



**Inventaires des émissions des fluides frigorigènes et leurs prévisions
d'évolution jusqu'en 2022**

FRANCE – Année 2007

Document 1 : Résultats du calcul Inventaires 2007

Stéphanie BARRAULT, Sabine SABA, Denis CLODIC

**Marché ADEME 08 74 C 0149
Réf. ARMINES 92111**

Février 2010

SYNTHESE

Contexte

L'ADEME finance les inventaires de fluides frigorigènes quelle que soit leur formule chimique : CFC, HCFC, HFC, hydrocarbures, ammoniac, CO₂, compte tenu de l'impact environnemental des fluides halogénés mais aussi de l'impact du choix des fluides frigorigènes sur l'efficacité énergétique des systèmes de réfrigération et de climatisation. De plus, la substitution des fluides chlorés s'est faite progressivement à partir de 1994 et encore maintenant en raison du décalage temporel entre la charge initiale et la durée de vie des équipements frigorifiques.

La mise à jour annuelle permet aussi de fournir des chiffres de grande qualité pour les inventaires des HFC, qui font partie des substances ayant un pouvoir de réchauffement global et qui doivent être déclarées annuellement par tous les états ayant signé la convention sur le climat. Le CEP MINES ParisTech fournit ces chiffres annuellement au CITEPA qui les intègre dans les déclarations annuelles de l'état français.

Méthodologie

La méthodologie utilisée pour établir les inventaires des émissions de fluides frigorigènes, en particulier des fluides HFC, est conduite en utilisant les recommandations du IPCC Guideline 2006. La méthode de contrôle qualité compare les chiffres des inventaires qui reconstituent la demande de fluides frigorigènes et les chiffres du marché des fluides tels que déclarés par le SNEFCCA. Le tableau S1 présente les marchés par type de fluide CFC, HCFC, HFC et autres et sont comparés aux données du SNEFCCA. Comme on peut le vérifier sur la figure S1, les écarts sont limités de manière accumulée. RIEP (base de données logicielle de calcul des émissions développée par le CEP) sous-estime le marché d'environ 6 % sur les sept dernières années. On peut considérer que cet écart est cohérent avec les incertitudes qu'il peut y avoir tant sur les stocks de fluides que sur les émissions.

Marché

On peut remarquer que le marché dominant devient celui des HFC qui représente presque 75 % du marché des fluides, le R-22 représentant encore 21 % en 2007.

Tableau S1 – Répartition des fluides sur la demande totale calculée en 2007

Demande totale 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	8	17
	R-12	9	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 360	2 472
	R-408A	85	
	R-401A	28	
HFC	R-134a	4 255	8 541
	R-404A	2 290	
	R-407C	1 108	
	R-410A	732	
	R-507	146	
	R-417A	2	
	R-422A	3	
	R-422D	2	
	R-427A	4	
Autres	R-600a	0	551
	R-717	551	
TOTAL			11 581

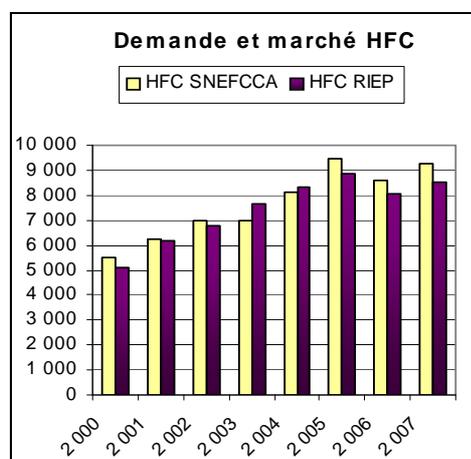


Figure S1 - Marchés déclarés et demandes calculées de HFC

La demande totale se décompose en la demande pour les équipements neufs (tableau S2), estimée à environ 5 000 tonnes en 2007 et celle pour la maintenance des installations existantes (tableau S3), évaluée à 6 500 tonnes en 2007.

Tableau S2 – Répartition des fluides sur la demande équipements neufs calculée en 2007

Demande Equipements neufs 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	1	1
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	2 261	4 838
	R-404A	957	
	R-407C	905	
	R-410A	694	
	R-507	12	
	R-417A	1	
	R-422A	2	
	R-422D	1	
	R-427A	4	
Autres	R-600a	0	217
	R-717	217	
TOTAL			5 056

Tableau S3 – Répartition des fluides sur la demande maintenance calculée en 2007

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	8	17
	R-12	9	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 359	2 472
	R-408A	85	
	R-401A	28	
HFC	R-134a	1 962	3 670
	R-404A	1 332	
	R-407C	202	
	R-410A	38	
	R-507	134	
	R-417A	1	
	R-422A	1	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	334
	R-717	334	
TOTAL			6 493

Banque

Tableau S4 : Répartition des fluides sur la banque calculée de fluides frigorigènes en 2007

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	42	764
	R-12	722	
	R-502	1	
HCFC	R-22	14 826	15 235
	R-408A	284	
	R-401A	125	
HFC	R-134a	19 725	33 500
	R-404A	6 244	
	R-407C	4 295	
	R-410A	2 730	
	R-507	473	
	R-417A	28	
	R-422A	2	
	R-422D	1	
	R-427A	1	
Autres	R-600a	1 029	5 017
	R-717	3 988	
TOTAL			54 516

La banque de fluides frigorigènes est désormais nettement dominée par les HFC, en particulier par le R-134a qui représente à lui seul 36 % de la banque totale 2007, contre 27 % pour le R-22.

Note : banque signifie ici la banque totale de fluides frigorigènes contenus dans l'ensemble des installations frigorifiques et de climatisation.

Emissions

Tableau S5 : Emissions des fluides frigorigènes

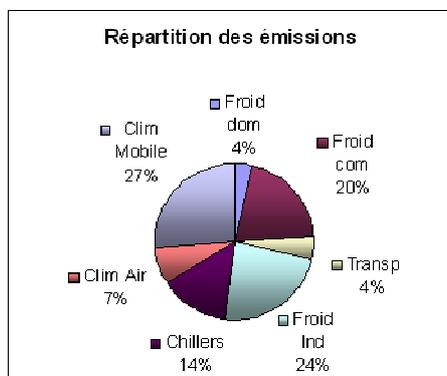
Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	10	234
	R-12	224	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 652	2 766
	R-408A	83	
	R-401A	32	
HFC	R-134a	2 801	4 719
	R-404A	1 282	
	R-407C	323	
	R-410A	184	
	R-507	126	
	R-417A	1	
	R-422A	1	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	6	329
	R-717	323	
TOTAL			8 048

Les émissions sont dominées par les HFC, plus particulièrement par le R-134a, qui représente environ 35 % des émissions totales de fluides frigorigènes.

Le niveau des émissions totales, rapporté à la banque, fait apparaître un taux d'émissions moyen d'environ 15 % par an.

La figure S2 montre la répartition sectorielle. Si on prend le total des émissions, quel que soit le fluide, on voit que ces émissions se répartissent de manière assez homogène entre quatre grands secteurs, la climatisation automobile, le froid commercial, le froid industriel et la climatisation fixe incluant les groupes refroidisseurs d'eau. La climatisation automobile représente 44 % des émissions de HFC, compte tenu du nombre de véhicules climatisés et du niveau d'émissions.

Emissions totales 2007 : 8 048 tonnes



Emissions totales de HFC 2007 : 4 719 tonnes

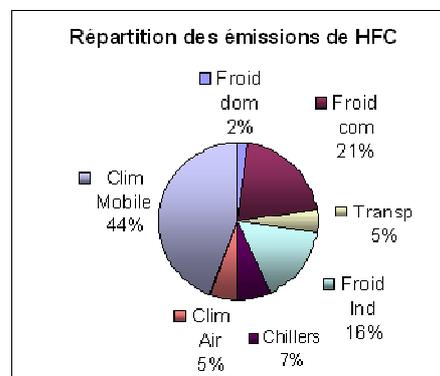


Figure S2 : Répartition sectorielle des émissions de fluides frigorigènes

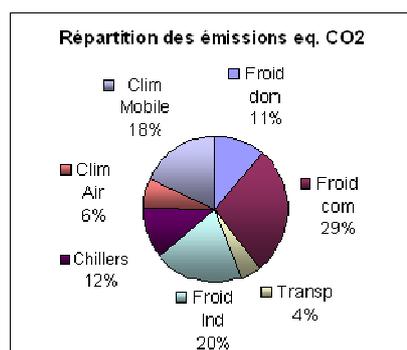
Emissions en équivalent CO₂

Tableau S6 : Emissions de fluides en équivalent CO₂ (2nd Assessment Report IPCC)

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,04	1,851
	R-12	1,81	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	3,98	4,228
	R-408A	0,22	
	R-401A	0,03	
HFC	R-134a	3,64	9,056
	R-404A	4,18	
	R-407C	0,49	
	R-410A	0,32	
	R-507	0,42	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
Autres	R-600a	0,00	0 000
	R-717	0,00	
TOTAL			15,136

Par contre, lorsqu'on regarde les valeurs des émissions en équivalent de CO₂ (cf. tableau S6), compte tenu du GWP du R-404A, plus de deux fois supérieur à celui du R-134a, le premier émetteur en terme d'équivalent CO₂ devient, en 2007, le R-404A.

Emissions totales en équivalent CO₂ :
15 millions de tonnes en 2007



Emissions totales de HFC en équivalent CO₂ :
9 millions de tonnes en 2007

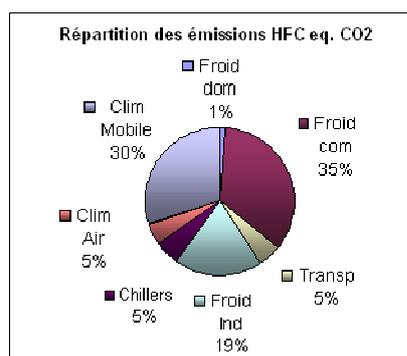


Figure S3 : Répartition sectorielle des émissions en équivalent CO₂

Récupération

Pour ce qui concerne la récupération des fluides frigorigènes, les calculs de RIEP indiquent une domination de la récupération du R-22 sur les autres fluides, ce qui correspond logiquement à la substitution progressive du R-22 par des HFC, selon les calculs de RIEP, le R-22 constitue 72 % des fluides récupérés.

Comme chaque année, les quantités de fluides récupérées, telles que calculées par RIEP sont deux fois plus élevées que celles déclarées par le SNEFCCA sur les quantités récupérées. En 2007, le niveau à 1 161 t n'est pas très différent du niveau calculé en 2006 à 1 091 t. La tendance à ce léger accroissement des quantités récupérées est notée aussi dans les chiffres de la SNEFCCA, qui passent de 560 à 585 t récupérées par les distributeurs. On peut considérer que les calculs de RIEP ne sont pas trop optimistes puisqu'il est connu qu'une partie des quantités de fluides frigorigènes récupérés, en particulier le R-22, est directement réutilisée par les propriétaires des installations desquelles ce fluide est récupéré. Cette part est évaluée à environ 50 % par les producteurs, ce qui concorde avec les estimations de RIEP.

Améliorations de la méthode

Du point de vue méthodologique, et associé aux travaux de thèse menés par Sabine Saba, plusieurs améliorations ont été apportées au logiciel RIEP.

- L'introduction de courbes de mise au rebut, dites aussi « courbe de survie », qui remplacent l'approche en durée de vie moyenne ; cette amélioration permet en particulier de mettre en évidence des émissions de HFC pour des équipements mis au rebut précocement, et une traîne des émissions de CFC liée aux appareils dont la durée de vie est bien plus longue que la durée de vie moyenne. L'historique de chaque secteur a été modifié par cette approche de courbe de mise au rebut. Au fur et à mesure des données collectées, ces courbes pourront être améliorées.

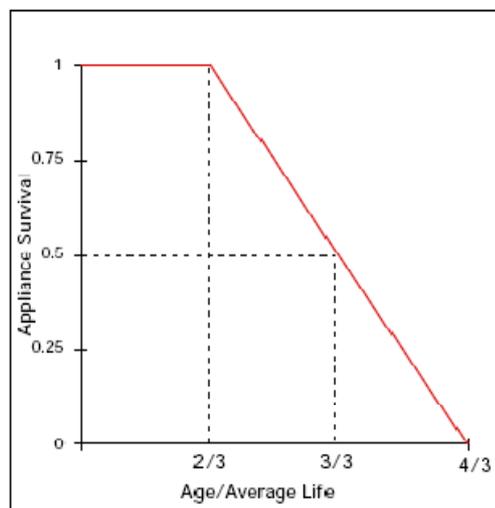


Figure S4 : Définition de la courbe de durée de vie selon [KO98]

- La prise en compte des rétrofits (reconversion d'une installation frigorifique ou de climatisation par changement du fluide frigorigène) suppose de différencier durée de vie de l'installation et type de fluide chargé dans l'installation. L'approche des courbes de survie et celle des stratégies de rétrofit sont complémentaires pour différencier les installations qui peuvent faire l'objet d'un rétrofit parce que leur durée de vie est inférieure à la durée de vie moyenne et celles qui seront remplacées précocement parce que leur durée de vie est significativement supérieure à la durée de vie moyenne.
- Un modèle plus sophistiqué des émissions du secteur de la climatisation automobile a été mis en place pour prendre en compte l'écart très significatif des émissions initiales, telles que mesurées par la méthodologie mise en place par le règlement européen 706/2007, et le niveau des ventes de R-134a à la maintenance qui indique des taux d'émission bien supérieurs. Des courbes de dégradation d'étanchéité au cours du temps ont été mises au point et permettent de rendre compte de ce phénomène.

Comme chaque année, des enquêtes ont été menées secteur par secteur et le secteur des pompes à chaleur (PAC) résidentielles est traité en tant que tel. En 2007, la banque de fluides chargée dans les PAC résidentielles est estimée à 680 t avec des émissions estimées à 20 t.

Projections à l'horizon 2022

Les calculs de projections à 15 ans sont réalisés selon trois scénarios :

- Le scénario 1 ou des « Pratiques Habituelles » (PH) est un scénario de référence dans lequel les hypothèses représentent la situation telle qu'elle était il y a une dizaine d'années, avant que des mesures ne soient prises pour réduire les émissions de fluides frigorigènes et favoriser sa récupération.
- Le scénario 2 ou scénario des « Mesures Actuelles » (MA) est un scénario plus réaliste qui prend en considération toutes les mesures et réglementations connues actuellement.
- Le scénario 3 ou scénario des « Incitations Supplémentaires » (IS), propose des mesures complémentaires afin de privilégier l'utilisation de fluides frigorigènes à plus faible GWP et généraliser l'utilisation des systèmes indirects, réduire les charges et améliorer encore la récupération des anciens fluides.

En termes d'émissions exprimées en équivalent CO₂, l'enjeu extrêmement important du confinement mais aussi du recours aux fluides à faible GWP apparaît bien sur la figure S5. Dans le scénario 1, les émissions en équivalent CO₂ s'élèveraient à plus de 25 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2022 ; elles sont quasiment réduites de moitié dans le scénario 2 et, dans le scénario 3 les émissions sont en forte décroissance, limitées à 7,4 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2022.

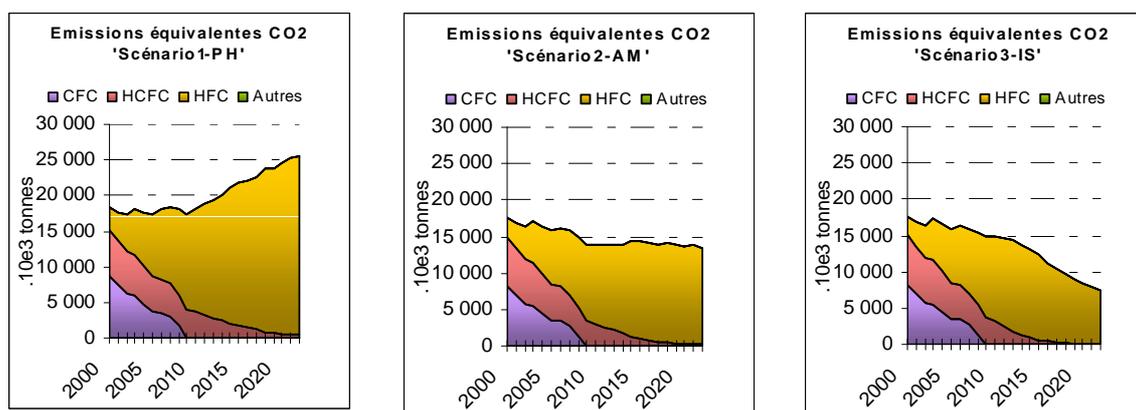


Figure S5 - Projections des émissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

Selon les scénarios d'émissions, la demande de HCFC, principalement de R-22, varie entre 266 et 651 t (cf. tableau S7). Ceci fait voir l'importance que prennent les rétrofits dans les années qui viennent et que ce rythme doit être soutenu. De plus, comme le nouveau règlement européen 1005/2009 interdit le transfert de HCFC récupéré d'un secteur à l'autre, puisque le R-22 recyclé ne peut être rechargé que dans les installations d'un même propriétaire, les scénarios indiquent toujours une difficulté sur la transition du R-22 pour le froid agroalimentaire. La solution palliative est une adaptation plus rapide de l'équipement ou un confinement extrêmement efficace.

Tableau S7 – Demande de fluides frigorigènes pour l'année 2015 pour chaque scénario

Année 2015	HCFC	HFC	Autres
Scénario 1 - PH	651	14 415	986
Scénario 2 - AM	449	9 568	920
Scénario 3 - IS	266	9 932	813

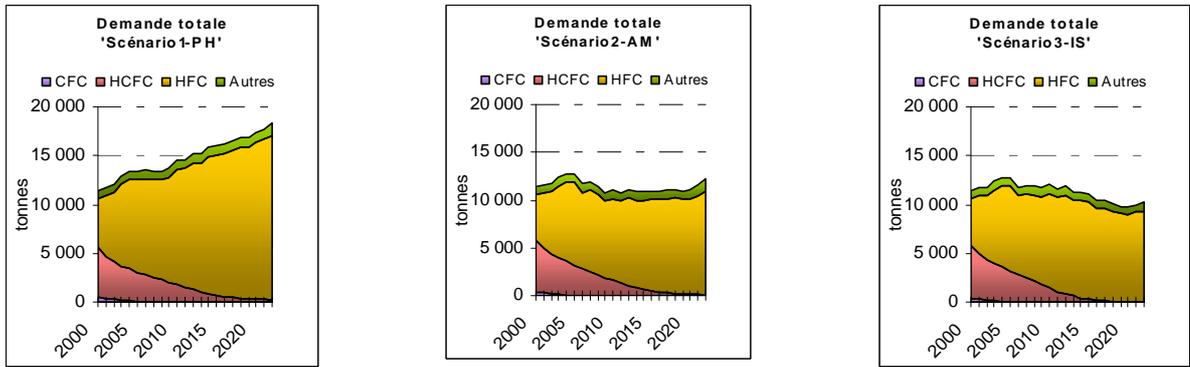


Figure S6 - Projections de la demande totale des fluides frigorigènes

La figure S6 indique que la demande totale annuelle passerait de 11 600 t en 2007 à 18 300 t en 2022 si aucune mesure n'est prise, mis à part l'arrêt d'utilisation du R-22 (règlements 2037/2000 et 1005/2009). En revanche, ce marché peut être réduit à un peu plus de 10 000 t si les mesures adéquates de confinement sont prises ainsi qu'un recours plus systématique aux systèmes indirects dans les secteurs du froid industriel et du froid commercial.

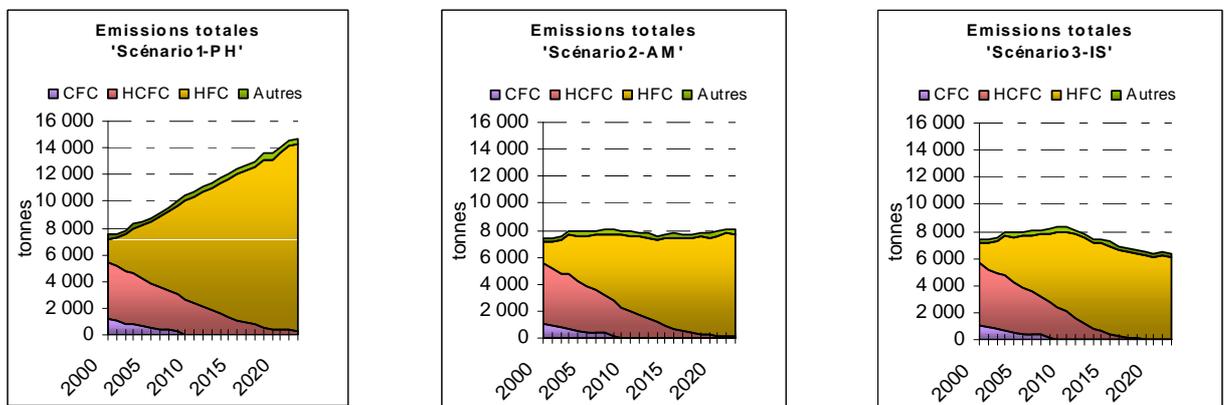


Figure S7 - Projections des émissions de fluides frigorigènes

Selon les trois scénarios à l'horizon 2022, la figure S7 montre une très grande différence d'émissions des fluides frigorigènes qui est liée aussi à l'efficacité des mesures de confinement et à la réduction des charges.

Définitions des principaux termes et secteurs utilisés dans les INVENTAIRES

Banque

Est constituée des quantités de fluides frigorigènes contenues dans tous les équipements présents sur le sol français. La banque est évaluée par RIEP en se basant sur les marchés d'équipements, leur charge nominale et leur durée de vie.

Demande totale et marché total

La *demande* : ce qui est reconstitué par la méthodologie d'inventaire en prenant en compte la charge de fluide dans les équipements neufs et les quantités de fluide nécessaires à la recharge des équipements pour leur maintenance.

Le *marché* : les quantités de fluides frigorigènes déclarées vendues en France par les producteurs et les distributeurs et publiées par la SNEFCCA. Chaque année la demande est confrontée au marché, ce qui permet la vérification de la méthodologie d'inventaire.

Charge des équipements neufs

Quantité de fluides frigorigènes chargés dans l'ensemble des installations neuves fabriquées en usines en France ou chargées une fois l'installation réalisée sur le sol français. Une partie de ces charges est exportée dans les équipements. Pour les inventaires, seules comptent les quantités chargées sur le sol français. Les quantités de fluides importées à travers les équipements pré-chargés ne comptent pas dans les inventaires, mais comptent pour le pays exportateur.

Charge pour la maintenance

Quantité de fluides frigorigènes nécessaires à la maintenance des équipements se trouvant sur le sol français, cette maintenance pouvant être annuelle ou non. La maintenance des reefers (bateaux frigorifiques) et conteneurs réfrigérés se faisant dans les ports français est forfaitairement prise en compte, en supposant sa part égale à 10 % du niveau mondial.

Emissions

Toutes les émissions sont prises en compte dans le calcul pour l'estimation des émissions totales, données en tonnes de fluides : les émissions à la charge des équipements, les émissions fugitives au cours de leur durée de vie, les émissions se produisant au cours des opérations de maintenance et lors de la fin de vie des équipements, les émissions associées aux talons résiduels des bouteilles et containers de fluides frigorigènes. Le rapport précise cependant la contribution dominante pour chaque secteur. Pour les secteurs dont la maintenance est annuelle, soit dans la majorité des cas, les émissions fugitives et les émissions à la maintenance ne peuvent pas être distinguées. Celles-ci correspondent globalement au marché maintenance : les quantités perdues devant être rechargées.

Emissions équivalent CO₂

Afin de réellement connaître l'impact des émissions de fluides frigorigènes sur le réchauffement climatique, il est nécessaire de convertir les émissions de fluides frigorigènes en *émissions exprimées en équivalent CO₂*, les valeurs en sont usuellement exprimées en millions de tonnes. Celles-ci sont le produit des émissions de chaque fluide par leur GWP (Global Warming Potential) donné par le 2nd Assessment Report.

Récupération

Les quantités de fluides frigorigènes récupérées au cours de la fin de vie des équipements sont estimées. Ces quantités tiennent compte de la récupération au cours des rétrofits d'installation. La récupération effectuée au cours des opérations de maintenance est exclue car le fluide est rechargé dans l'installation à la fin de l'opération de maintenance. Les quantités estimées par RIEP correspondent au potentiel récupérable qui est supérieur aux quantités déclarées récupérées par les distributeurs car une partie des fluides récupérés sont réutilisés dans des installations appartenant au même propriétaire. C'est en particulier le cas pour le HCFC-22 qui est nécessaire pour prolonger la durée de vie des équipements.

SECTEURS

Les résultats du rapport sont présentés selon huit secteurs d'application mais RIEP considère 22 sous-secteurs. Les dénominations utilisées sont les suivantes.

- *Le froid domestique* regroupe les sous-secteurs des réfrigérateurs et congélateurs
- *Le froid commercial* distingue les installations centralisées des supermarchés et des hypermarchés, les équipements dits « stand alone » et les groupes de condensation utilisés dans les petits commerces.
- *Le transport frigorifique* considère quatre sous-secteurs : les reefers (bateaux frigorifiques) et conteneurs réfrigérés du transport maritime d'une part ; les systèmes frigorifiques poulies-courroies et les systèmes frigorifiques autonomes utilisés dans le transport routier
- *Le froid industriel* est dominé par le secteur agroalimentaire mais inclut également les patinoires et les procédés industriels (industrie chimique principalement, mais aussi pharmacie, caoutchouc...). Les groupes refroidisseurs d'eau (GRE) ou chillers utilisés dans l'industrie ne sont pas comptabilisés mais pris en compte dans le secteur suivant.
- *Les groupes refroidisseurs d'eau* regroupent les GRE de type centrifuge et les GRE à compresseur volumétrique de basse, moyenne et forte puissance utilisés aussi bien dans l'industrie (1/3 environ) que dans la climatisation (2/3).
- *La climatisation à air* est décomposée en 9 sous-secteurs avec d'une part les mobiles, les climatiseurs de fenêtre, les splits, les multi splits utilisés en climatisation individuelle; et d'autre part, les armoires verticales, les armoires spéciales, les roof-tops, les DRV et les splits et multi-splits utilisés en climatisation autonome.
- *Les Pompes à Chaleur Résidentielles (PAC)* sont extraites du secteur de la climatisation à air et décomposée en quatre sous-secteurs : les PAC air/eau, les PAC eau/eau, les PAC sol/eau et les PAC sol/sol.
- *La climatisation embarquée* ou *climatisation mobile*, dont le principal sous-secteur est la climatisation automobile (regroupant les véhicules personnels et utilitaires légers), prend également en compte les véhicules industriels, les cars et bus et les trains.

DOCUMENT 1 - Inventaires 2007

Table des matières

SYNTHESE	i
 GLOSSAIRE	
1. RESULTATS GLOBAUX.....	3
INTRODUCTION	3
1.1 MARCHÉ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	4
1.1.1 VÉRIFICATION CROISÉE DES DÉCLARATIONS DE VENTE ET DE LA DEMANDE CALCULÉE	4
1.1.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DE LA DEMANDE DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	7
1.2 DEMANDE EN FLUIDES FRIGORIGÈNES POUR LES ÉQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT DES INSTALLATIONS	8
1.2.1 RÉPARTITION PAR FLUIDE DU MARCHÉ NEUF ET DE RETROFIT	8
1.2.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DE LA DEMANDE EN FLUIDES FRIGORIGÈNES	8
1.3 DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	9
1.3.1 RÉPARTITION PAR FLUIDE	9
1.3.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DE LA DEMANDE EN FLUIDES FRIGORIGÈNES POUR LA MAINTENANCE	9
1.4 BANQUE DES FLUIDES FRIGORIGÈNES.....	10
1.4.1 RÉPARTITION PAR FLUIDE	10
1.4.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DE LA BANQUE DE FLUIDES FRIGORIGÈNES	11
1.5 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	11
1.5.1 RÉPARTITION PAR FLUIDE	11
1.5.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DES ÉMISSIONS DE FLUIDES FRIGORIGÈNES.....	12
1.6 ÉMISSIONS ÉQUIVALENTES CO₂ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	13
1.6.1 RÉPARTITION PAR FLUIDE	13
1.6.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DES ÉMISSIONS DE FLUIDES FRIGORIGÈNES EN ÉQUIVALENT CO₂.....	13
1.7 RÉCUPÉRATION DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	14
1.7.1 RÉPARTITION PAR FLUIDE	14
1.7.2 RÉPARTITION SECTORIELLE DE LA RÉCUPÉRATION DES FLUIDES FRIGORIGÈNES.....	15
 2. LE FROID DOMESTIQUE	 17
2.1 INTRODUCTION	17
2.2 DEMANDE POUR LES ÉQUIPEMENTS NEUFS	17
2.3 DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	17
2.4 BANQUE.....	17
2.5 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	18
2.6 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES EN ÉQUIVALENT CO₂	18
2.7 RÉCUPÉRATION DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	19
 3. LE FROID COMMERCIAL.....	 21
3.1 INTRODUCTION	21
3.2 DEMANDE POUR LES ÉQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT DES INSTALLATIONS	21
3.3 DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	21
3.4 BANQUE DES FLUIDES FRIGORIGÈNES.....	22
3.5 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	23
3.6 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES EN ÉQUIVALENT CO₂	23
3.7 RÉCUPÉRATION DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	24
 4. LES TRANSPORTS FRIGORIFIQUES	 25
4.1 INTRODUCTION	25
4.2 DEMANDE POUR LES ÉQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT DES INSTALLATIONS	25
4.3 DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	25
4.4 BANQUE DES FLUIDES FRIGORIGÈNES.....	26
4.5 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	27
4.6 ÉMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES EN ÉQUIVALENT CO₂	27
4.7 RÉCUPÉRATION DES FLUIDES FRIGORIGÈNES	28
 5. LE FROID INDUSTRIEL	 29
5.1 INTRODUCTION	29
5.2 DEMANDE POUR LES ÉQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT DES INSTALLATIONS	29

5.3	DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	29
5.4	BANQUE.....	30
5.5	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES	31
5.6	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES EN EQUIVALENT CO ₂	31
5.7	RECUPERATION DES FLUIDES FRIGORIGENES	32
6.	LES GROUPES REFROIDISSEURS D'EAU (GRE).....	33
6.1	INTRODUCTION	33
6.2	DEMANDE POUR LES EQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT D'INSTALLATIONS	33
6.3	DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	33
6.4	BANQUE DES FLUIDES FRIGORIGENES.....	34
6.5	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES	35
6.6	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES EN EQUIVALENT CO ₂	35
6.7	RECUPERATION DES FLUIDES FRIGORIGENES	36
7.	LA CLIMATISATION A AIR.....	37
7.1	INTRODUCTION	37
7.2	DEMANDE POUR LES EQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT D'INSTALLATIONS	37
7.3	DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	37
7.4	BANQUE DES FLUIDES FRIGORIGENES.....	38
7.5	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES	39
7.6	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES EN EQUIVALENT CO ₂	39
7.7	RECUPERATION DES FLUIDES FRIGORIGENES	40
8.	LES POMPES A CHALEUR RESIDENTIELLES.....	41
8.1	INTRODUCTION	41
8.2	DEMANDE POUR LES EQUIPEMENTS NEUFS	41
8.3	DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	41
8.4	BANQUE DES FLUIDES FRIGORIGENES.....	41
8.5	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES	42
8.6	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES EN EQUIVALENT CO ₂	42
8.7	RECUPERATION DES FLUIDES FRIGORIGENES	43
9.	LA CLIMATISATION EMBARQUEE	45
9.1	INTRODUCTION	45
9.2	DEMANDE POUR LES EQUIPEMENTS NEUFS ET LE RETROFIT D'INSTALLATIONS	45
9.3	DEMANDE POUR LA MAINTENANCE	45
9.4	BANQUE.....	46
9.5	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES	47
9.6	EMISSIONS DES FLUIDES FRIGORIGENES EN EQUIVALENT CO ₂	48
9.7	RECUPERATION DES FLUIDES FRIGORIGENES	48
10.	REFERENCES	49

1. RESULTATS GLOBAUX

Introduction

Depuis plusieurs années, la nécessité de passer d'une durée de vie moyenne à une courbe de mise au rebut des équipements s'est fait ressentir pour prendre en compte la « traîne » des émissions de fluides, comme les CFC, interdits depuis longtemps par la réglementation.. Dans cette étude d'inventaires 2007, la méthode de calcul a évolué de façon à remplacer le paramètre, jusqu'ici constant, de la durée de vie, par une courbe de mise au rebut appelée aussi « courbe de survie ». L'allure de cette courbe est fondée sur des modèles issus de la littérature, se basant sur la durée de vie moyenne de l'équipement [SAB09]. L'impact sur les résultats varie selon les années : les écarts sur la banque totale sont de 3 % par an mais sa composition est davantage affectée. Les banques de CFC se trouvent notamment prolongées, même s'il s'agit de faibles quantités. Sur certaines années, les émissions de fin de vie et de là, les émissions équivalentes CO₂ et les quantités récupérées, peuvent être très différentes d'un calcul effectué avec une durée de vie constante puisque les quantités d'équipements mises au rebut sont différentes. Ces courbes peuvent être régulièrement mises à jour suivant la disponibilité des informations.

En climatisation automobile, la méthode a également été améliorée de façon à traduire le plus précisément possible les informations disponibles concernant les émissions. Désormais, les émissions irrégulières et les émissions régulières sont prises en compte séparément. De plus, ces dernières font l'objet d'une modélisation complémentaire prenant en compte une dégradation d'étanchéité au cours du temps. Les taux d'émissions sur le passé ont également été revus et sont basés sur des références bibliographiques précises. Par ailleurs, l'introduction d'une courbe de Gauss à la place d'un taux moyen de remplissage avant recharge permet désormais de traduire de façon plus réaliste la fréquence des opérations de maintenance pour un millésime de véhicules donné et de lisser l'estimation de la demande de fluide pour la maintenance, ce qui était fait avant par un post-traitement. Enfin, dans ce secteur, l'estimation des émissions en fin de vie des équipements a été corrigée et prend désormais en compte les quantités *réelles* restant dans le circuit au moment de la fin de vie du véhicule. Ceci a fortement réduit le niveau de ces émissions de fin de vie, le taux de remplissage moyen étant nettement surestimé jusqu'à présent.

Dans les autres secteurs, moins d'évolutions sont à noter. Pour le froid domestique, les premiers résultats très positifs de la filière DEEE ont été pris en compte et l'efficacité de récupération a nettement augmenté et est estimé à 15 % pour 2007.

En froid commercial, si les données concernant les petits commerces commencent à être plus précises et une collaboration avec la CGAD (Confédération Générale de l'Alimentation de Détail) est à l'étude, les niveaux d'émissions des supermarchés et hypermarchés ne sont toujours pas communiqués par les grandes chaînes.

Pour les secteurs du transport frigorifique, des groupes refroidisseurs d'eau et de la climatisation à air, les marchés sont connus mais les productions sont, cette année encore, estimées et demandent à être confirmées. Les demandes de fluides frigorigènes calculées pour les équipements neufs sont à prendre avec précaution.

La première partie de ce document présente la comparaison de la demande calculée avec les marchés déclarés au SNEFCCA [SNE08]. Si l'écart cumulé sur la demande totale depuis 2000 est toujours faible, de l'ordre de 6 %, l'écart sur 2007 est plus élevé, de l'ordre de 14 %, les différences étant principalement constatées sur le marché du R-404A et des HCFC (mais RIEP a toujours sous-estimé cette demande). Comme chaque année, le document 1 analyse également la répartition sectorielle des fluides pour les différents

secteurs. Puis, ce rapport présente pour chaque secteur, les résultats des calculs de la demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs, de la demande en fluides frigorigènes pour la maintenance, des banques, des émissions totales, des émissions en équivalent CO₂ (selon les valeurs de GWP du 2nd Assessment Report d'IPCC qui constitue les valeurs déclarées auprès de l'UNFCCC) et des quantités de fluides récupérées pour 2007.

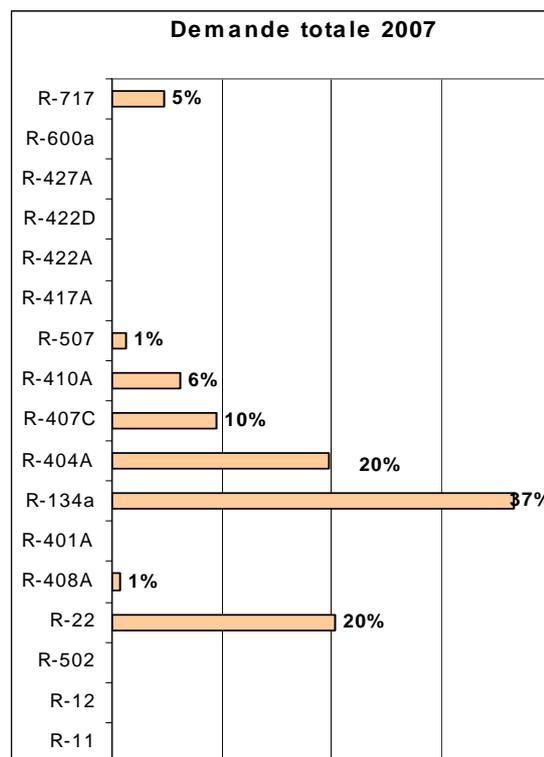
1.1 Marché des fluides frigorigènes

1.1.1 Vérification croisée des déclarations de vente et de la demande calculée

En 2007, la demande totale en fluides frigorigènes calculée par RIEP est de 11 581 tonnes, incluant le marché d'ammoniac (550 tonnes). Le marché de HFC est dominant avec 74 %. Le marché du R-134a représente à lui seul 37 % du marché français.

Tableau 1.1 – Répartition des fluides sur la demande totale calculée en 2007

Demande totale 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	8	17
	R-12	9	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 360	2 472
	R-408A	85	
	R-401A	28	
HFC	R-134a	4 255	8 541
	R-404A	2 290	
	R-407C	1 108	
	R-410A	732	
	R-507	146	
	R-417A	2	
	R-422A	3	
	R-422D	2	
	R-427A	4	
Autres	R-600a	0	551
	R-717	551	
TOTAL			11 581



Le tableau 1.2 établit la comparaison entre les marchés déclarés par les producteurs au SNEFCCA et la demande évaluée par RIEP entre 2000 et 2007. En 2007, le SNEFCCA annonce un marché total de 12 810 tonnes, alors que RIEP estime la demande à 11 030 tonnes, hors marché de l'ammoniac, soit un écart de 14 %.

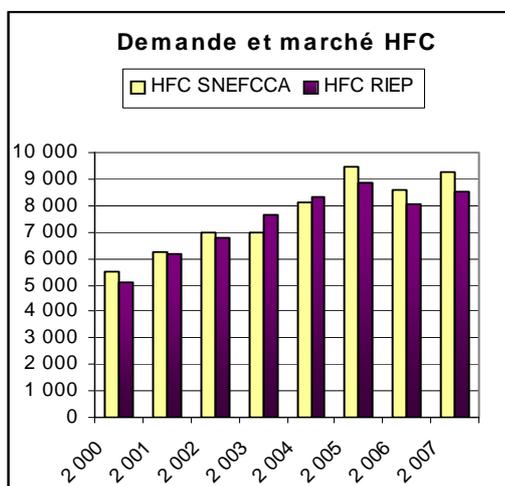
Chaque année, les évolutions de la méthode, la vérification des hypothèses et l'utilisation de sources plus pertinentes affectent les résultats sur le passé et expliquent les écarts avec les résultats présentés dans les anciens rapports d'inventaires. En comparant les résultats cumulés sur la période 2000-2007, RIEP sous-estime globalement les marchés déclarés au SNEFCCA de seulement 6 %.

Tableau 1.2 - Comparaison des marchés déclarés et demandes calculées

Année	Total RIEP (t)	SNEFFCA (t)	Total RIEP ors NH ₃ (t)	Ecart (%)
2000	11 175	9 876	10 670	8
2001	11 311	11 293	10 816	-4
2002	11 468	11 829	10 957	-7
2003	11 797	11 572	11 269	-3
2004	12 316	12 580	11 784	-6
2005	12 535	13 120	12 002	-9
2006	11 472	12 131	10 931	-10
2007	11 581	12 810	11 030	-14

Depuis 2000, globalement, les écarts annuels entre la demande estimée et le marché déclaré sont faibles. La demande de HFC en 2007 est évaluée à 8 541 tonnes, soit 8 % de moins que le marché de 9 250 tonnes déclaré par les distributeurs de fluides frigorigènes.

Tableau 1.3 - Marchés déclarés et demandes calculées de HFC



HFC	Demande totale calculée (t)	Marché total déclaré (t)
2000	5 095	5 476
2001	6 197	6 213
2002	6 799	7 010
2003	7 626	6 965
2004	8 335	8 140
2005	8 861	9 480
2006	8 072	8 615
2007	8 541	9 250

Le marché de R-134a est également bien approché par la demande calculée (figure 1.1). En revanche, depuis 2004, les écarts s'accroissent entre les demandes et les marchés de R-404A et R-507 (figure 1.2) et culminent à 27 % de différence en 2007.

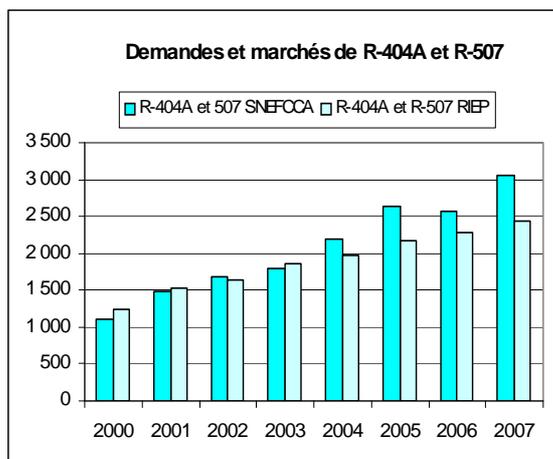


Figure 1.1 – Comparaison de la demande estimée au marché déclaré de R-404A et R-507 cumulés de 2000 à 2007

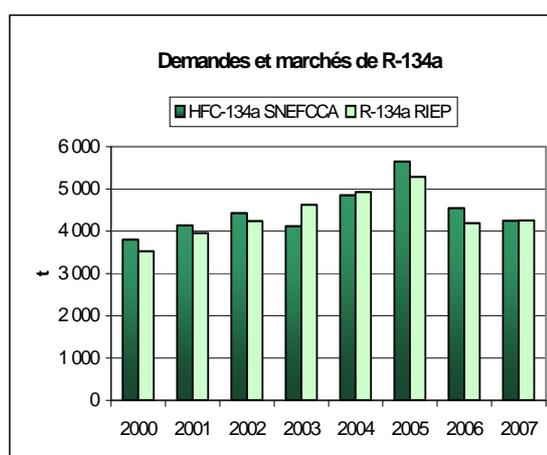


Figure 1.2 – Comparaison de la demande estimée au marché déclaré de R-134a de 2000 à 2007

Plusieurs explications sont envisageables, dans les secteurs fortement utilisateurs de R-404A (figure 1.3), soit :

- les niveaux d'émissions sont sous-estimés : l'enquête doit être approfondie à ce niveau, si certaines entreprises sont prêtes à communiquer leurs quantités consommées
- le renouvellement des installations n'est pas suffisamment pris en compte : la courbe de durée de vie pourra être adaptée en froid commercial pour traduire l'accélération des renouvellements d'installations ces dernières années
- le marché neuf est sous-estimé : ce peut être le cas des petits commerces dont l'évolution du parc est difficile à tracer et les équipements types peuvent avoir évolué depuis l'enquête de terrain de 2000 ; ces points seront améliorés l'an prochain.

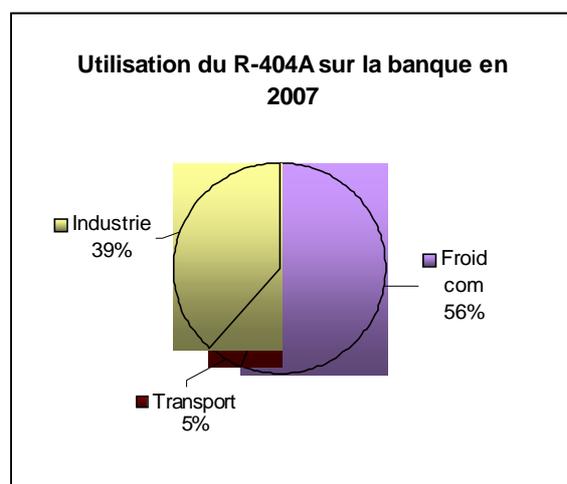


Figure 1.3 – Secteurs utilisant le R404A

Les niveaux des autres fluides de type HFC (figures 1.4 et 1.5) sont assez bien représentés par le calcul RIEP, mais il s'agit de petits marchés.

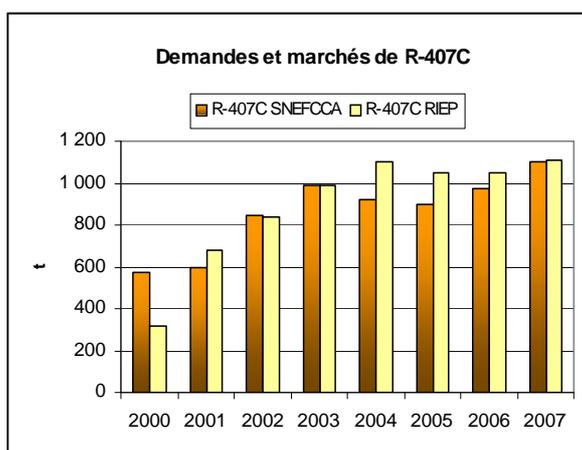


Figure 1.4 – Comparaison de la demande estimée au marché déclaré de R-407C de 2000 à 2007

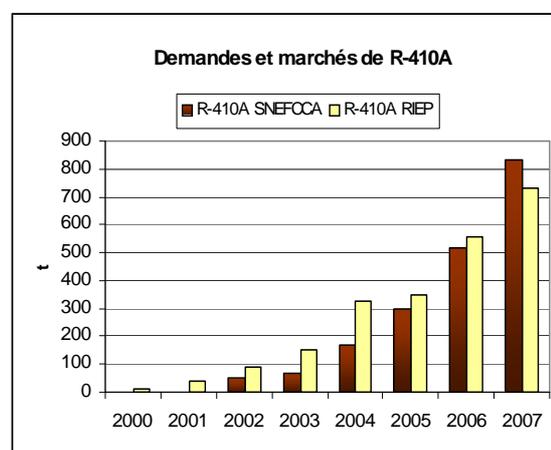


Figure 1.5 – Comparaison de la demande estimée au marché déclaré de R-410A de 2000 à 2007

Le niveau de HCFC déclaré au Snefcca est, depuis plusieurs années, inférieur à celui calculé par RIEP. En 2005 et 2006, les écarts entre marchés déclarés et demandes calculées étaient moindres, mais en 2007, la différence s'accroît et représente 31 % du marché déclaré (figure 1.6) et 21 % pour le R-22 (figure 1.7). Conformément aux résultats d'enquête, aucune hypothèse de rétrofit de HCFC n'a été prise pour 2007, ce qui pourrait expliquer l'accroissement observé en 2007. Cependant les explications plausibles posées pour les écarts sur le R-404A sont également envisageables, les HCFC étant aussi très utilisés en froid commercial et en froid industriel.

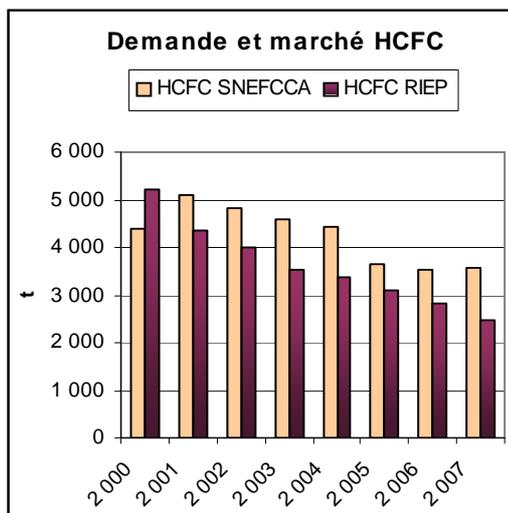


Figure 1.6 – Comparaison de la demande estimée au marché déclaré de HCFC

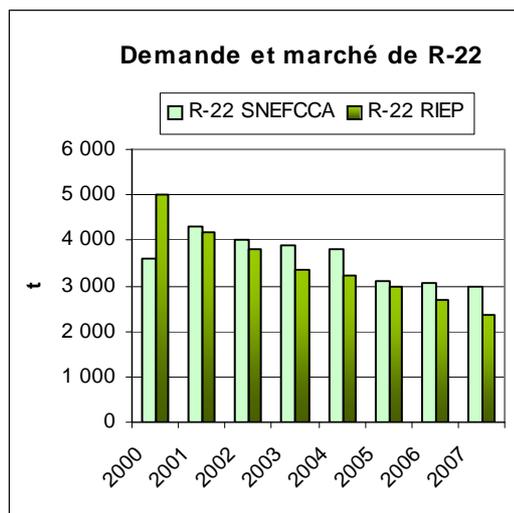


Figure 1.7 – Comparaison de la demande estimée au marché déclaré de R-22 de 2000 à 2007

Le marché légal de CFC est nul, mais il subsiste un besoin pour la recharge des dernières installations en service avec ces fluides. Ce marché est évalué à 17 tonnes en 2007. Soit ce besoin est compensé par les stocks de fluides qui ont été constitués préventivement, soit les installations ne sont pas entretenues jusqu'à leur fin de vie.

1.1.2 Répartition sectorielle de la demande des fluides frigorigènes

En 2007, bien qu'en baisse, la climatisation mobile représente toujours la part la plus importante de la demande de fluides avec 27 % du marché global et 36 % du marché des HFC. Le froid commercial, les groupes refroidisseurs d'eau et le froid industriel constituent les autres secteurs applications. Le froid industriel est le secteur le moins consommateur de HFC pour l'instant compte tenu de la place de l'ammoniac dans le froid agro-alimentaire et de la persistance de l'usage du R-22.

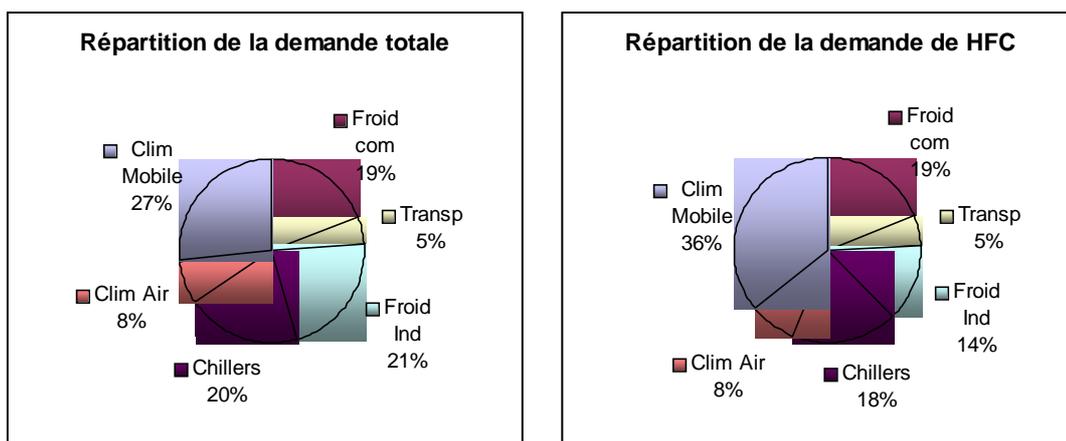


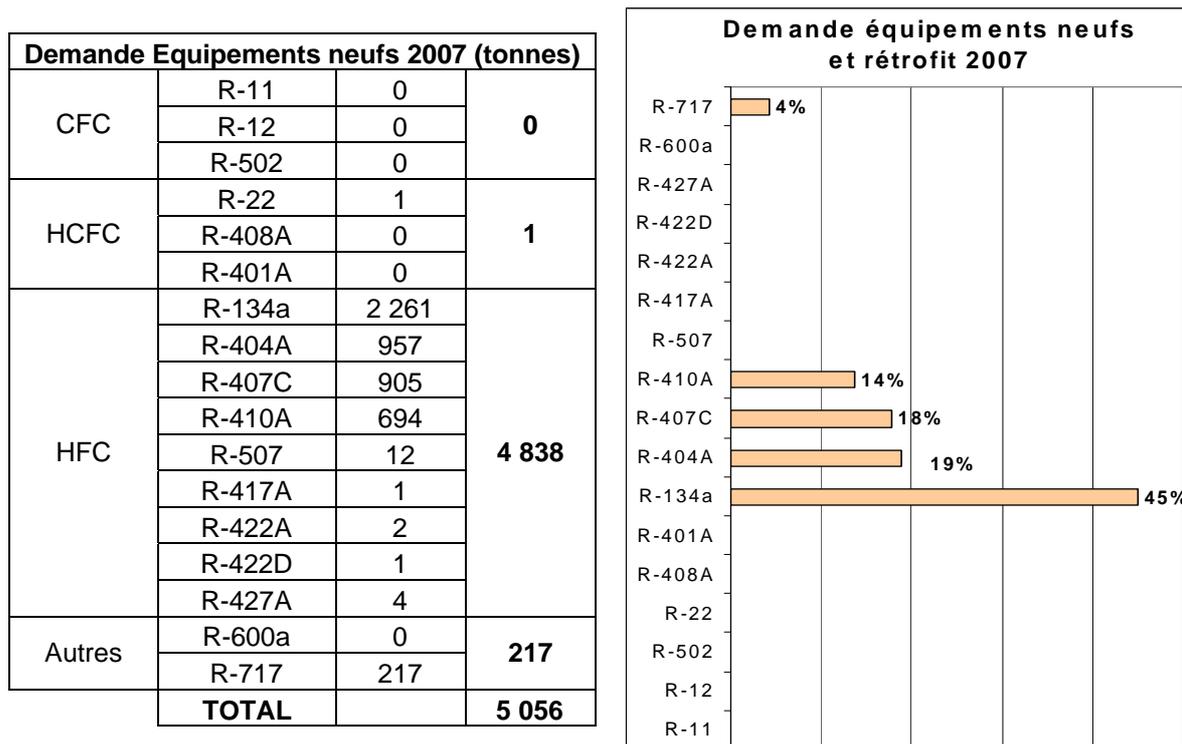
Figure 1.8 - Répartition sectorielle du marché des fluides frigorigènes

1.2 Demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs et le rétrofit des installations

1.2.1 Répartition par fluide du marché neuf et de rétrofit

La demande en fluides frigorigènes pour les installations neuves concerne tous les nouveaux équipements frigorifiques chargés en France en 2007. Cette demande inclut donc tous les matériels exportés s'ils sont chargés sur les sites de production (automobiles, congélateurs, certaines unités de climatisation pré-chargées ...). Les quantités de fluides utilisées pour le rétrofit des installations anciennes sont également comprises dans cette demande.

Tableau 1.4 : Demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs et le rétrofit



La totalité de la demande en fluides frigorigènes chargés dans les équipements neufs ou utilisés pour le rétrofit représente 5 000 tonnes environ en 2007 et est constitué à 96 % de HFC. En 2007, la demande de R-134a est dominante et représente 45 % du marché avec 2 200 tonnes demandées. Le R-404A, très utilisé en froid commercial et en froid industriel, arrive en deuxième position avec près de 1 000 tonnes.

1.2.2 Répartition sectorielle de la demande en fluides frigorigènes

La production automobile en France étant en baisse, la part de la climatisation mobile sur le marché neuf est réduite à 32 % en 2007 mais reste la part la plus importante, suivie par les groupes refroidisseurs d'eau à 26 %. La répartition sectorielle de la demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs sur le marché total est très proche de celle du marché des HFC.

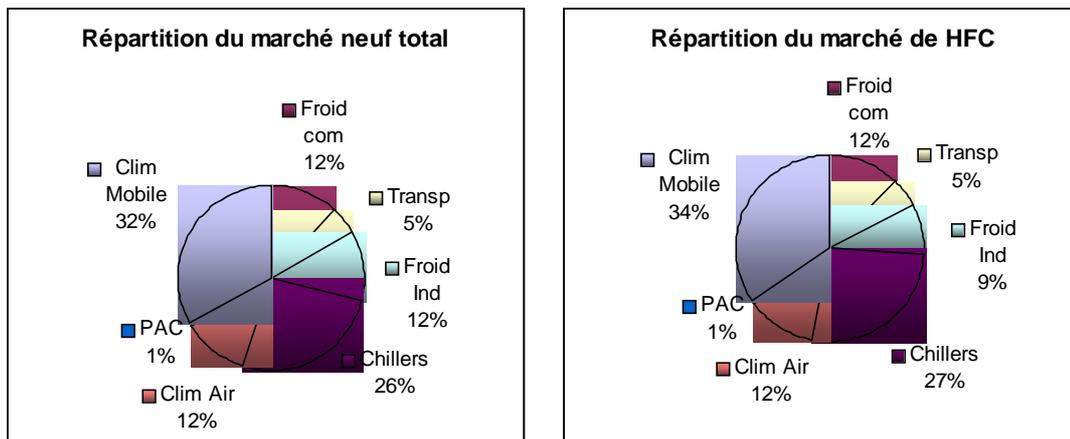


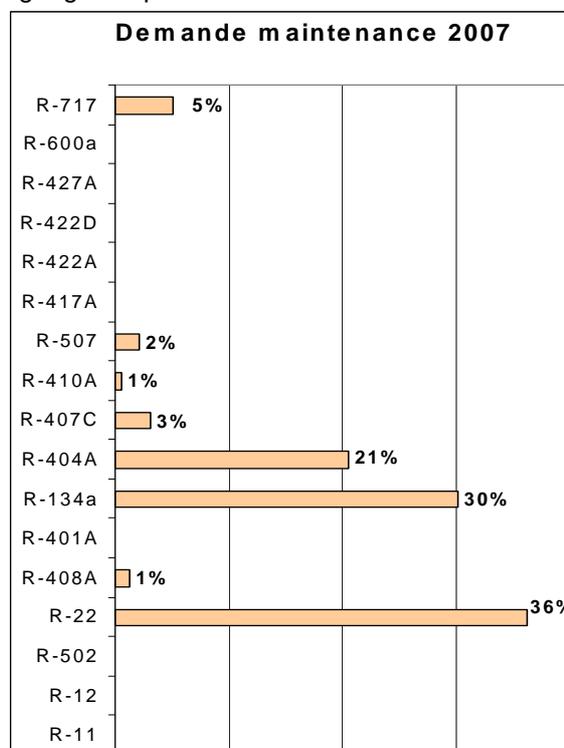
Figure 1.9 : Répartition sectorielle du marché neuf des fluides frigorigènes

1.3 Demande pour la maintenance

1.3.1 Répartition par fluide

Tableau 1.5 : Demande en fluides frigorigènes pour la maintenance

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	8	17
	R-12	9	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 359	2 472
	R-408A	85	
	R-401A	28	
HFC	R-134a	1 962	3 670
	R-404A	1 332	
	R-407C	202	
	R-410A	38	
	R-507	134	
	R-417A	1	
	R-422A	1	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	334
	R-717	334	
TOTAL			6 493



En 2007, la demande en fluides frigorigènes évaluée par RIEP pour les besoins en maintenance est estimée à 6 500 tonnes, assez stable par rapport à 2006. Le R-22 reste encore le premier fluide frigorigène demandé pour la recharge des installations avec une part de 36 %. Quant au R-134a, principalement demandé en climatisation automobile, il représente, après correction de la méthode de calcul, 30 % du marché de la maintenance en 2007 (et 26 % en 2006).

1.3.2 Répartition sectorielle de la demande en fluides frigorigènes pour la maintenance

En 2007, le marché de HFC dédié à la maintenance est toujours dominé par la climatisation automobile mais seulement à 38 % du marché.

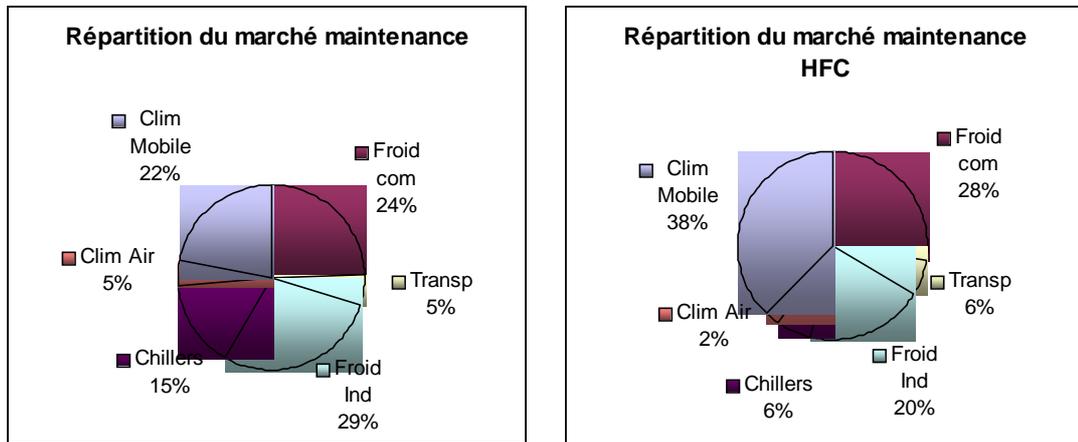


Figure 1.10 : Répartition sectorielle du marché maintenance des fluides frigorigènes

Avec la banque importante du froid industriel et les taux d'émissions des installations de froid commercial encore élevés, ces deux secteurs, pour lesquels les opérations de maintenance sont au moins annuelles, dominent le marché maintenance à 29 et 24 %, respectivement.

En 2007, le marché du R-22 tient encore une place importante dans la demande en fluides frigorigènes pour la maintenance : les trois secteurs les plus consommateurs de R-22 au niveau de la maintenance sont l'industrie (35 %), les groupes refroidisseurs d'eau (31 %) et le froid commercial (20 %).

1.4 Banque des fluides frigorigènes

1.4.1 Répartition par fluide

La banque totale de fluides frigorigènes est estimée à 54 500 tonnes en 2007. La banque de HFC est désormais nettement majoritaire (61 %) et toujours en forte croissance (+11 % entre 2006 et 2007). Depuis 2006, le R-134a a dépassé le R-22 et est devenu le fluide le plus présent sur la banque française. En 2007, il représente 36 % de la banque.

Tableau 1.6 : Banque des fluides frigorigènes

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	42	764
	R-12	722	
	R-502	1	
HCFC	R-22	14 826	15 235
	R-408A	284	
	R-401A	125	
HFC	R-134a	19 725	33 500
	R-404A	6 244	
	R-407C	4 295	
	R-410A	2 730	
	R-507	473	
	R-417A	28	
	R-422A	2	
	R-422D	1	
	R-427A	1	
Autres	R-600a	1 029	5 017
	R-717	3 988	
TOTAL			54 516

Banque 2007	
R-717	7%
R-600a	2%
R-427A	
R-422D	
R-422A	
R-417A	
R-507	1%
R-410A	5%
R-407C	8%
R-404A	11%
R-134a	36%
R-401A	
R-408A	1%
R-22	27%
R-502	
R-12	1%
R-11	

La banque de CFC diminue chaque année, mais sa décroissance est ralentie par l'introduction de la courbe de durée de vie. Elle représente encore environ 800 tonnes en 2007, essentiellement du R-12.

1.4.2 Répartition sectorielle de la banque de fluides frigorigènes

La banque liée au froid industriel est toujours dominante avec près d'un quart de la banque totale. La climatisation automobile, toujours en croissance (12 % cette année), représente désormais 21 % de la banque totale et 43 % de celle de HFC. L'allure de la banque de HFC a peu évolué depuis 2005 (4 points de réduction de la part de la climatisation mobile au profit de la climatisation à air). Ceci montre que le renouvellement des installations aux HCFC est homogène et faible sur l'ensemble des secteurs.

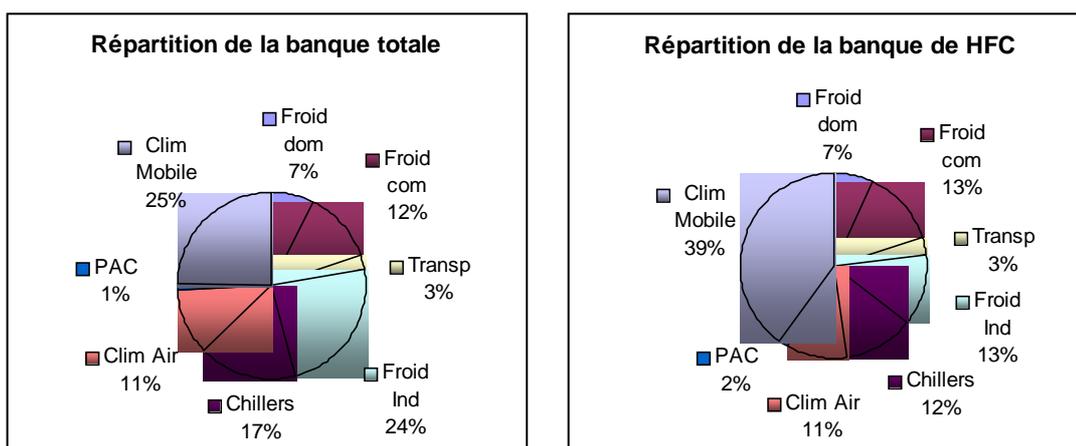


Figure 1.11 : Répartition sectorielle de la banque de fluides frigorigènes

1.5 Emissions des fluides frigorigènes

1.5.1 Répartition par fluide

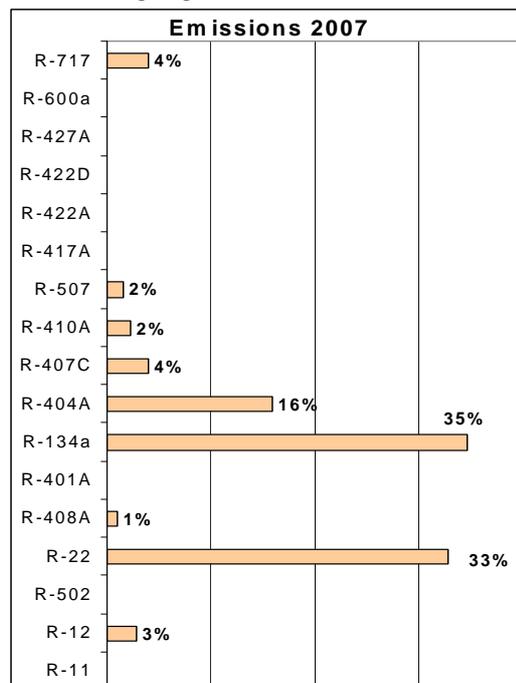
Les émissions totales de fluides frigorigènes sont évaluées à 8 000 tonnes en 2007. Le niveau est plus faible, de 10 % en moyenne, que ce qui était annoncé dans les précédents inventaires à cause de la correction du calcul des émissions de fin de vie de la climatisation automobile d'une part, et de l'évolution de la méthode de calcul de la demande à la maintenance d'autre part. L'impact de l'introduction de la courbe de durée de vie est ici très faible (de l'ordre de 1 %).

A l'image de la banque, la part des HFC est croissante et passe de 54 % en 2006 à 59 % en 2007.

Sur l'ensemble des secteurs, le taux d'émission global et moyen équivalent est de 15 %, incluant les émissions en fin de vie.

Tableau 1.7 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	10	234
	R-12	224	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 652	2 766
	R-408A	83	
	R-401A	32	
HFC	R-134a	2 801	4 719
	R-404A	1 282	
	R-407C	323	
	R-410A	184	
	R-507	126	
	R-417A	1	
	R-422A	1	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	6	329
	R-717	323	
TOTAL			8 048



1.5.2 Répartition sectorielle des émissions de fluides frigorigènes

Bien que la banque de la climatisation automobile soit en croissance, les corrections du calcul des émissions de fin de vie aboutissent à une réduction de ce secteur dans la répartition des émissions, visible surtout sur les HFC (figure 1.5). En effet, la part de la climatisation mobile n'est plus que de 44 % alors qu'elle était estimée à 54 % en 2005 (dans les inventaires 2005) et de 52 % en 2006 (dans les inventaires 2006).

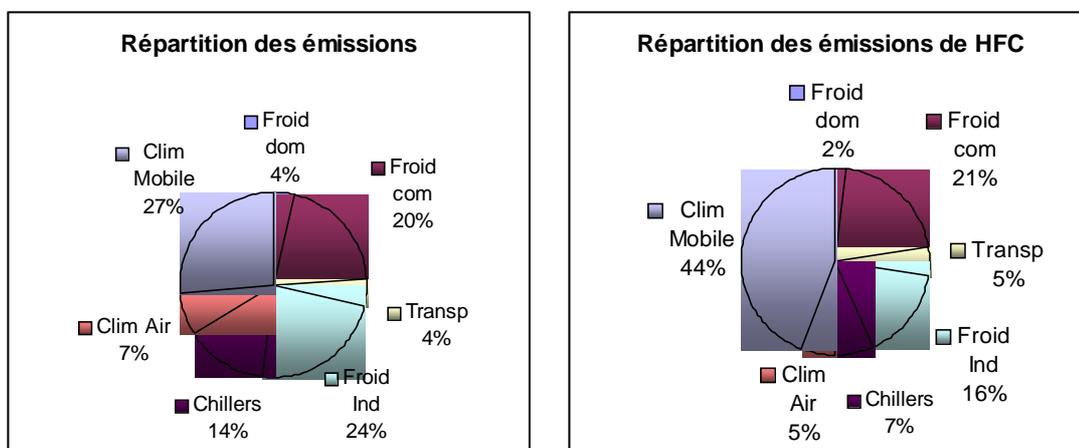


Figure 1.12 : Répartition sectorielle des émissions de fluides frigorigènes

L'introduction d'une courbe de durée de vie influence plus nettement sur les émissions CO₂. En effet, par ce biais, la banque de CFC est éliminée plus progressivement. En froid domestique en 2007, par exemple, les émissions équivalentes CO₂ sont réduites de 35 % par rapport à un calcul à durée de vie constante. La part de ce secteur, qui est de 11 % des émissions eq. CO₂ totales (figure 1.6), serait de 16 % avec une durée de vie constante (car il éliminerait complètement la banque des CFC du froid domestique dès 2009).

Du fait de la correction du calcul des émissions de fin de vie en climatisation automobile, ce secteur passe au deuxième rang des secteurs les plus émissifs en termes d'équivalent CO₂, derrière le froid commercial, et ce du fait du GWP très élevé du R-404A.

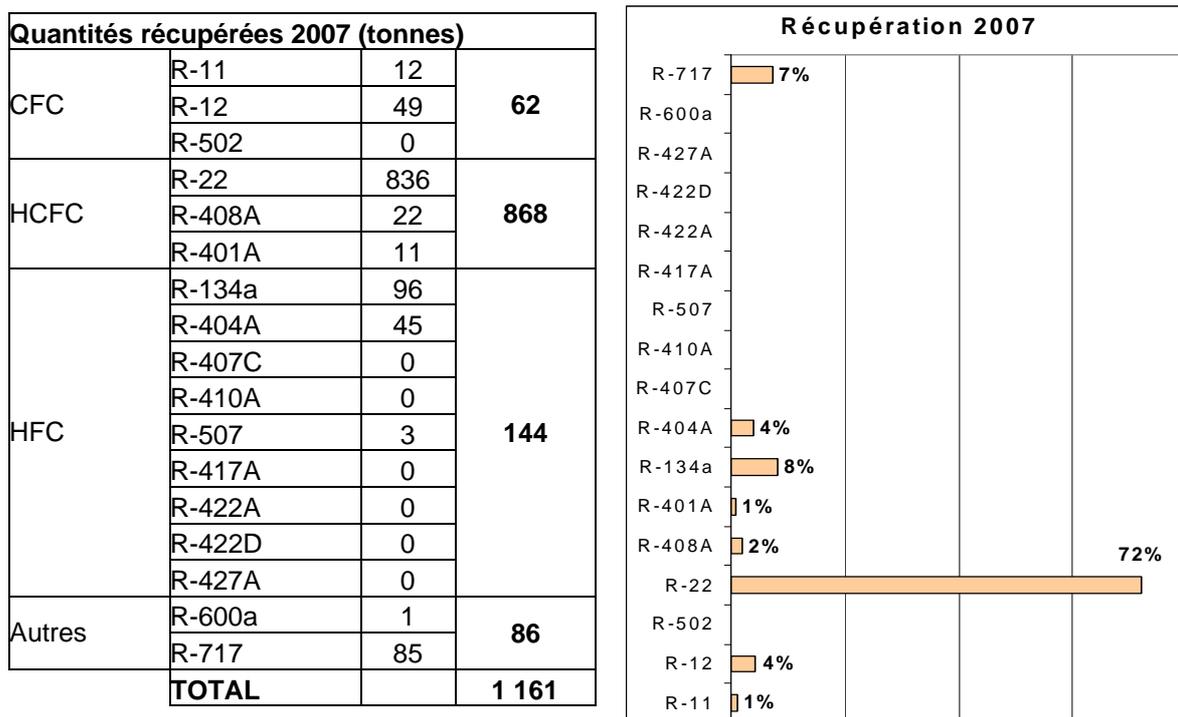
1.7 Récupération des fluides frigorigènes

1.7.1 Répartition par fluide

Les résultats portant sur les quantités récupérées sont, tout comme les émissions, influencés par l'utilisation d'une courbe de mise au rebut à la place d'une durée de vie moyenne, particulièrement pour les périodes d'extinction de banques de fluides, ce qui est le cas de la banque de CFC.

Le calcul RIEP estime les quantités totales récupérées à près de 1 200 tonnes en 2007, en progression de 5 % par rapport à 2006, en ne prenant en compte que la récupération en fin de vie. Le R-22 constitue 72 % de la récupération. Les déclarations des distributeurs de fluides frigorigènes au Snefcca ([SNE08]) font état de seulement 585 tonnes récupérées en 2007, dont 85 tonnes de CFC.

Tableau 1.9 : Récupération des fluides frigorigènes



Si les hypothèses de calcul dans RIEP aboutissent à un résultat plus optimiste, il est probable qu'une partie des quantités récupérées en fin de vie d'équipement est directement réutilisée sans passer par le circuit de distribution habituel. Par ailleurs, la différence entre les quantités récupérées et les prévisions de RIEP montre que l'efficacité de récupération est en réalité inférieure à celle considérée, la part qui n'est pas récupérée étant émise en fin de vie d'équipement.

1.7.2 Répartition sectorielle de la récupération des fluides frigorigènes

La récupération de fluides frigorigènes concerne essentiellement les HCFC et est pratiquée principalement dans trois secteurs : le froid industriel, le froid commercial et les groupes refroidisseurs d'eau. Les quantités de HFC récupérées sont encore très faibles et ne sont pas représentatives.

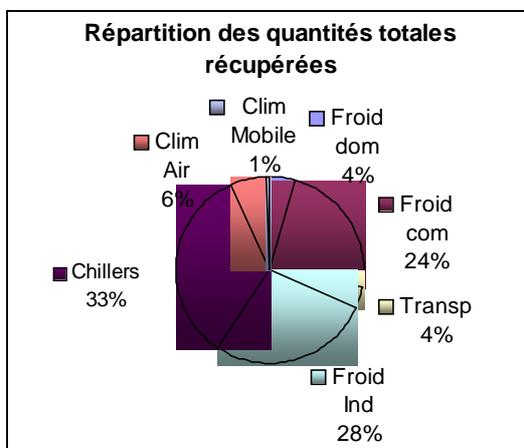


Figure 1.14 : Répartition sectorielle de la récupération des fluides frigorigènes

2. LE FROID DOMESTIQUE

2.1 Introduction

Le secteur du froid domestique regroupe tous les types de réfrigérateurs et de congélateurs. L'année 2007 marque, pour ce secteur, la mise en place effective de la réglementation DEEE et du premier bilan des éco-organismes chargés de la récupération et du traitement des appareils de froid domestique en application du décret européen de 2003, daté de novembre 2006.

2.2 Demande pour les équipements neufs

La demande pour les équipements neufs pour le secteur du froid domestique est nulle en 2007 car les dernières productions d'équipements en France se sont arrêtées en janvier 2005 et les équipements importés sont pré-chargés.

2.3 Demande pour la maintenance

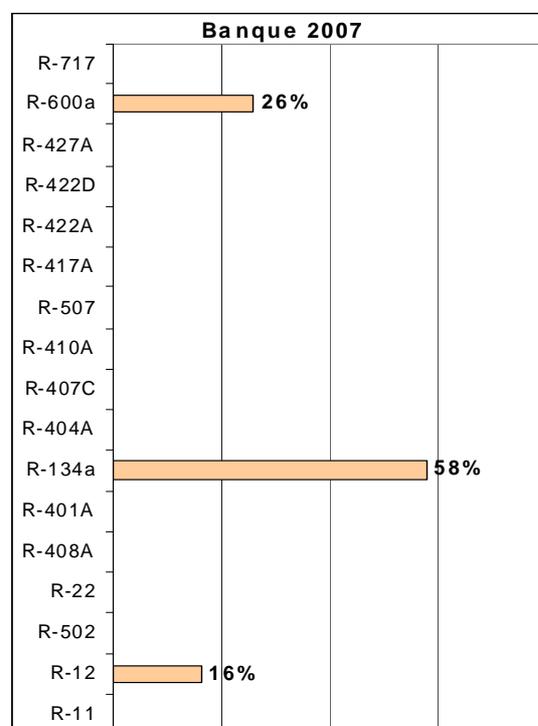
La demande en fluides frigorigènes pour les besoins de la maintenance est vraiment marginale en France, le taux de pannes liées à une perte totale du fluide étant très faible. Pour 2007, elle est estimée à 0,44 tonnes.

2.4 Banque

La banque de fluides frigorigènes du froid domestique est en lente diminution depuis 2000, liée au renouvellement progressif des équipements, avec un peu moins de 4 000 tonnes en 2007. Bien que la part du R-134a décline depuis 2004, elle représente encore 58 % de la banque totale de 2007. La banque de R-600a est en nette croissance et constitue 26 % de la banque 2007.

Tableau 2.1 - Banque des fluides frigorigènes en Froid domestique

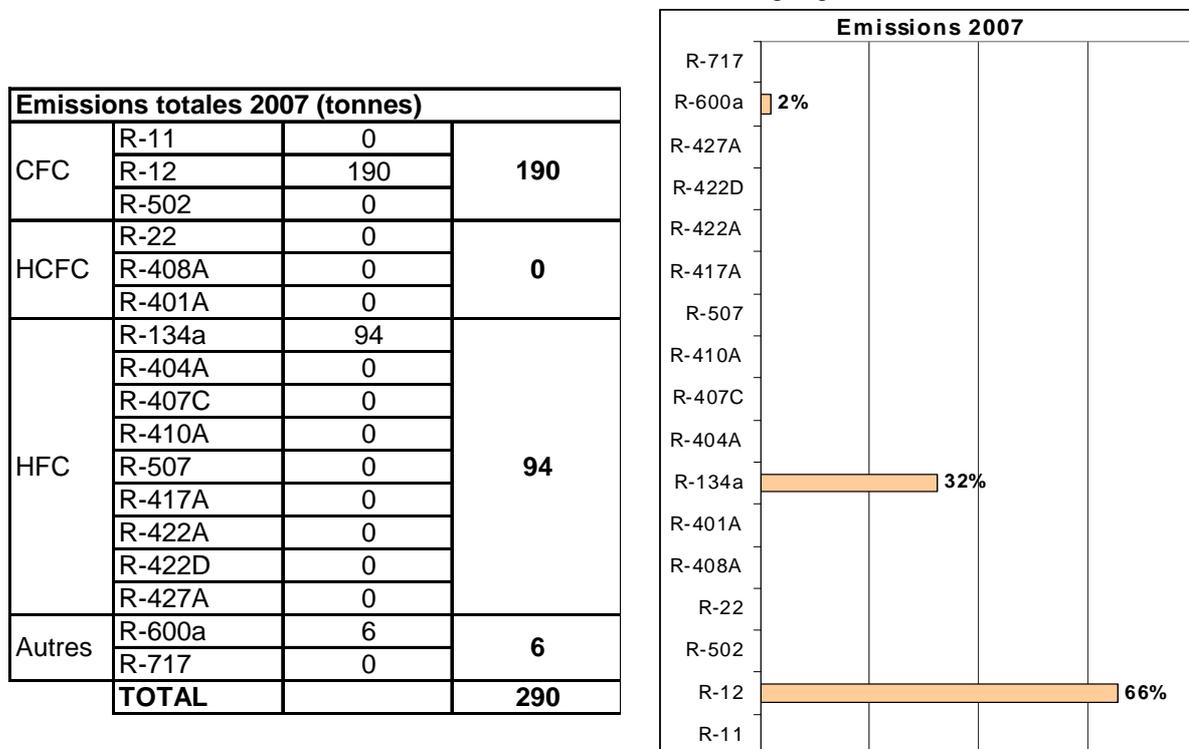
Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	645
	R-12	645	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	2 282	2 282
	R-404A	0	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	1 029	1 029
	R-717	0	
TOTAL			3 957



2.5 Emissions des fluides frigorigènes

L'introduction de la courbe de durée de vie modifie l'allure de la répartition des émissions au cours du temps puisqu'elle répartit les fins de vie des équipements sur une plus longue période. En 2007, 190 tonnes de R-12 ont été émises associées à la fin de vie des équipements de froid domestique des années 1990 (ces émissions seraient de l'ordre de 315 tonnes en considérant une durée de vie constante).

Tableau 2.2 - Emissions des fluides frigorigènes



2.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

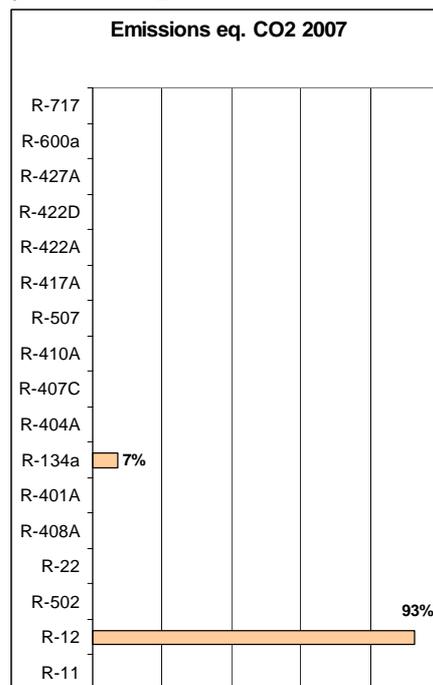
Les premiers équipements de froid domestique au R-134a mis sur le marché français datent de 1995. Jusqu'à présent, la prise en compte d'une durée de vie moyenne de 15 ans ne permettait pas de traduire les émissions liées aux fins de vie de ces appareils (les émissions dues aux maintenances étant négligeables), alors que les associations ENVIE récupéraient déjà en 2002 de petites quantités de R-134a.

L'évolution de la méthode de calcul permet donc de prendre en compte la réalité des émissions et conduit à une correction à la baisse des émissions de R-12, soit du total équivalent CO₂ des émissions. Elles sont estimées à 1,7 millions de tonnes en 2007, en réduction de 20 % par rapport au niveau (actualisé) de 2006.

Etant donné le fort GWP du R-12, il est encore responsable, en 2007, de 93 % des émissions équivalent CO₂ du froid domestique.

Tableau 2.3 – Emissions en équivalent CO₂

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0	1,54
	R-12	1,54	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	0,12	0,12
	R-404A	0	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0,00012	0,00
	R-717	0	
TOTAL			1,66



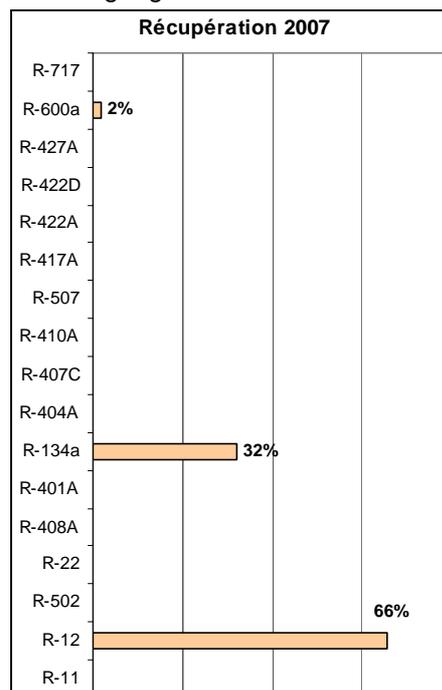
2.7 Récupération des fluides frigorigènes

La mise en place de la filière des éco-organismes donne cette année des résultats très positifs et une efficacité de récupération estimée à 15%. Les quantités récupérées, de l'ordre de 50 tonnes restent à confirmer, la distinction des quantités récupérées selon les secteurs couverts par la réglementation DEEE n'étant pas encore clairement établie par le bilan des éco-organismes.

L'efficacité de récupération ayant été estimée à partir de la valeur moyenne de 15 ans, le calcul tenant compte de la courbe de durée de vie a pour impact, dans les résultats du tableau 2.4, de répartir les quantités récupérées entre le R-12 (66%) et le R-134a. Ce calcul sera ajusté en fonction des données disponibles sur le R-134a, lors des prochains inventaires.

Tableau 2.4 - Récupération des fluides frigorigènes

Quantités récupérées 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	34
	R-12	34	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	16	16
	R-404A	0	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	1	1
	R-717	0	
TOTAL			51



3. LE FROID COMMERCIAL

3.1 Introduction

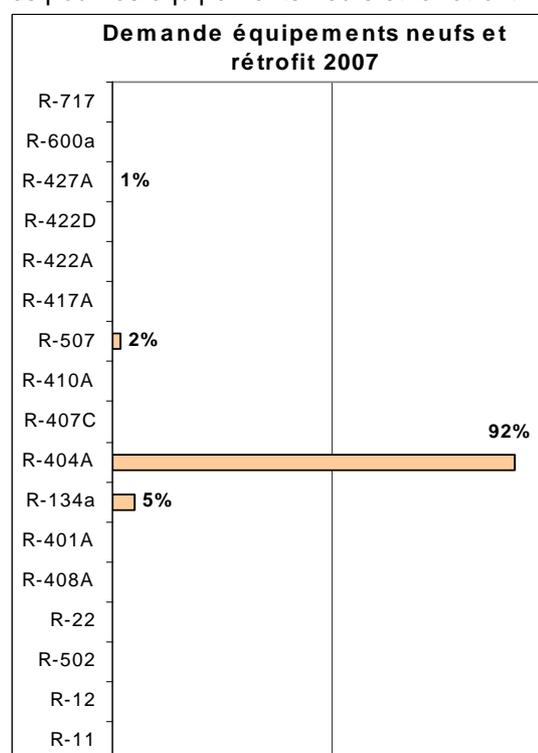
Les résultats de calcul ont été influencés par l'introduction de la courbe de durée de vie, en particulier les émissions de fin de vie. Cette courbe a été établie à partir des durées moyennes de renouvellement des installations, fixées dans un premier temps constantes et égales à 15 ans pour tous les sous-secteurs. Un des enjeux de cette évolution est de prendre en compte de façon plus réaliste les évolutions des installations, dont les durées de vie varient de 10 à 20 ans, ce qui permet d'améliorer l'estimation du marché de R-404A dont le froid commercial est le principal utilisateur.

3.2 Demande pour les équipements neufs et le rétrofit des installations

L'introduction de la courbe de durée de vie n'impacte ici que la part des marchés liés aux rétrofits des installations anciennes, soit ceux de HCFC et HFC entre 1995 et 2004. La demande en fluides frigorigènes est estimée à près de 600 tonnes en 2007, composée essentiellement de R-404A.

Tableau 3.1 : Demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs et le rétrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	29	597
	R-404A	549	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	11	
	R-417A	0	
	R-422A	2	
	R-422D	1	
	R-427A	4	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			597

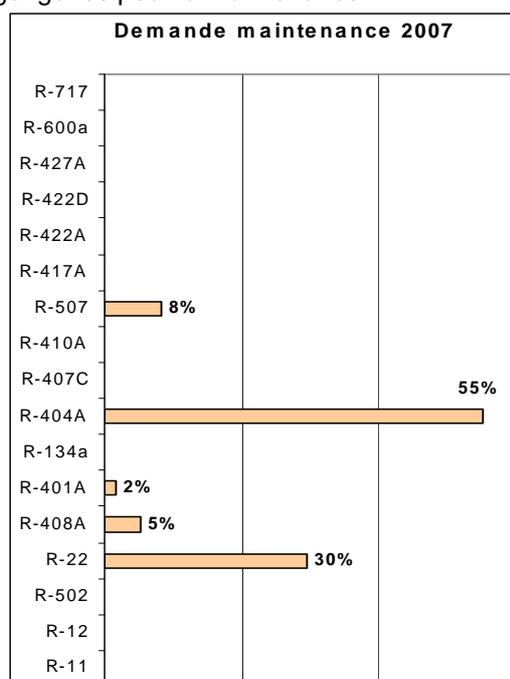


3.3 Demande pour la maintenance

Les besoins en fluides frigorigènes pour la maintenance sont évalués à environ 1 600 tonnes en 2007. Ce marché est globalement assez stable étant données les faibles variations des niveaux d'émissions des installations. Les besoins en HCFC pour la maintenance sont encore de 36 % mais en baisse, conformément à l'évolution de la banque en froid commercial.

Tableau 3.2 : Demande en fluides frigorigènes pour la maintenance

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0,45	
	R-502	0	
HCFC	R-22	470	579
	R-408A	84	
	R-401A	25	
HFC	R-134a	4,98	1 012
	R-404A	875	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	130	
	R-417A	1	
	R-422A	1	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	-	-
	R-717	0	
TOTAL			1 592

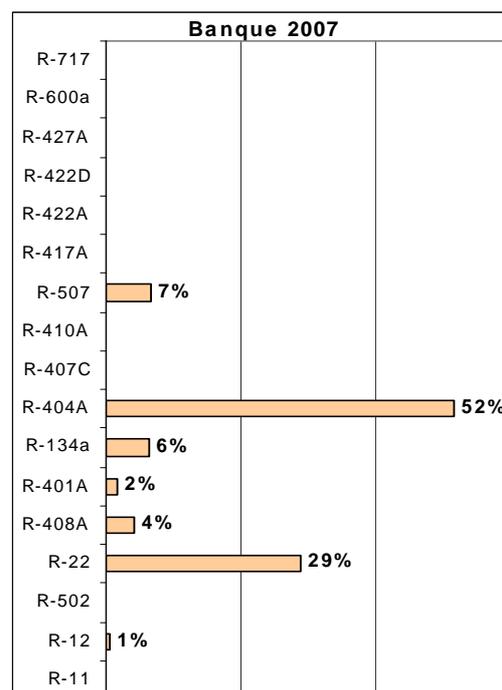


3.4 Banque des fluides frigorigènes

La banque du froid commercial est estimée à 6 800 tonnes environ en 2007.

Tableau 3.3 : Banque de fluides

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	40
	R-12	40	
	R-502	0	
HCFC	R-22	1 962	2 356
	R-408A	284	
	R-401A	111	
HFC	R-134a	434	4 380
	R-404A	3 494	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	445	
	R-417A	2	
	R-422A	2	
	R-422D	1	
	R-427A	1	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			6 776



L'introduction de la courbe de durée de vie modifie l'allure de la banque : elle réduit la part des HCFC de 9 % en 2007 par rapport à un calcul à durée de vie constante. Le calcul détermine une part constituée de HCFC de seulement 35 %, ramenée à 33 % pour les hypermarchés et la banque est dominée par le R-404A à 52 %.

La banque de CFC restante est évaluée à moins de 40 tonnes, et concerne les systèmes de petites tailles installés dans les commerces de proximité.

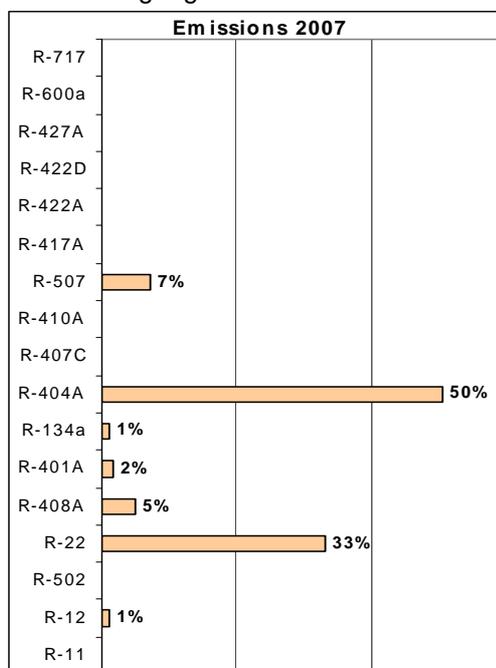
3.5 Emissions des fluides frigorigènes

L'introduction d'une courbe de durée de vie influence le rythme des fins de vie d'équipements et donc des niveaux d'émissions de fin de vie. Cependant, dans le secteur du froid commercial, les émissions fugitives sont majoritaires (à 85 % en 2007) et l'impact final n'excède pas 10 % (sauf pour les CFC).

Les émissions totales sont désormais dominées par celles des HFC pour un niveau global de 1 650 tonnes en 2007.

Tableau 3.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	17
	R-12	17	
	R-502	0	
HCFC	R-22	547	655
	R-408A	82	
	R-401A	26	
HFC	R-134a	20	970
	R-404A	829	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	119	
	R-417A	1	
	R-422A	1	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			1 643

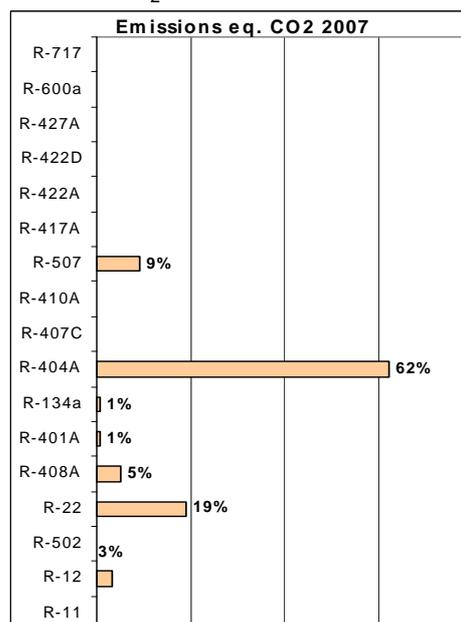


3.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

En 2007, les émissions en équivalent CO₂ des HFC sont nettement supérieures à celles des HCFC. Ceci est dû au GWP du R-404A (3 260 kg eq CO₂), bien supérieur à celui du R-22 (GWP = 1 500). A lui seul, le R-404A représente désormais 62 % des émissions en équivalent CO₂ du froid commercial.

Tableau 3.5 : Emissions équivalentes CO₂

Emissions eq. CO2 totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,00	0,14
	R-12	0,14	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	0,82	1
	R-408A	0,22	
	R-401A	0,03	
HFC	R-134a	0,03	3,13
	R-404A	2,70	
	R-407C	0,00	
	R-410A	0,00	
	R-507	0,39	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	-
	R-717	0,00	
TOTAL			4,33

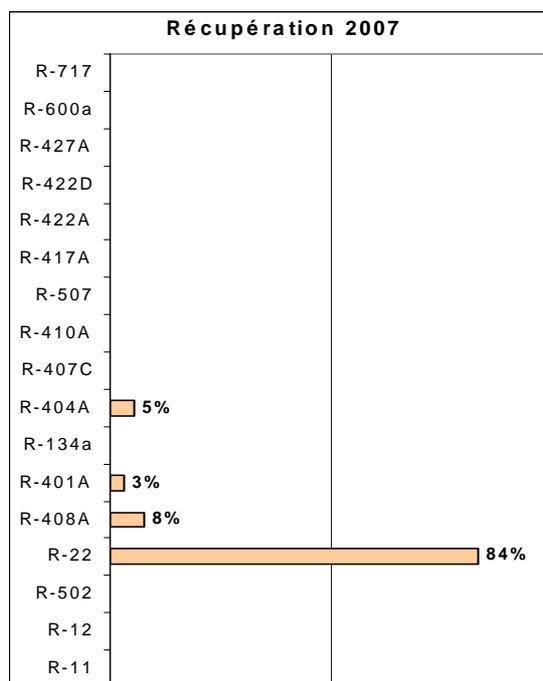


3.7 Récupération des fluides frigorigènes

La récupération de fluides frigorigènes dans les installations en fin de vie dans le secteur du froid commercial est stable autour de 270 tonnes depuis 2005.

Tableau 3.6 : Récupération des fluides frigorigènes

Quantités récupérées 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	229	258
	R-408A	21	
	R-401A	9	
HFC	R-134a	0	15
	R-404A	15	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			273



Si l'estimation par RIEP des quantités récupérées avoisine 300 tonnes, dans la pratique, les quantités récupérées peuvent être plus faibles, le fluide frigorigène étant soit rejeté, soit récupéré et recyclé pour des besoins de maintenance sur d'autres installations.

4. LES TRANSPORTS FRIGORIFIQUES

4.1 Introduction

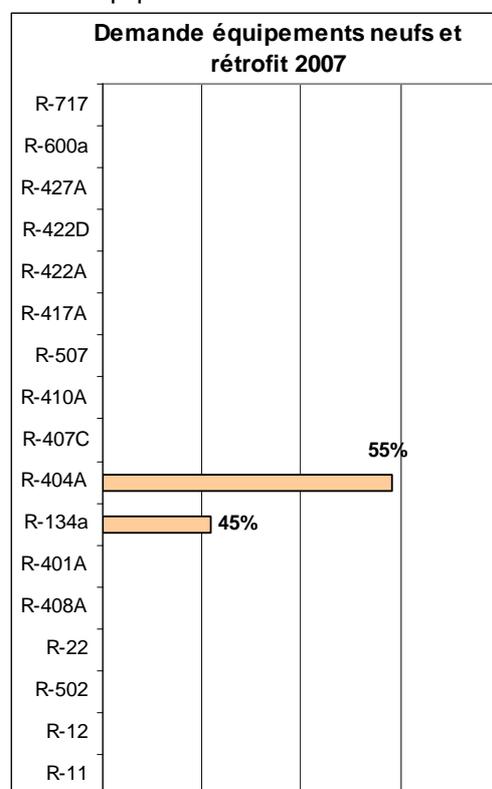
Ce secteur regroupe les transports frigorifiques routier, maritime et par conteneurs frigorifiques. Les conteneurs frigorifiques et les reefers (bateaux frigorifiques) sont des équipements dont la flotte est évaluée au niveau mondial. Pour les calculs, l'affectation liée au trafic de ces matériels dans les ports français est supposée de 10 %. Une correction importante de la charge de conteneurs frigorifiques (voir document 2), conduit à une réduction d'environ 30 % du niveau de ce secteur.

4.2 Demande pour les équipements neufs et le rétrofit des installations

Le secteur des transports frigorifiques ne représente pas un marché important de fluides frigorigènes, seulement 244 tonnes en 2007. La part des conteneurs frigorifiques est de 38 % en 2007. La charge moyenne des conteneurs a été corrigée de moitié, ce qui explique l'écart avec la demande des inventaires 2006.

Tableau 4.1 : Demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs et le rétrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	111	244
	R-404A	133	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			244

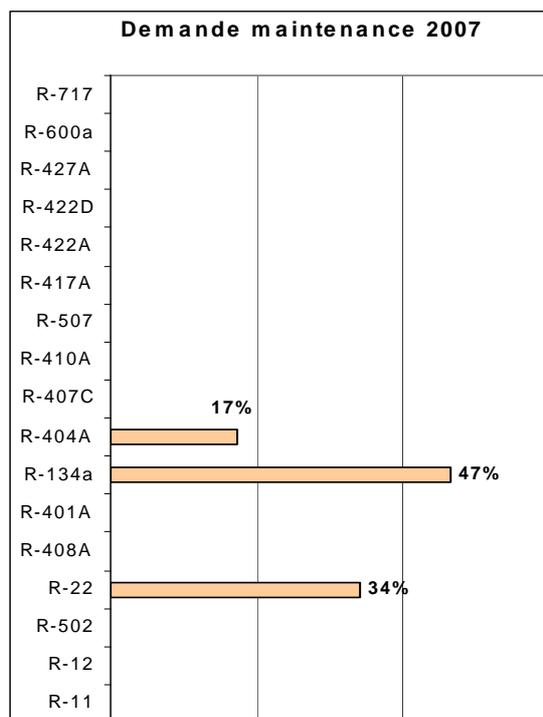


4.3 Demande pour la maintenance

Le marché des fluides frigorigènes pour la maintenance est évalué à 339 tonnes en 2007, la part la plus importante (47 %) étant la demande en R-134a, due à 85 % aux conteneurs frigorifiques.

Tableau 4.2 : Demande en fluides frigorigènes pour la maintenance

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	5
	R-12	5	
	R-502	0	
HCFC	R-22	116	117
	R-408A	0	
	R-401A	1	
HFC	R-134a	158	217
	R-404A	59	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	-
	R-717	0	
TOTAL			339

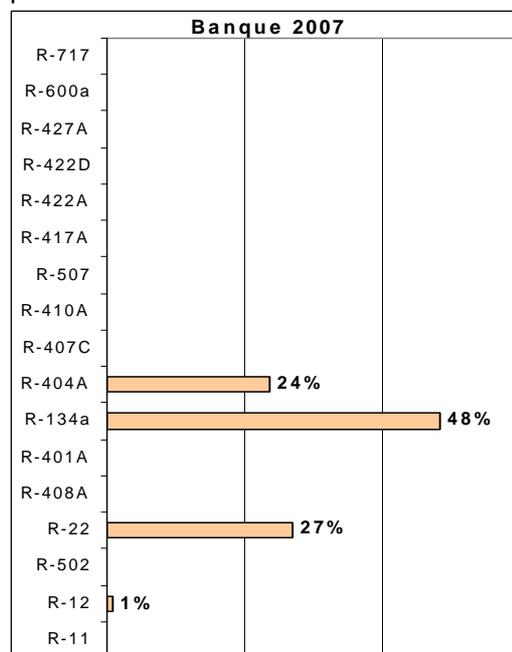


4.4 Banque des fluides frigorigènes

La banque totale de fluides frigorigènes en transports frigorifiques est évaluée à près de 1 500 tonnes en 2007 et est dominée par le R-134a à 48 %. Le parc des conteneurs frigorifiques est en forte expansion et sa banque représente (malgré la correction de la charge) 44 % de la banque du transport frigorifique.

Tableau 4.3 : Banque de fluides

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	14
	R-12	14	
	R-502	0	
HCFC	R-22	390	393
	R-408A	0	
	R-401A	3	
HFC	R-134a	699	1 041
	R-404A	341	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			1 448



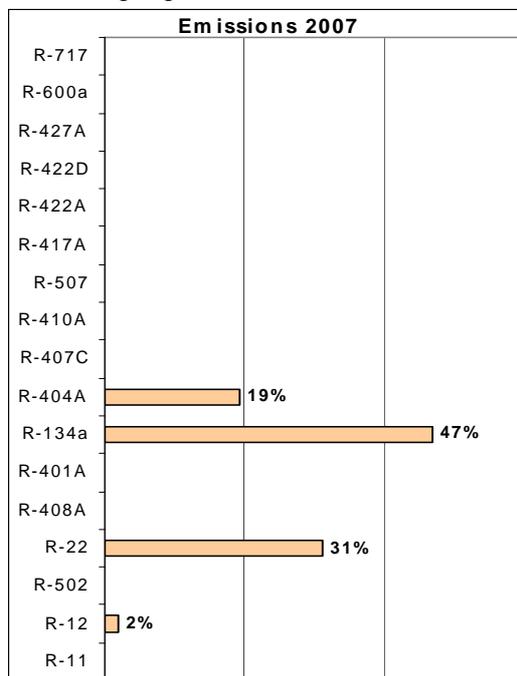
Jusqu'aux précédents inventaires, les hypothèses de durées de vie et de rétrofits d'installations au R-12 avaient conduit à l'éradication totale des CFC du transport frigorifique en 2004. L'introduction de la courbe de durée de vie implique une prolongation d'une faible part de la banque des CFC, ce qui explique les 14 tonnes de R-12 persistant.

4.5 Emissions des fluides frigorigènes

Les taux d'émissions rencontrés dans ce secteur sont élevés étant donné les contraintes que subissent les installations frigorifiques dans les transports. Les émissions représentent 362 t en 2007, soit un taux d'émissions moyen de 25 % rapporté à la banque.

Tableau 4.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	7
	R-12	7	
	R-502	0	
HCFC	R-22	113	115
	R-408A	1	
	R-401A	1	
HFC	R-134a	170	240
	R-404A	70	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			362

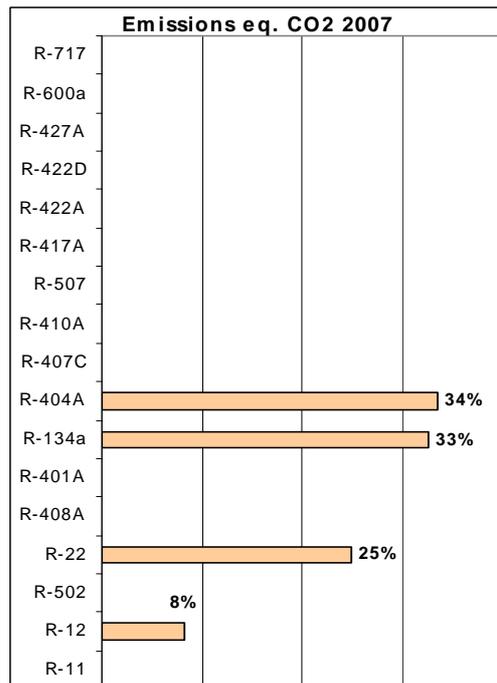


4.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

Les émissions du transport frigorifique correspondent à environ 700 000 tonnes en équivalent CO₂ en 2007. Elles sont globalement dominées par le secteur des conteneurs frigorifiques, à 36 %, suivi, à 30 %, par les systèmes autonomes du transport routier. En effet, alors qu'il ne représente que 19 % des émissions totales du secteur, le R-404A a la part la plus importante des émissions en équivalent CO₂.

Tableau 4.5 : Emissions en équivalent CO₂

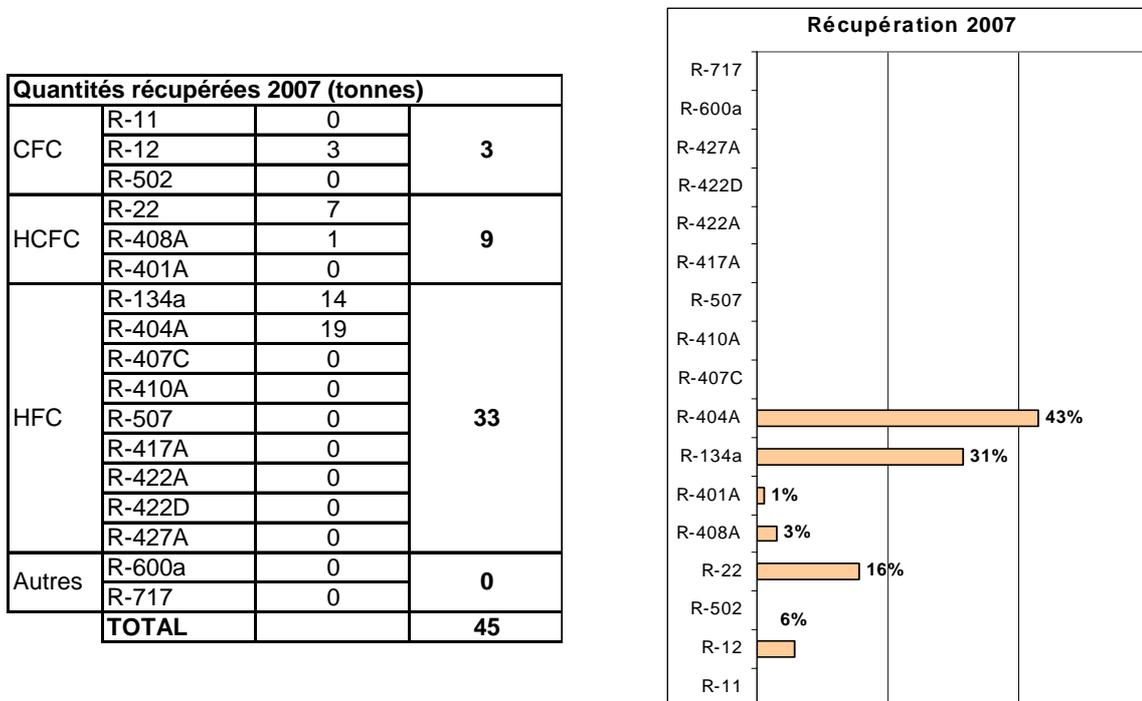
Emissions eq. CO2 totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,00	0,06
	R-12	0,06	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	0,17	0,17
	R-408A	0,00	
	R-401A	0,00	
HFC	R-134a	0,22	0,45
	R-404A	0,23	
	R-407C	0,00	
	R-410A	0,00	
	R-507	0,00	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	-
	R-717	0,00	
TOTAL			0,68



4.7 Récupération des fluides frigorigènes

La récupération en fin de vie des équipements est faible dans ce secteur et ne constitue que 45 t en 2007. Les quantités de fluides frigorigènes restant dans les équipements en fin de vie sont faibles (taux d'émission fugitive élevé) et par ailleurs les équipements sont nombreux et difficiles à suivre.

Tableau 4.6 : Récupération des fluides frigorigènes



5. LE FROID INDUSTRIEL

5.1 Introduction

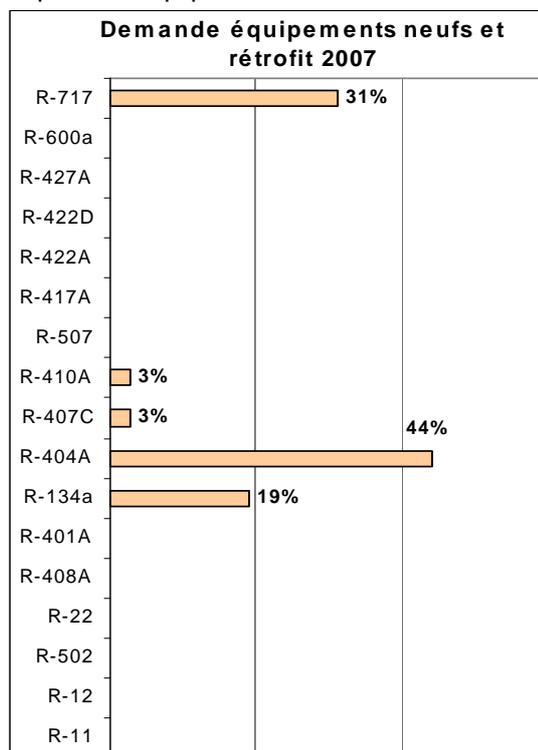
Le secteur du froid industriel est subdivisé en trois sous-secteurs : les installations frigorifiques dans les procédés agroalimentaires, les installations frigorifiques dans les autres procédés industriels et les patinoires.

5.2 Demande pour les équipements neufs et le rétrofit des installations

La demande en 2007 s'élève à un peu plus de 600 tonnes, 66 % concernant l'agroalimentaire. Le fluide le plus utilisé sur le marché neuf est le R-404A, suivi par l'ammoniac. La demande pour le rétrofit est quasiment nulle car les rétrofits des installations aux HCFC ne sont pas encore anticipés dans le secteur industriel.

Tableau 5.1 : Demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs et le rétrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	120	431
	R-404A	277	
	R-407C	17	
	R-410A	17	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	196
	R-717	196	
TOTAL			628



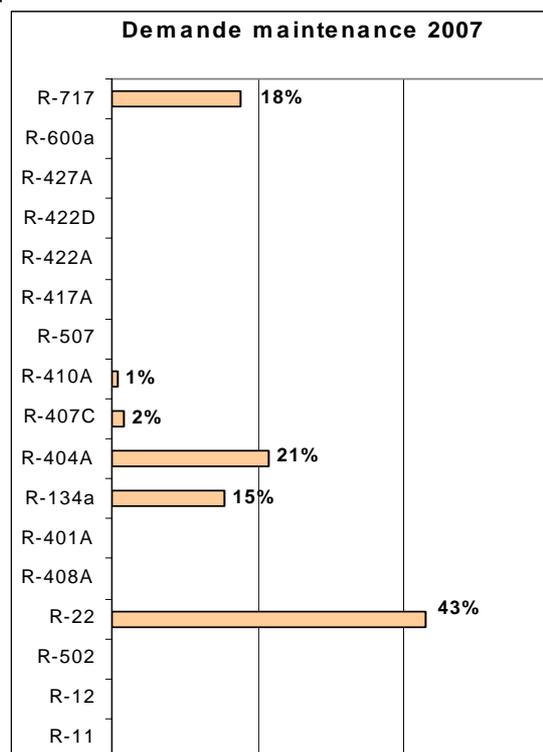
5.3 Demande pour la maintenance

La demande en fluides frigorigènes pour la maintenance des installations est élevée, de 1 900 tonnes environ en 2007. Le secteur agroalimentaire est ici aussi le plus gros consommateur et représente 73 % de la demande.

Malgré l'approche de l'interdiction de l'utilisation du R-22 vierge pour la maintenance des installations, en 2010 (règlement européen 2037 / 2000) le marché du R-22 pour la maintenance est encore évalué à près de 800 tonnes en 2007 pour l'ensemble du froid industriel, 650 tonnes étant attribuées au secteur agroalimentaire.

Tableau 5.2 : Demande pour la maintenance

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	1
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	799	799
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	288	736
	R-404A	398	
	R-407C	32	
	R-410A	14	
	R-507	4	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	329
	R-717	329	
TOTAL			1 864

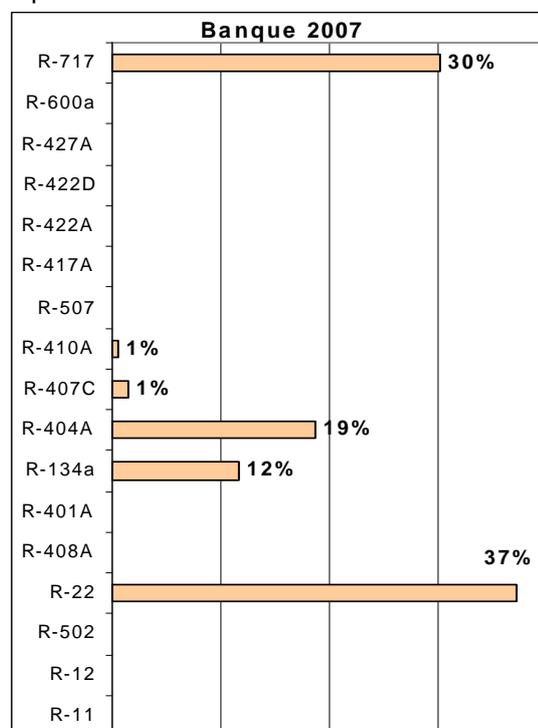


5.4 Banque

La banque associée au secteur du froid industriel est évaluée à près de 13 000 tonnes en 2007, le secteur agroalimentaire étant dominant et représente 75 % de la banque. La banque est toujours dominée par le R-22, à 37 %, ce qui traduit bien le retard des conversions d'installations dans ce secteur.

Tableau 5.3 : Banque de fluides

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	1	4
	R-12	2	
	R-502	1	
HCFC	R-22	4 787	4 787
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	1 488	4 190
	R-404A	2 412	
	R-407C	183	
	R-410A	78	
	R-507	28	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	3 873
	R-717	3 873	
TOTAL			12 853

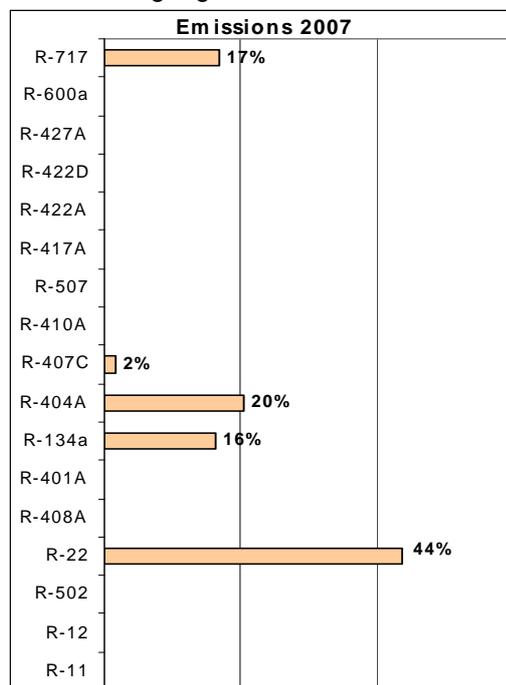


5.5 Emissions des fluides frigorigènes

Les émissions de fluides frigorigènes sont évaluées à près de 1 900 tonnes en 2007. Les systèmes à l'ammoniac étant moins émissifs car leurs fuites sont plus repérables, la part des émissions dues au R-22 est près de la moitié des émissions totales.

Tableau 5.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	1	3
	R-12	2	
	R-502	0	
HCFC	R-22	821	821
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	304	738
	R-404A	384	
	R-407C	30	
	R-410A	13	
	R-507	7	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	317
	R-717	317	
TOTAL			1 879

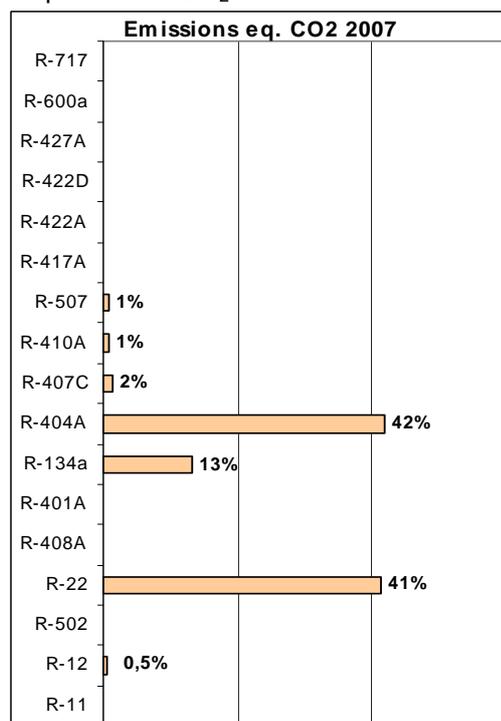


5.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

La contribution du froid industriel aux émissions équivalent CO₂ s'élève à 3 millions de tonnes en 2007 réparties à 67% pour le secteur agroalimentaire, 31 % pour les procédés industriels et 2 % pour les patinoires.

Tableau 5.5 : Emissions équivalentes CO₂

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,00	0,02
	R-12	0,01	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	1,23	1,23
	R-408A	0,00	
	R-401A	0,00	
HFC	R-134a	0,40	1,74
	R-404A	1,25	
	R-407C	0,05	
	R-410A	0,02	
	R-507	0,02	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	-
	R-717	0,00	
TOTAL			2,99

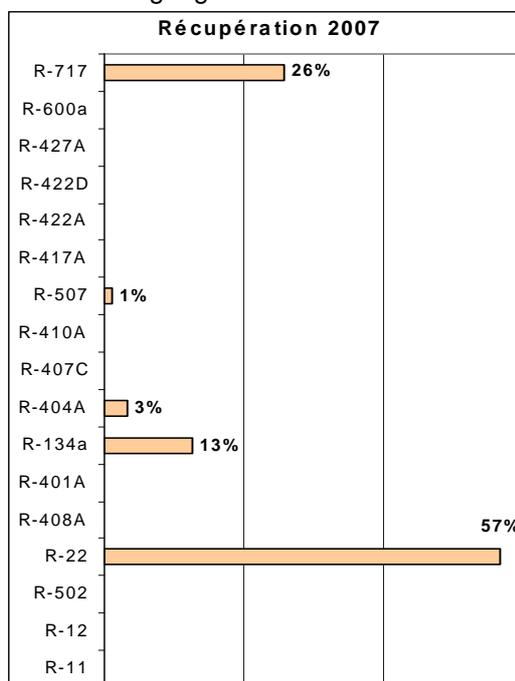


5.7 Récupération des fluides frigorigènes

Les quantités de fluide récupérées en froid industriel restent faibles, de 320 tonnes pour 2007. Par ailleurs, il est possible qu'il existe, pour certains fluides, un recyclage direct du fluide frigorigène pour les besoins de la maintenance des autres installations.

Tableau 5.6 : Récupération des fluides frigorigènes

Quantités récupérées 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	2
	R-12	1	
	R-502	0	
HCFC	R-22	181	181
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	40	54
	R-404A	10	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	3	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	82
	R-717	82	
TOTAL			319



6. LES GROUPES REFROIDISSEURS D'EAU (GRE)

6.1 Introduction

Ce secteur inclut les secteurs des GRE à forte puissance (HP), moyenne puissance (MP), basse puissance (BP) et centrifuges. Les résultats sont présentés pour l'ensemble du secteur.

6.2 Demande pour les équipements neufs et le rétrofit d'installations

Le marché et la production ayant connu une forte croissance en 2006, la demande calculée est en croissance de 10 % par rapport à 2006 et d'environ 1 350 tonnes en 2007. Les valeurs des marchés de production ayant été corrigées sur 2005-2007, les valeurs 2005-2006 ont également été modifiées. Pour cette raison, le niveau de la demande du tableau 6.1 est de l'ordre de celui présenté dans le rapport 2006 des inventaires de fluides frigorigènes.

La demande est constituée à 98 % de HFC et à 49 % de R-407C.

Tableau 6.1 : Demande pour les équipements neufs et le rétrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	346	1 324
	R-404A	0	
	R-407C	665	
	R-410A	313	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	22
	R-717	22	
TOTAL			1 345

Refr�rig�rant	Pourcentage
R-717	2%
R-600a	0%
R-427A	0%
R-422D	0%
R-422A	0%
R-417A	0%
R-507	0%
R-410A	23%
R-407C	49%
R-404A	0%
R-134a	26%
R-401A	0%
R-408A	0%
R-22	0%
R-502	0%
R-12	0%
R-11	0%

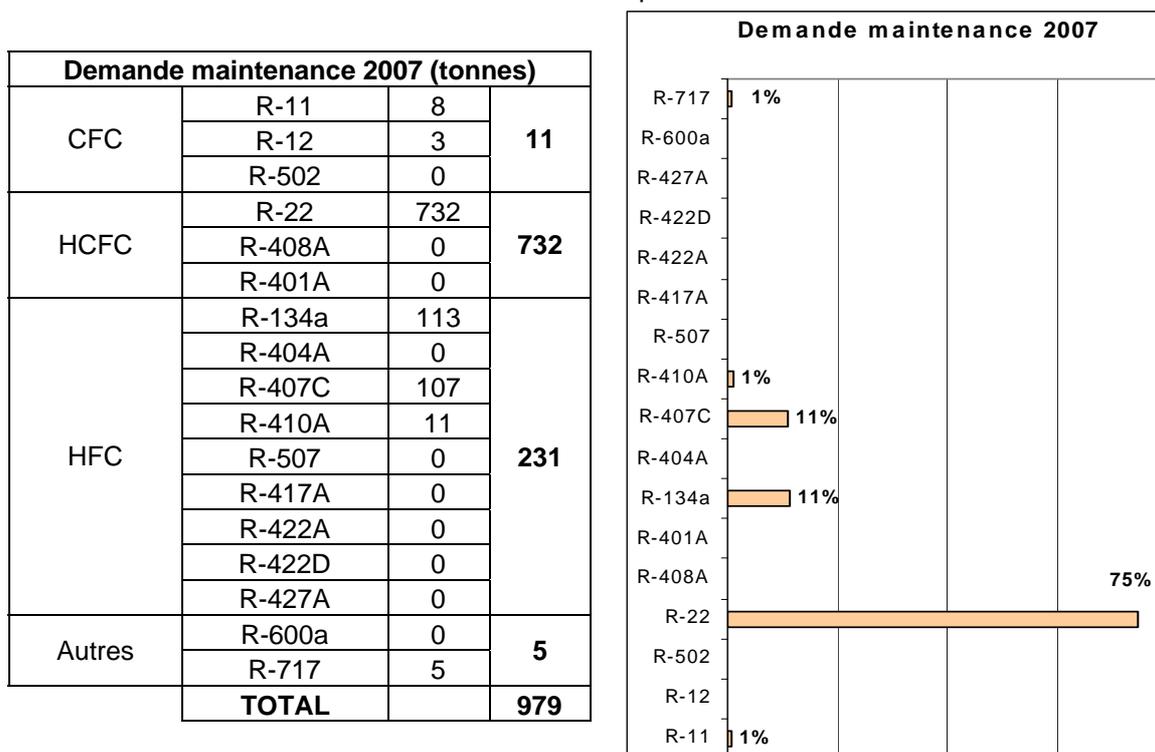
La demande pour le rétrofit est faible, de l'ordre de 25 tonnes et ne concerne que les GRE de type centrifuge.

6.3 Demande pour la maintenance

La demande en fluides frigorigènes pour la maintenance des GRE est de près de 1 000 tonnes en 2007.

Etant données les durées de vie élevées de ce type d'équipement et l'introduction plus récente des HFC sur le marché des équipements neufs, les besoins pour la maintenance concernent essentiellement les installations aux HCFC. En 2007, 75 % de la demande pour la maintenance est encore constitué de R-22.

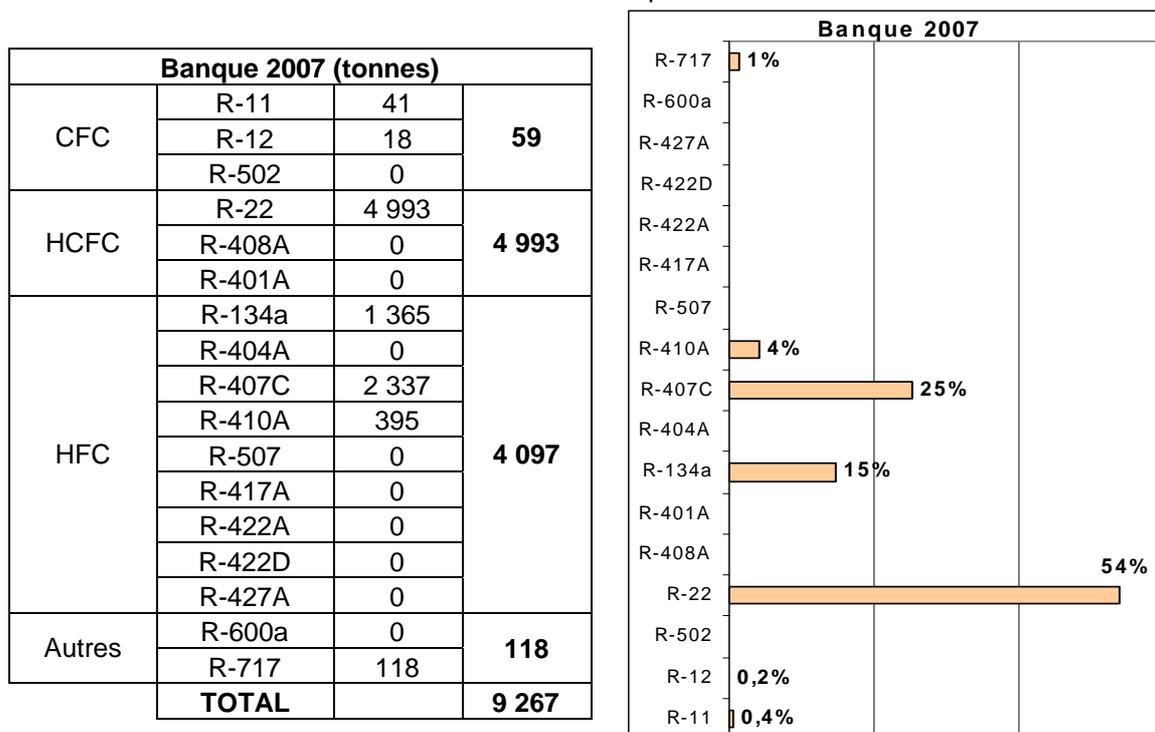
Tableau 6.2 : Demande pour la maintenance



6.4 Banque des fluides frigorigènes

L'introduction de la courbe de durée de vie modifie légèrement l'allure de la banque des fluides dans les GRE qui totalise 9 300 tonnes en 2007, soit 3 % de moins qu'avec un calcul avec une durée de vie moyenne. Le R-22 a été largement utilisé dans les années 90 et bien que l'introduction d'une courbe de durée de vie ait réduit sa part de 5 %, il constitue encore la banque de fluide principale en 2007 avec 54 % et 5 000 tonnes.

Tableau 6.3 : Banque de fluides



Les groupes centrifuges qui fonctionnaient avec les R-12 et R-11 ont été remplacés ou rénovés avec du R-134a. En 2007, il ne reste plus que 60 tonnes de CFC dans ces installations.

6.5 Emissions des fluides frigorigènes

La répartition des émissions de fluides frigorigènes est à l'image de la banque, largement dominée par le R-22, à 70 %. Bien que les taux d'émissions aient été réduits, ce secteur émet encore 1 150 tonnes de fluides frigorigènes en 2007, dont 55 % sont attribuables aux GRE de forte puissance.

Tableau 6.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	9	15
	R-12	6	
	R-502	0	
HCFC	R-22	798	798
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	125	323
	R-404A	0	
	R-407C	160	
	R-410A	38	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	6
	R-717	6	
TOTAL			1 142

Emissions 2007			
R-717	1%		
R-600a			
R-427A			
R-422D			
R-422A			
R-417A			
R-507			
R-410A			
R-407C	14%		
R-404A			
R-134a	11%		
R-401A			
R-408A			
R-22	70%		
R-502			
R-12			
R-11	1%		

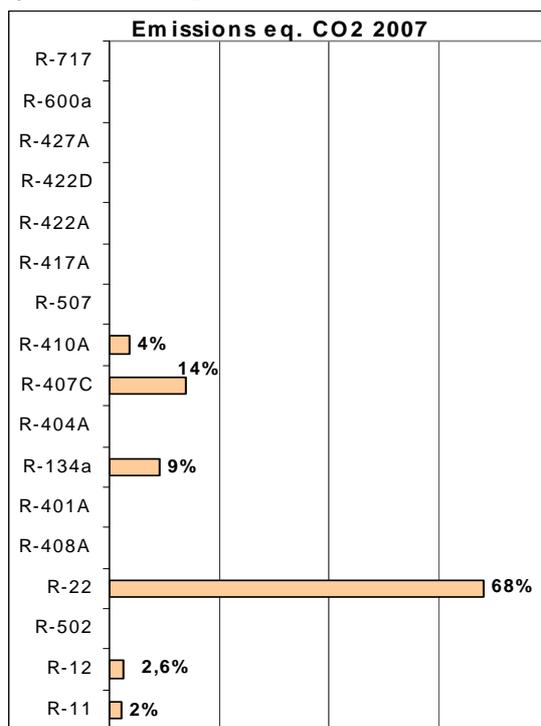
6.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

Les HFC remplaçants du R-22 ayant sensiblement le même GWP que lui, la répartition des émissions exprimées en CO₂ équivalent est proche de celles des émissions totales. Le secteur des GRE représente un niveau d'émissions de 1,7 millions de tonnes de CO₂ en 2007, dominé à 68 % par le R-22.

Le secteur le plus émissif est celui des GRE de forte puissance, responsable de 53 % des émissions en équivalent CO₂ du secteur.

Tableau 6.5 : Emissions équivalentes CO₂

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,04	0,08
	R-12	0,05	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	1,20	1,20
	R-408A	0,00	
	R-401A	0,00	
HFC	R-134a	0,16	0,47
	R-404A	0,00	
	R-407C	0,24	
	R-410A	0,07	
	R-507	0,00	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	0,00
	R-717	0,00	
TOTAL			1,75

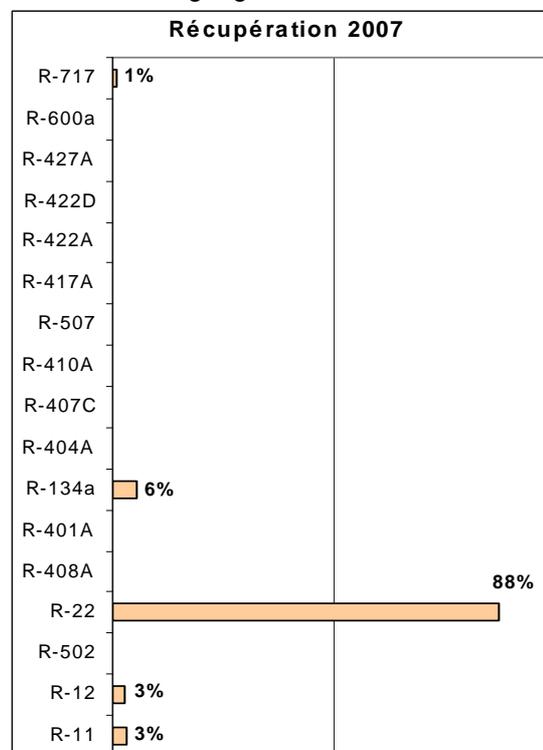


6.7 Récupération des fluides frigorigènes

Pour 2007, les quantités totales de fluides récupérées sont estimées à près de 400 tonnes, essentiellement du R-22. Les rétrofits des installations anciennes aux CFC conduisent à la récupération de 23 tonnes de CFC pour 2007.

Tableau 6.6 : Récupération des fluides frigorigènes

Quantités récupérées 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	12	23
	R-12	11	
	R-502	0	
HCFC	R-22	343	343
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	22	22
	R-404A	0	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	3
	R-717	3	
TOTAL			391



7. LA CLIMATISATION A AIR

7.1 Introduction

Ce secteur est désormais composé de 9 secteurs d'équipements, les pompes à chaleur résidentielles étant traitées dans le chapitre suivant. L'acquisition de la mise à jour de l'étude BSRIA [BSR08] a permis de corriger certaines estimations de productions d'équipements sur 2005-2007.

7.2 Demande pour les équipements neufs et le rétrofit d'installations

En 2007, les marchés et la production d'équipements de climatisation à air ont encore connu une forte croissance qui conduit à un marché de fluides frigorigènes de 580 tonnes pour 2007, en progression de 23 % par rapport à 2006.

Le R-410A est le fluide le plus utilisé sur le marché neuf, il constitue 60 % du marché neuf en 2007.

Tableau 7.1 : Demande pour les équipements neufs et le rétrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	30	582
	R-404A	0	
	R-407C	205	
	R-410A	347	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
	TOTAL		

Demande équipements neufs et rétrofit 2007			
R-717			
R-600a			
R-427A			
R-422D			
R-422A			
R-417A			
R-507			
R-410A			60%
R-407C			35%
R-404A			
R-134a			5%
R-401A			
R-408A			
R-22			
R-502			
R-12			
R-11			

Il n'y a pas de retrofit dans ce secteur, ce marché est seulement constitué de la demande pour les équipements neufs.

7.3 Demande pour la maintenance

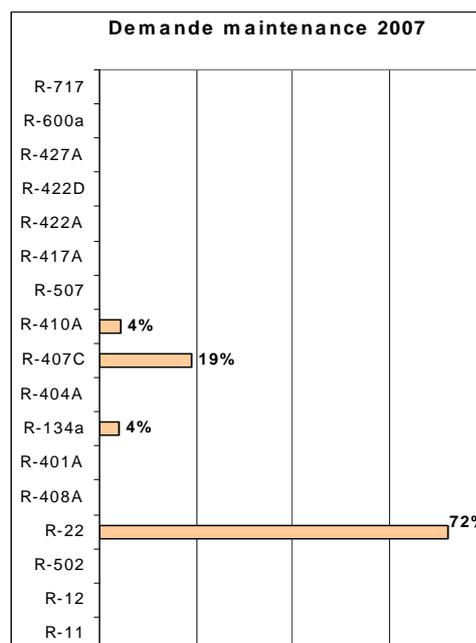
Les résultats de la demande pour la maintenance de ce secteur sont assez oscillants. Il sera envisagé l'an prochain d'étendre la méthode de calcul du marché maintenance de la climatisation automobile à ce secteur dont les occurrences de maintenance sont également dépendantes d'un test sur le niveau de remplissage de l'équipement.

En 2007, le marché pour la maintenance de la climatisation à air s'élève à 300 tonnes et est constitué à 72 % de R-22.

Un tiers de cette demande est liée aux équipements de type « splits ».

Tableau 7.2 : Demande pour la maintenance

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	217	217
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	12	82
	R-404A	0	
	R-407C	58	
	R-410A	13	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	-
	R-717	0	
TOTAL			299

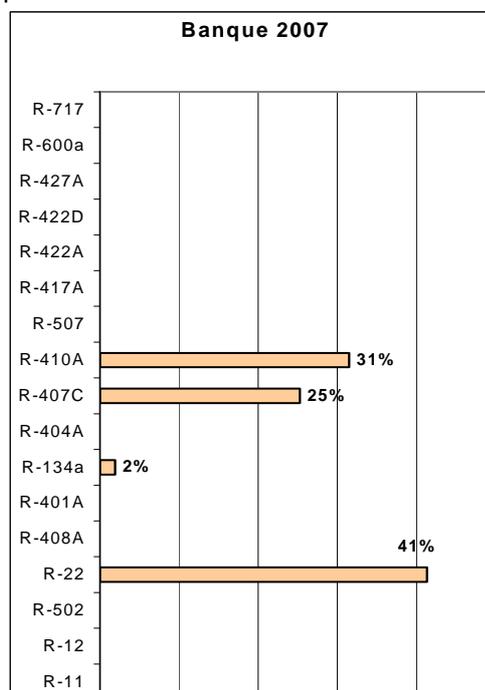


7.4 Banque des fluides frigorigènes

Le R-22 a été largement utilisé dans les unités de climatisation à air dans les années 90 et il constitue encore en 2007 la composante principale (42 %) de la banque de 6000 tonnes de fluides avec près de 2 500 tonnes.

Tableau 7.3 : Banque de fluides

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2 520	2 520
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	116	3 579
	R-404A	0	
	R-407C	1 542	
	R-410A	1 921	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			6 099



La banque de R-410A est en forte croissance et atteint 1 900 t en 2007.

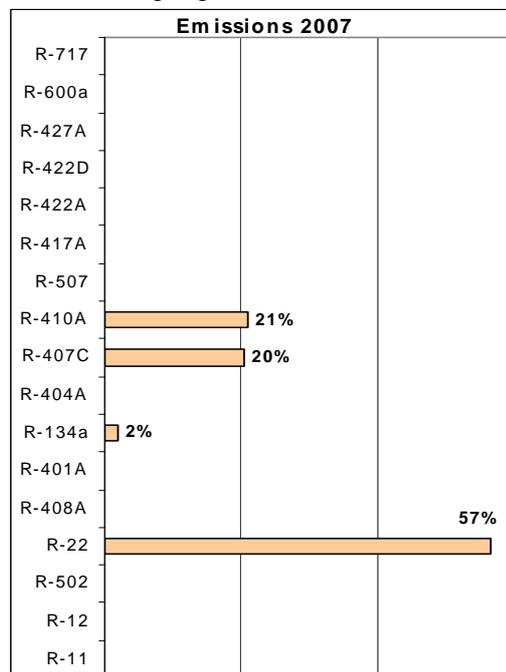
La banque de fluides de la climatisation à air est nettement dominée par le parc d'équipements de type « split » (41 %).

7.5 Emissions des fluides frigorigènes

La répartition des émissions de fluides frigorigènes est à l'image de la banque, largement dominée par le R-22, à 57 %. Le total des émissions liées à la climatisation à air représente près de 600 tonnes en 2007 dont 35 % sont dus aux équipements de type « split ».

Tableau 7.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	1
	R-12	1	
	R-502	0	
HCFC	R-22	339	339
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	11	258
	R-404A	0	
	R-407C	122	
	R-410A	125	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			598

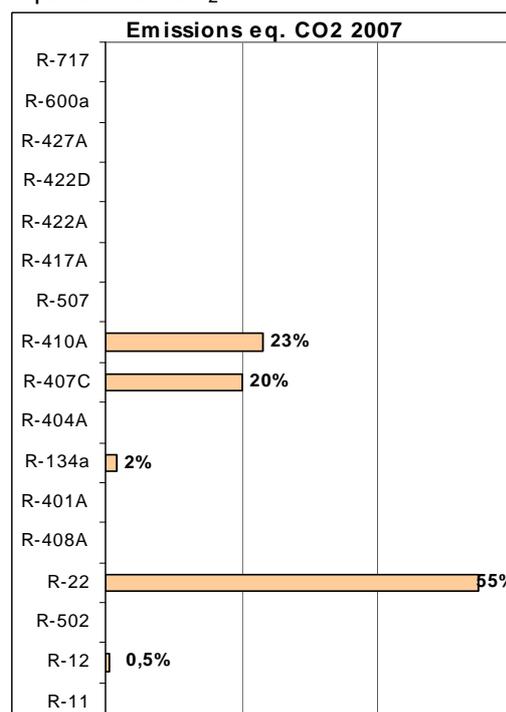


7.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

Les fluides composant la banque de la climatisation à air ayant des GWP du même ordre, la répartition des émissions en équivalent CO₂ est très proche de celle des émissions totales, dominée à 55 % par le R-22. En 2007, les émissions du secteur de la climatisation à air équivalent à 930 milliers de tonnes de CO₂.

Tableau 7.5 : Emissions équivalentes CO₂

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,00	0,00
	R-12	0,00	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	0,51	0,51
	R-408A	0,00	
	R-401A	0,00	
HFC	R-134a	0,01	0,42
	R-404A	0,00	
	R-407C	0,19	
	R-410A	0,22	
	R-507	0,00	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	-
	R-717	0,00	
TOTAL			0,93



7.7 Récupération des fluides frigorigènes

Dans ce secteur, il existe à la fois des unités de forte puissance, avec des charges élevées pour lesquelles la récupération du fluide en fin de vie est systématique, mais aussi un très grand nombre de petites unités de climatisation domestiques pour lesquelles les charges sont faibles et le suivi difficile.

En 2007, les quantités totales de fluides récupérées sont estimées à 74 tonnes de R-22 uniquement. Elles concernent essentiellement les roof-tops (62 %) et les multi-splits (21 %).

8. LES POMPES A CHALEUR RESIDENTIELLES

8.1 Introduction

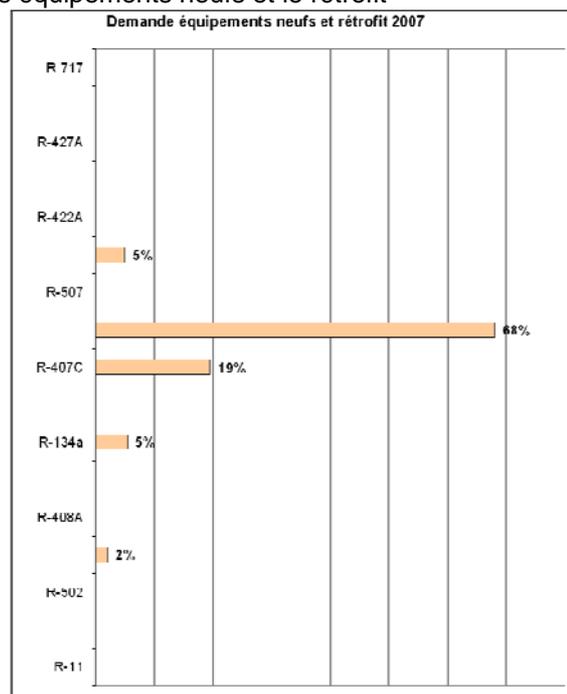
Les pompes à chaleur résidentielles sont caractérisées par de faibles charges et des taux d'émissions bas qui expliquent les faibles demandes calculées. Cependant, ce secteur est traité indépendamment de la climatisation à air en raison de sa forte croissance.

8.2 Demande pour les équipements neufs

Le marché neuf est de 26 tonnes en 2007, il a augmenté de 33 % par rapport à 2006. Le R-410A est très utilisé et constitue 68 % du marché devant le R-407C, 19 %.

Tableau 8.1 : Demande pour les équipements neufs et le rétrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	1	1
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	1	25
	R-404A	0	
	R-407C	5	
	R-410A	18	
	R-507	0	
	R-417A	1	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			26



8.3 Demande pour la maintenance

Comme pour le secteur de la climatisation à air, la demande à la maintenance est établie à partir d'un test sur le niveau de remplissage de l'équipement et les résultats sont très oscillants. La méthode de calcul du marché de la climatisation automobile sera appliquée à ce secteur dans les prochains inventaires.

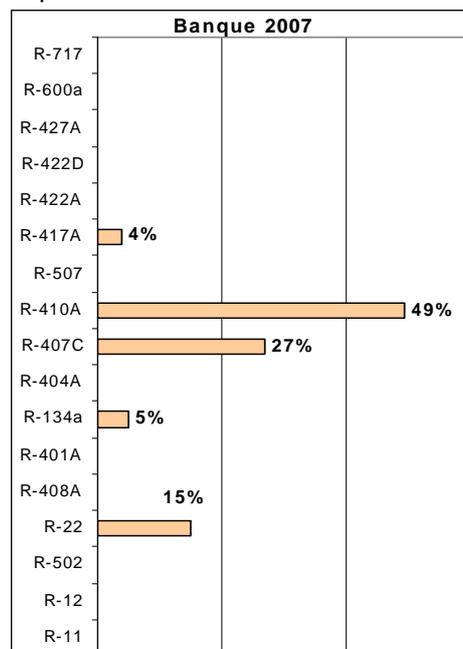
La maintenance est estimée à seulement une tonne de R-407C en 2007.

8.4 Banque des fluides frigorigènes

La banque de fluides associée aux PAC résidentielles est en pleine croissance (+49 % par rapport à 2006), estimée à 680 tonnes en 2007 et composée à 85 % de HFC. La banque de HFC augmente de 64 % entre 2006 et 2007 et passe de 353 à 578 tonnes.

Tableau 8.3 : Banque de fluides

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	103	103
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	33	578
	R-404A	0	
	R-407C	183	
	R-410A	336	
	R-507	0	
	R-417A	26	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			680

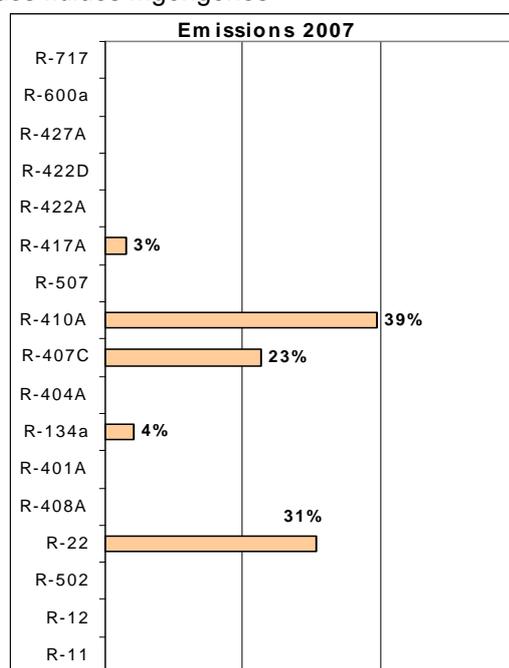


8.5 Emissions des fluides frigorigènes

La croissance de 63 % de la banque de HFC entre 2006 et 2007 fait basculer la répartition des émissions qui ne sont plus dominées par le R-22 mais par le R-410A. Le niveau d'émissions 2007 reste cependant faible, de l'ordre de 20 tonnes.

Tableau 8.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	6	6
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	1	14
	R-404A	0	
	R-407C	5	
	R-410A	8	
	R-507	0	
	R-417A	1	
	R-422A	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			20

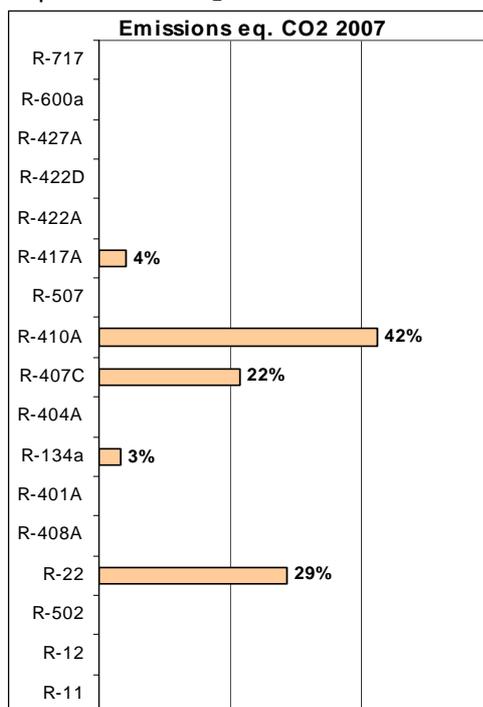


8.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

De même, les émissions CO₂ sont cette année majoritairement dues aux systèmes au R-410A mais ne représentent au total que 32 500 tonnes pour l'année 2007.

Tableau 8.5 : Emissions équivalentes CO₂

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,00	0,00
	R-12	0,00	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	0,01	0,009
	R-408A	0,00	
	R-401A	0,00	
HFC	R-134a	0,00	0,023
	R-404A	0,00	
	R-407C	0,01	
	R-410A	0,01	
	R-507	0,00	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	-
	R-717	0,00	
TOTAL			0,032



8.7 Récupération des fluides frigorigènes

Il y a très peu d'interventions sur les pompes à chaleur et étant donné la jeunesse du parc, ses systèmes ne sont pas encore parvenus en fin de vie. Aussi, la récupération est nulle pour 2007.

9. LA CLIMATISATION EMBARQUEE

9.1 Introduction

Ce secteur regroupe la climatisation automobile (véhicules particuliers et utilitaires), les véhicules industriels et la climatisation des bus, cars et trains.

Pour les inventaires 2007, la méthode de calcul des émissions a évolué. Les taux d'émissions maintenant comprennent les émissions fixes (régulières et irrégulières) et une part qui s'accroît progressivement avec le vieillissement de l'équipement prenant ainsi en compte la dégradation de l'étanchéité au cours du temps. Globalement, cette nouvelle approche basée à la fois sur des mesures de débits de fuite de systèmes neufs et anciens et sur l'analyse des chiffres des ventes de R-134a dans le secteur de la climatisation automobile, aboutit à une diminution significative des besoins de maintenance.

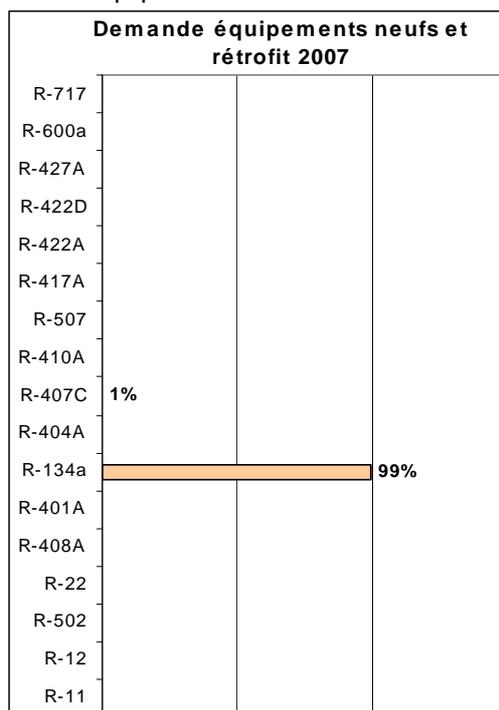
La méthode précédente, utilisée pour les inventaires 2006, évaluait les besoins de R-134a pour la climatisation automobile à 1 440 t. La nouvelle méthode évalue ces mêmes besoins pour 2006 à 1 040 t.

9.2 Demande pour les équipements neufs et le retrofit d'installations

La production de véhicules particuliers et utilitaires légers a encore baissé cette année, mais de façon moindre qu'entre 2005 et 2006. Le marché de fluides frigorigènes se trouve réduit à 1 700 tonnes chargées dans les véhicules neufs produits en France en 2006, constitué à 99 % de R-134a.

Tableau 9.1 : Demande en fluides frigorigènes pour les équipements neufs et le retrofit

Demande équipements neufs et retrofit 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	0	0
	R-408A	0	
	R-401A	0	
HFC	R-134a	1 656	1 669
	R-404A	0	
	R-407C	13	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			1 669



Les hypothèses concernant les retrofits des systèmes au R-12 ont abouti à la fin du marché de R-413A en 2005.

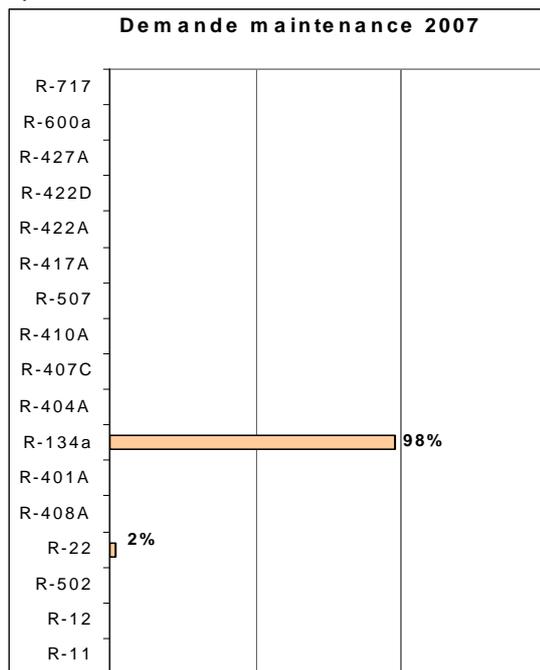
9.3 Demande pour la maintenance

Les besoins en fluides frigorigènes pour la maintenance sont évalués à près de 1 400 tonnes en 2007. Dans ce secteur, la demande pour la maintenance est nettement dominée par la climatisation automobile dont la demande pour 2007 est évaluée à

1 280 tonnes. Si l'on considère les résultats de l'ancienne méthode, avant lissage, ils étaient surestimés de 20 % en moyenne sur 2000 - 2007 par rapport à ceux donnés par la nouvelle méthode.

Tableau 9.2 : Demande pour la maintenance

Demande maintenance 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	26	28
	R-408A	0	
	R-401A	2	
HFC	R-134a	1 386	1 390
	R-404A	0	
	R-407C	5	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	-
	R-717	0	
TOTAL			1 418

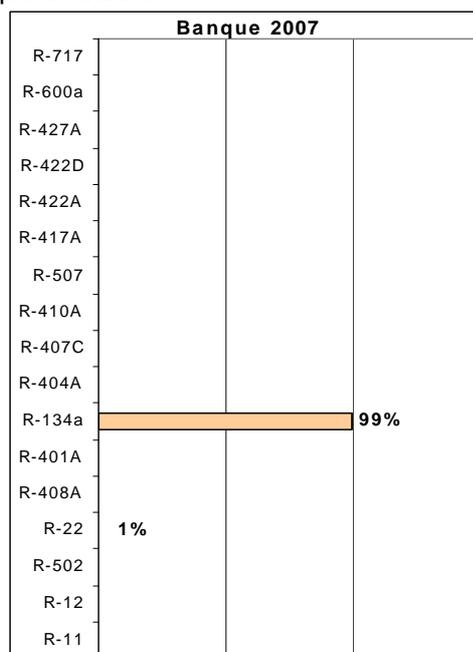


9.4 Banque

La banque de HFC en climatisation automobile est évaluée à 13 500 tonnes en 2007, constituée à 99 % de R-134a. L'introduction de la courbe de durée de vie conduit à une réduction de la banque totale de l'ordre de 3 % seulement par an et à la persistance de 2 tonnes de R-12 en 2007, banque qui était éradiquée depuis 2005 en considérant une durée de vie constante.

Tableau 9.3 : Banque de fluides

Banque 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	2
	R-12	2	
	R-502	0	
HCFC	R-22	71	82
	R-408A	0	
	R-401A	11	
HFC	R-134a	13 307	13 357
	R-404A	0	
	R-407C	50	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			13 441

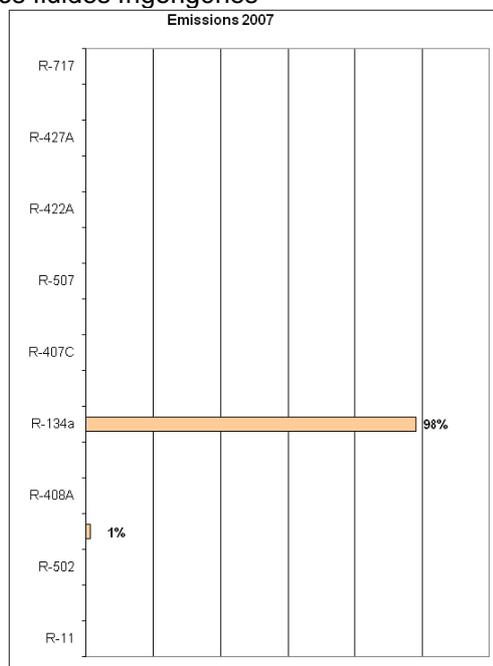


9.5 Emissions des fluides frigorigènes

Les résultats en termes d'émissions sont influencés à la fois par l'évolution de la méthode de calcul du marché et des émissions à la maintenance, par la correction à la baisse des niveaux d'émissions sur le passé et par la correction du calcul des quantités restant dans les circuits en fin de vie des véhicules. Globalement, cela conduit à une réduction des émissions de 22 % en 2006 allant jusqu'à 53 % en 1990

Tableau 9.4 : Emissions des fluides frigorigènes

Emissions totales 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	1
	R-12	1	
	R-502	0	
HCFC	R-22	28	32
	R-408A	0	
	R-401A	4	
HFC	R-134a	2 076	2 082
	R-404A	0	
	R-407C	6	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			2 116



Les émissions totales de fluides frigorigènes sont en croissance et atteignent 2 100 tonnes en 2007.

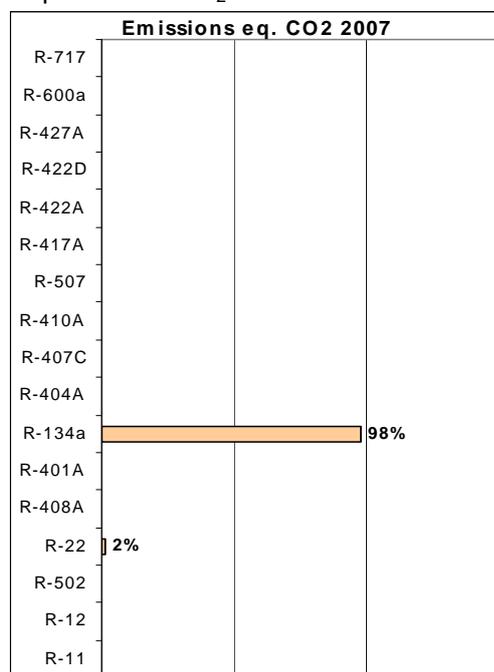
Les émissions de fin de vie sont corrigées de -45 % en moyenne sur la période 1990 - 2007. Elles sont ici évaluées à plus de 300 tonnes en 2007, part qui serait donc potentiellement récupérables.

9.6 Emissions des fluides frigorigènes en équivalent CO₂

Malgré la réduction importante des émissions liée à la correction du calcul des émissions fin de vie et aux améliorations de la méthode, la climatisation embarquée reste un pôle d'émissions important avec 2,8 millions de tonnes de CO₂ émises en 2007 (-20 % par rapport à l'estimation des inventaires 2006).

Tableau 9.5 : Emissions équivalentes CO₂

Emissions eq. CO ₂ totales 2007 (millions de tonnes)			
CFC	R-11	0,00	0,008
	R-12	0,01	
	R-502	0,00	
HCFC	R-22	0,04	0,046
	R-408A	0,00	
	R-401A	0,00	
HFC	R-134a	2,70	2,709
	R-404A	0,00	
	R-407C	0,01	
	R-410A	0,00	
	R-507	0,00	
	R-417A	0,00	
	R-422A	0,00	
	R-422D	0,00	
	R-427A	0,00	
Autres	R-600a	0,00	0,000
	R-717	0,00	
TOTAL			2,763

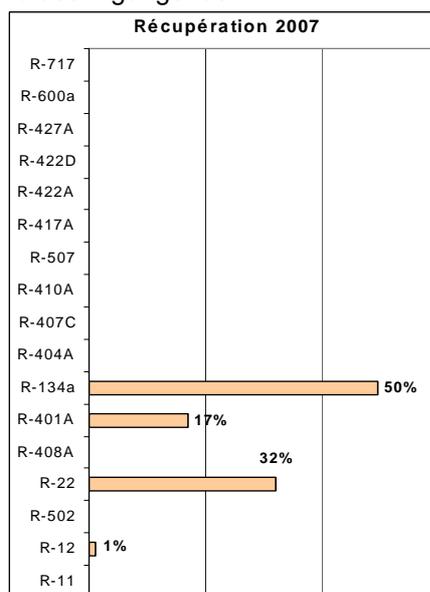


9.7 Récupération des fluides frigorigènes

Les premiers bilans de la mise en place de la filière VHU tendent à montrer que la récupération est quasi nulle, en 2007, sur les véhicules automobiles en fin de vie. Seuls les trains et les cars, dont la charge est importante, sont réellement concernés par la récupération, comme le montre le tableau 9.6. Les quantités sont faibles, de l'ordre de 7 tonnes en 2007.

Tableau 9.6 - Récupération des fluides frigorigènes

Quantités récupérées 2007 (tonnes)			
CFC	R-11	0	0
	R-12	0	
	R-502	0	
HCFC	R-22	2	3
	R-408A	0	
	R-401A	1	
HFC	R-134a	3	4
	R-404A	0	
	R-407C	0	
	R-410A	0	
	R-507	0	
	R-417A	0	
	R-422A	0	
	R-422D	0	
	R-427A	0	
Autres	R-600a	0	0
	R-717	0	
TOTAL			7



10. REFERENCES

- [BSR08] World Market for Air Conditioning 2008, BSRIA Report 19947/2, 2008.
- [SNE08] Statistiques Consommation/ Récupération/ Destruction des fluides frigorigènes au 1^{er} Septembre 2008, pour les années 2000 à 2007. Snefcca.
- [TOC06] Report of the refrigeration, Air conditioning and Heat Pumps, Technical Option Committee 2006

Table 1.1 – GWP, physical of refrigerants [TOC03, IPCC06]

Number	Refrigerant Chemical formula or blend composition – common name	Physical data				GWP		
		Molecular mass	NPB (°C)	TC (°C)	Pc (Mpa)	GWP 2 nd AR	GWP 3 rd AR	%
						1996	2001	2 nd /3 rd
11	CCl ₃ F	137.37	23.7	198.0	4.41	3 800	4 600.0	21
12	CCl ₂ F ₂	120.91	-29.8	112.0	4.14	8 100	10 600.0	31
22	CHClF ₂	86.47	-40.8	96.1	4.99	1 500	1 700.0	13
32	CH ₂ F ₂ -methylene fluoride	52.02	-51.7	78.1	5.78	650	550.0	-15
115	CF ₃ CClF ₂	154.47	-38.9	80.0	3.12	9 300	7 200.0	-23
123	CHCl ₂ CF ₃	152.93	27.8	183.7	3.66	90	120.0	33
124	CHClFCF ₃	136.48	-12.0	122.3	3.62	470	620.0	32
125	CHF ₂ CF ₃	120.02	-48.1	66.1	3.63	2 800	3 400.0	21
134a	CH ₂ FCF ₃	102.03	-26.1	101.1	4.06	1 300	1 300.0	0
143a	CH ₃ CF ₃	84.04	-47.2	72.7	3.78	3 800	4 300.0	13
152a	CH ₃ CHF ₂	66.05	-24.0	113.3	4.52	140	120.0	-14
245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	134.05	15.1	154.0	4.43	820	950.0	16
290	CH ₃ CH ₂ CH ₃ - propane	44.10	-42.1	96.7	4.25	20	20.0	0
401A	R-22/152a/124(53/13/34)-MP39	94.44	-32.9	107.3	4.61	973	1 127.4	16
401B	R-22/152a/124(61/11/28)-MP66	92.84	-34.5	105.6	4.68	1 062	1 223.8	15
402A	R-125/290/22(60/2/38)-HP80	101.55	-48.9	75.9	4.23	2 250	2 686.4	19
402B	R-125/290/22(38/2/60)-HP81	94.71	-47.0	82.9	4.53	1 796	2 108.4	17
403A	R-290/22/218(5/75/20)	91.99	-47.7	87.0	4.7	2530	3 000	
403B	R-290/22/218(5/56/39)	103.26	-49.2	79.6	4.32	3570	4 300	
404A	R-125/143a/134a(44/52/4)	97.60	-46.2	72.0	3.74	3 260	3 784.0	16
405A	R-22/152a/142b/C318(45/7/5.5/42.5)	111.91	-32.6	106.1	4.29	4480	5 200	
406A	R-22/600a/142b(55/4/41)	89.86	-32.5	116.9	4.96	1560	1 900	
407A	R32/125/134a(20/40/40)	90.11	-45.0	81.8	4.52	1770	2 000	
407B	R32/125/134a(10/70/20)	102.94	-46.5	74.3	4.13	2290	2 700	
407C	R-32/125/134a(23/25/52)	86.20	-43.6	85.8	4.63	1 526	1 652.5	8
407D	R-32/125/134a(15/15/70)	90.96	-39.2	91.2	4.47	1430	1 500	
408A	R-125/143a/22(7/46/47)-FX-10	87.01	-44.6	83.1	4.42	2 649	3 015.0	14
409A	R-22/124/142b(60/25/15)-FX-56	97.43	-34.4	109.3	4.69	1 288	1 535.0	19
410A	R-32/125(50/50)-Suva9100;AZ-20	72.58	-51.4	70.5	4.95	1 730	1 975.0	14
412A	R-22/218/142b(70/5/25)	92.2	-38	107.2	4.9	1850	2 200	
413A	R-218/134a/600a(9/88/3)	103.95	-33.4	96.6	4.07	1770	1 900	
414A	R-22/124/600a/142b(51/28.5/4/16.5)	96.93	-33.0	112.7	4.68	1200	1 400	
415A	R-22/152a(82/18)	81.91	-37.2	102.0	4.96		1 400	
416A	R-134a/124/600(59/39.5/1.5)	111.92	-24.0	107.0	3.98		1 000	
417A	R-125/134a/600(46.6/50/3.4)	106.75	-39.1	87.3	4.04		2 200	
418A	R-290/22/152a(1.5/96/2.5)	84.60	-41.7	96.2	4.98		1 600	
419A	R-125/134a/E170(77/19/4)	109.3	-42.6	79.3	4		7 900	
420A	R-134a/142b(80.6/19.4)	101.84	-24.9	104.8	4.11		1 500	
421A	R-125/134a(58/42)	111.75	-40.7	82.9	3.88		2 520	
422A	R-125/134a/600a(85.1/11.5/3.4)	113.60	-46.5	71.8	3.92		3 040	
427A	R-32/125/134a/134a(15/25/10/50)	90.44	-43.0	85.1	4.39	1827		
500	R-12/152a(73.8/26.2)	99.30	-33.6	102.1	4.17	6 014	7 854.2	31
502	R-22/115(48.8/51.2)	111.63	-45.2	80.2	4.02	5 494	4 516.0	-18
507A	R-125/143a(50/50)-AZ-50	98.86	-46.1	70.5	3.79	3 300	3 850.0	17
600a	CH(CH ₃) ₂ -CH ₃ - isobutane	58.12	-11.7	134.7	3.64	20	20.0	0
717	NH ₃ - ammonia	17.03	-33.3	132.3	11.33	< 1	< 1	
744	CO ₂	44.01	-78.4	31.0	7.38		1	

NBP = normal boiling point; Tc = critical temperature; Pc = critical pressure; GWP = global warming potential (for 100-yr integration).