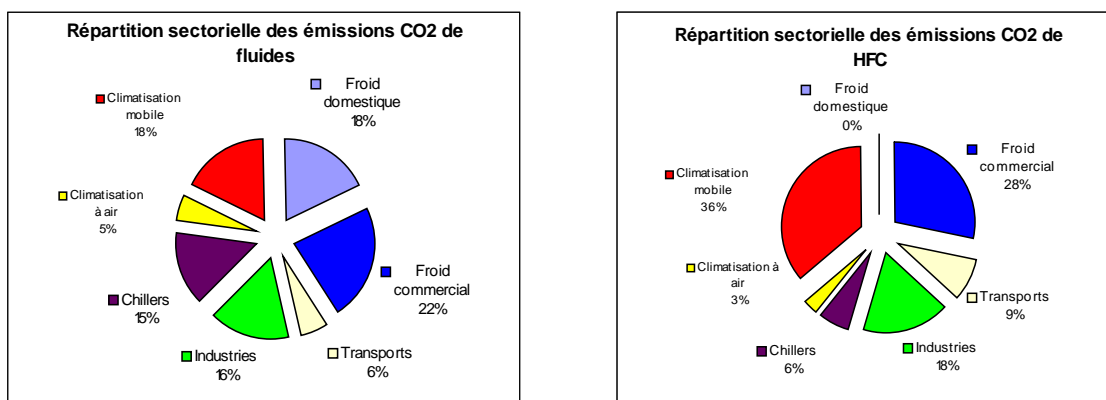


Figure 2 - Répartition sectorielle des émissions en équivalent CO<sub>2</sub>

La répartition sectorielle montre que les distorsions s'estompent entre émissions "tous fluides confondus" et émissions des seuls HFC exprimées en CO<sub>2</sub> équivalent, à l'exception notable du froid domestique où le R-12 est encore régulièrement émis en provenance des réfrigérateurs mis au rebut.

### Résultats clés des scénarios

En réponse aux préoccupations de certains ministères, de l'Ademe et de certains secteurs utilisateurs des HCFC, les scénarios effectués pour ce rapport ont porté en particulier sur l'évaluation de possibles manques de R-22 pour la maintenance des installations à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2010, date à partir de laquelle, les HCFC vierges ne pourront plus être chargés dans les installations, seuls les HCFC recyclés pourront l'être (règlement 2037/2000).

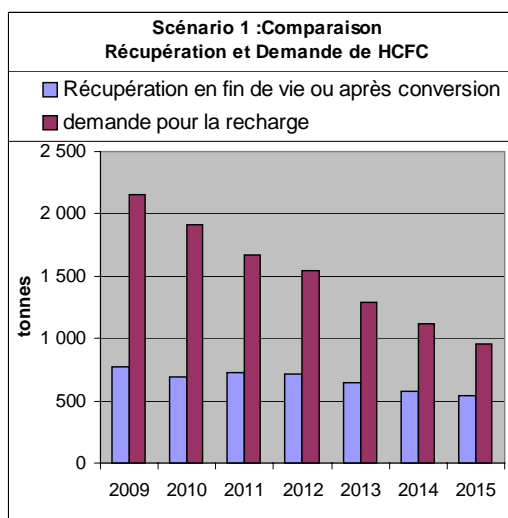


Figure 3 – Récupération et demande de HCFC entre 2009 et 2015 pour le scénario 1

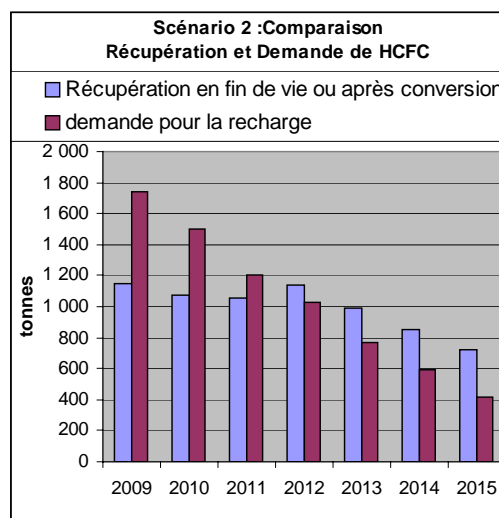


Figure 4 – Récupération et demande de HCFC entre 2009 et 2015 pour le scénario 2

La lecture de la figure 3 montre clairement **qu'en l'absence de mesures visant à limiter les émissions de fluides frigorigènes et sans une récupération efficace des HCFC en fin de vie des équipements, les besoins en R-22 ne pourront pas être assurés par le niveau actuel de la régénération ou du recyclage du R-22 récupéré.**



En mettant en œuvre une politique de récupération efficace (personnel formé et bien équipé) **mais aussi en organisant dès 2008 les conversions d'installations au R-22**, les besoins en fluides pourront être couverts (cf. figure 4 qui synthétise le scénario 2). Le déficit de fluides dès 2010 sera vraisemblablement compensé par un effet de stockage préventif des utilisateurs au cours des années précédant l'arrêt de production (2008, 2009). Passé 2011, le parc d'installations opérationnel au R-22 devrait pouvoir être alimenté par la récupération de ce fluide dans les équipements en fin de vie.

Ce scénario 2 n'est réaliste que sous trois conditions :

- que le niveau d'émission actuel soit réduit : pour cela la réglementation 2037 /2000 et le décret français de 1992 sur le contrôle annuel d'étanchéité des installations contenant plus de 2 kg de HCFC doivent s'appliquer rigoureusement,
- que la récupération des HCFC (elle aussi obligatoire depuis 2000) soit réalisée de façon efficace, par du personnel formé, avec le matériel adapté et à chaque occasion : fin de vie, lors de la maintenance et lors des conversions (retrofit),
- que le planning des conversions des installations aux HCFC commence le plus tôt possible, pour qu'il puisse être économiquement réaliste pour les industriels : toutes les installations au R-22 ne pourront pas être rechargées avec des mélanges de HFC sur une période trop courte.

Il faut insister sur le fait que c'est la conversion d'une partie des installations au R-22 qui va permettre d'alimenter, par la récupération du fluide, le marché de la maintenance des autres équipements. Les figures 5 et 6 synthétisent les besoins cumulés des principaux secteurs utilisateurs de HCFC pour la période 2010-2015, dans le scénario 1.

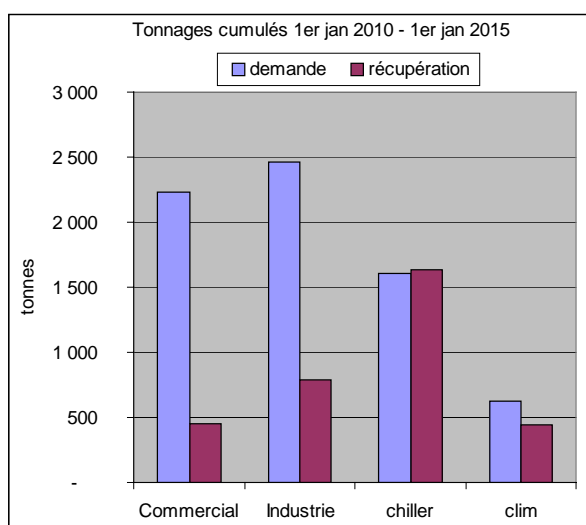


Figure 5 - Scénario 1, tonnages cumulés entre 2010 et 2015 pour la demande et la récupération de HCFC

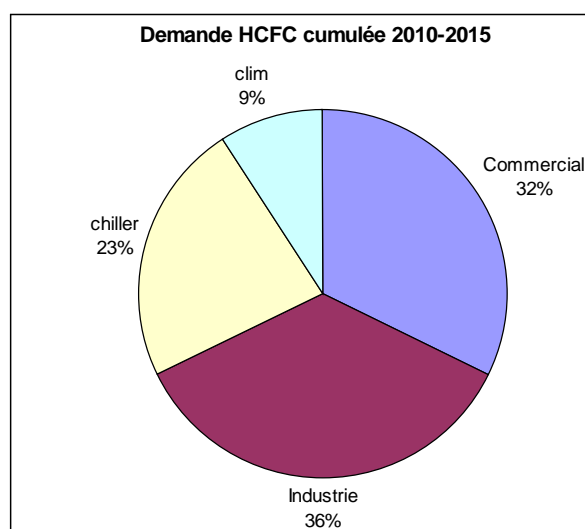


Figure 6 - Scénario 1, répartition sectorielle de la demande HCFC cumulée entre 2010-2015

Dans le scénario 1, sans mesures supplémentaires à celles qui sont actuellement en œuvre et aussi sans conversion d'installation, il apparaît un net déséquilibre entre la demande et l'offre disponible, issue de la récupération, dans les secteurs du froid commercial et du froid industriel (cf. figure 5). Dans ces deux secteurs, seuls 20 % de la demande seront assurés, en moyenne pendant la période 2010 –2015, par le fluide récupéré dans les installations en fin de vie. Attention pour certaines installations : évaporateurs alimentés par pompes alimentés par un réservoir basse pression rencontrés en froid agro-alimentaire et groupes refroidisseurs d'eau à évaporateur noyé, les fluides de conversion non azéotropes ne peuvent convenir compte tenu des problèmes de distillation fractionnée dans le réservoir ou l'évaporateur noyé, seul un fluide pur ou un mélange azéotrope peut convenir.

