
EVOLUTION DU BILAN DECLARATIF SYDEREP GAZ FLUORES

**Par Olivier BENOIT,
Chargé de missions ADEME**

La présente intervention se base sur des éléments recueillis via l'observatoire des gaz fluorés mis en place et géré par l'ADEME, complétés éventuellement de données provenant des acteurs de la filière.

Le récent site Internet unique nommé SYDEREP (SYstème DÉclaratif des filières REP : www.syderep.ademe.fr) a ouvert en 2014 et rassemble les Registres et Observatoires des filières Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE), Piles et Accumulateurs, Gaz fluorés (GF), Pneumatiques Usagés (PU), Véhicules Hors d'Usage (VHU) et Déchets d'Éléments d'Ameublement (DEA).

Les objectifs de l'observatoire des Gaz fluorés sont relatifs à la déclaration annuelle des acteurs des filières concernées par les gaz fluorés utilisés dans diverses applications : secteur Froid et climatisation, secteurs de la Protection incendie, de la Haute-tension et en tant que Solvants.

Le but étant de contrôler les quantités de mise sur le marché, d'utilisation, de récupération et de destruction des différents types de gaz. À partir de l'analyse de ces données, l'ADEME publie un rapport annuel permettant le suivi de la filière des gaz fluorés en France.

La présente intervention ne portera que sur des données relatives au secteur froid et climatisation.

1. Organisation de la filières froid et climatisation

1.1 Flux de la filière Froid et climatisation

Pour tous les schémas ci-dessous, la légende utilisée est la suivante :

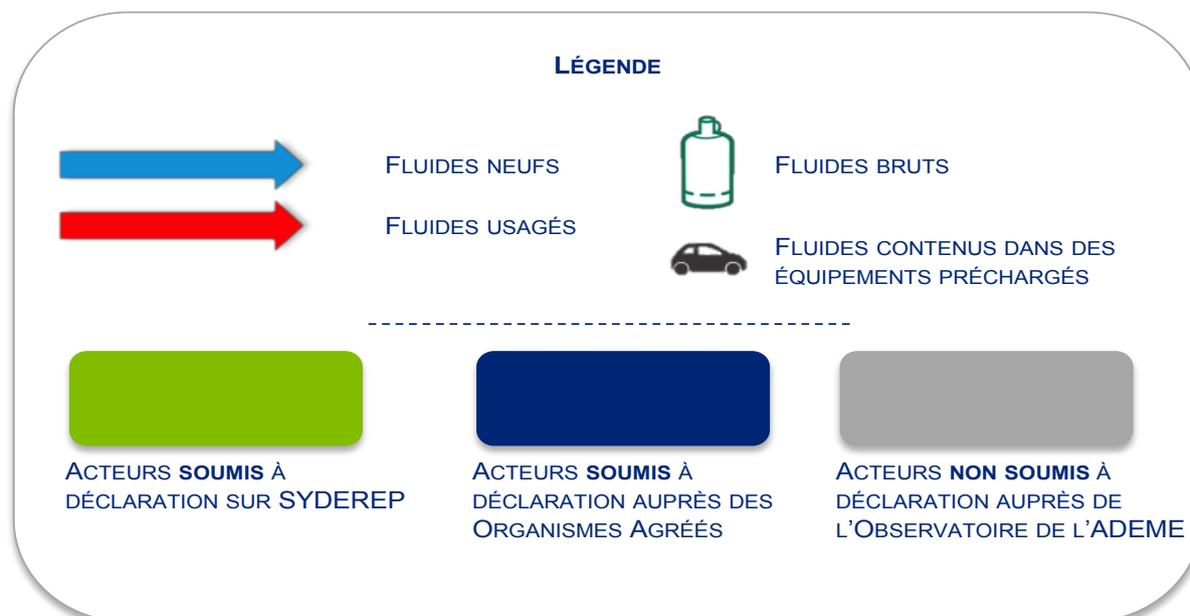


Figure 1 : Légende pour les schémas de la filière Froid et climatisation

1.1.1 Mise sur le marché et distribution

Le schéma ci-dessous présente de manière synthétique les flux physiques de mise sur le marché et de distribution (amont de la filière) de fluides frigorigènes depuis le producteur jusqu'au détenteur final de l'équipement.

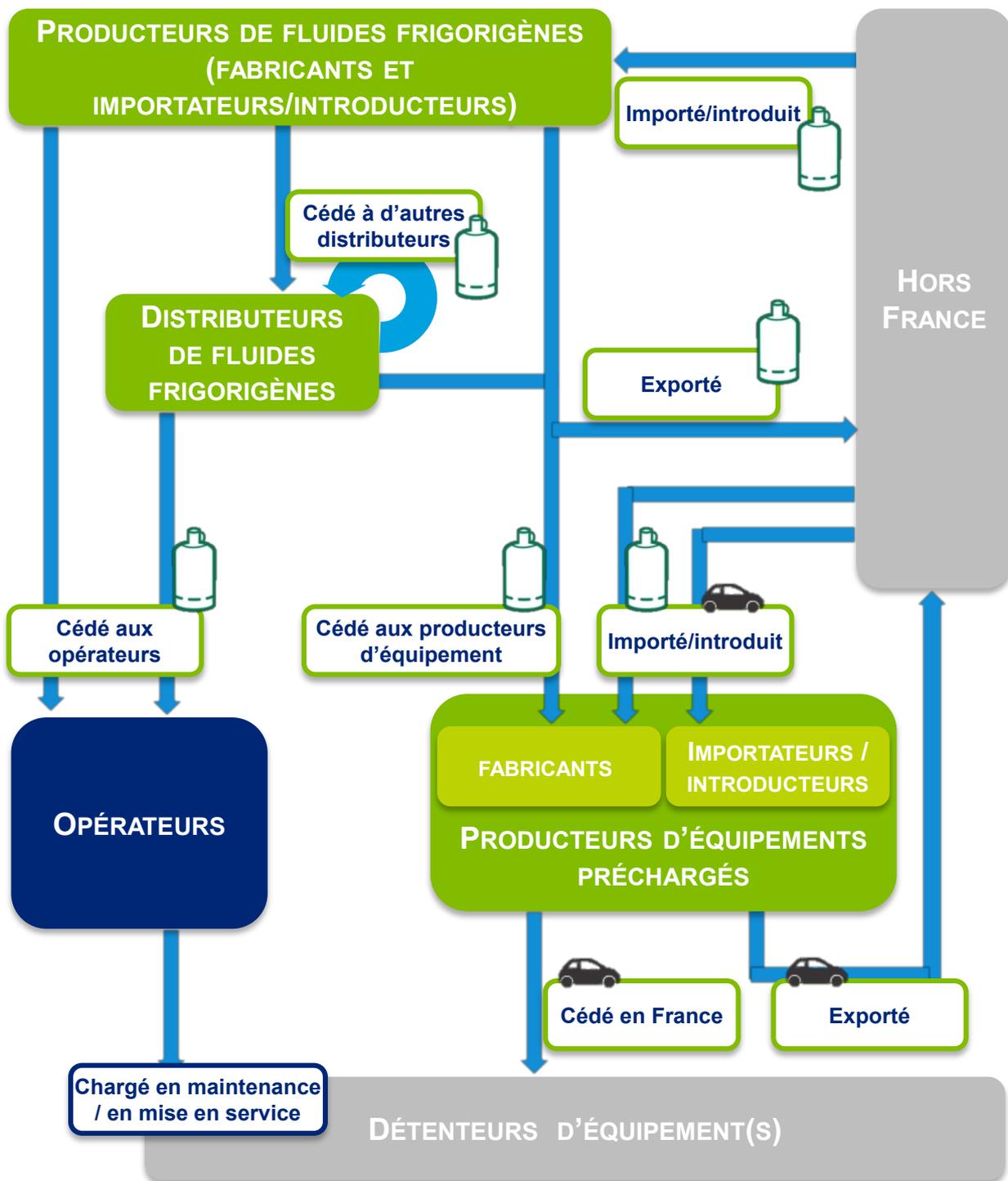


Figure 2 : Flux physiques relatifs à l'amont de la filière fluides frigorigènes

Qui sont concernés par la partie amont de la filière fluides frigorigènes ?

Les producteurs de fluides qui fabriquent ou importent des fluides frigorigènes bruts sur le territoire français. Ces fluides ne peuvent être cédés qu'à des opérateurs ou à des producteurs d'équipements préchargés, soit directement, soit via un ou plusieurs intermédiaires de distribution.

Les producteurs d'équipements préchargés sont les fabricants ou importateurs d'équipements contenant des fluides frigorigènes, qui sont cédés soit directement à l'utilisateur final, soit à des opérateurs lorsque l'installation de ces équipements nécessite l'intervention d'un professionnel qualifié, notamment pour toute opération impliquant la manipulation des fluides lors de l'installation ou de la mise en service.

En pratique, un même acteur peut exercer plusieurs activités, par exemple :

- Un producteur de fluides est, au sens de la réglementation, également distributeur de fluides ;
- Un producteur d'équipements préchargés, s'il importe directement le fluide qu'il charge dans ses équipements, possède également le statut de producteur de fluide ;

1.1.2 Récupération et traitement

Le schéma ci-dessous présente de façon synthétique l'organisation des flux physiques de récupération et de traitement des fluides frigorigènes usagés (aval de la filière).

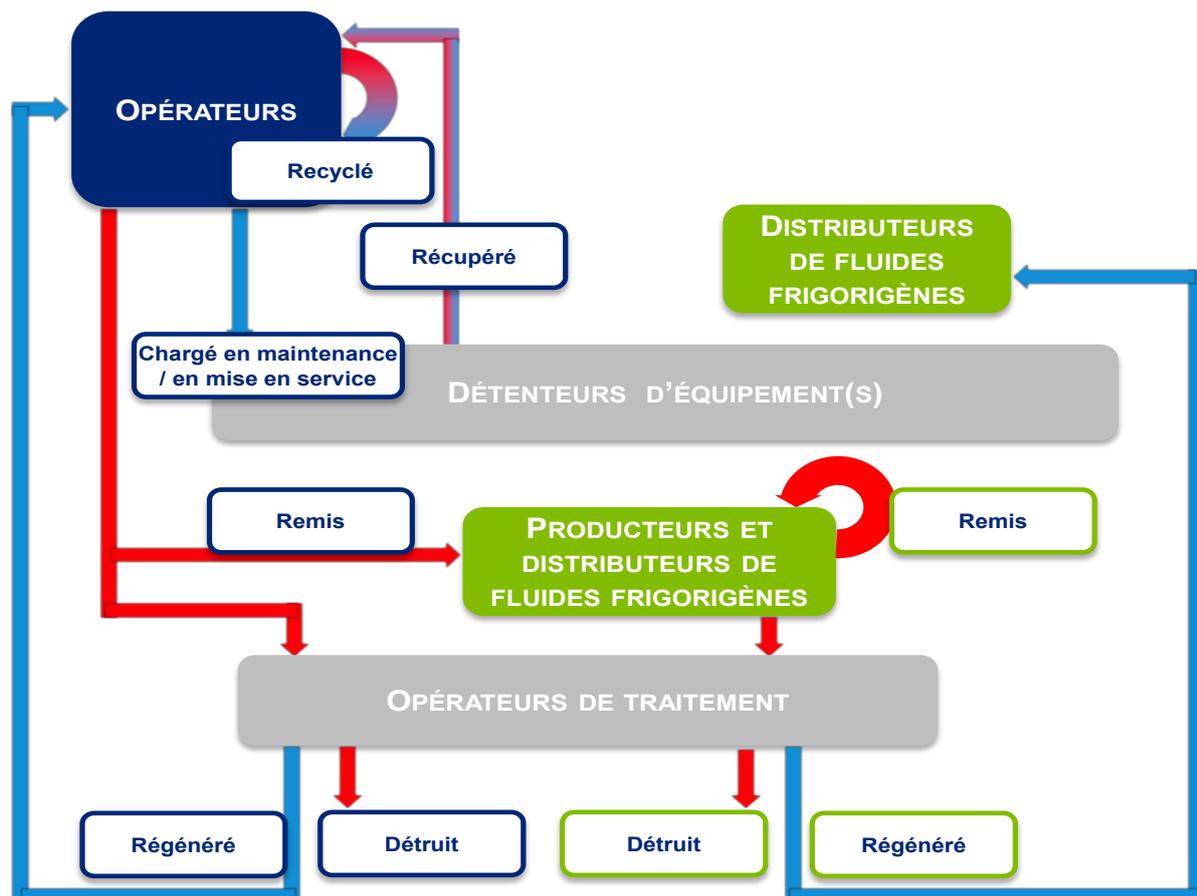


Figure 3 : Flux physiques relatifs à l'aval de la filière fluides frigorigènes

Qui sont concernés par la partie aval de la filière fluides frigorigènes ?

Lors d'opérations de maintenance ou en fin d'usage des équipements, les opérateurs procèdent à la récupération des fluides usagés contenus dans les circuits frigorifiques. Ces fluides sont remis aux distributeurs de fluides frigorigènes ayant l'obligation de reprendre les fluides usagés qui leur sont rapportés. Les distributeurs remettent ensuite les fluides récupérés aux producteurs de fluides frigorigènes qui ont la possibilité de les traiter ou de les faire traiter sous leur responsabilité par des opérateurs de traitement agréés.

En pratique, les opérateurs et distributeurs peuvent endosser la responsabilité du producteur de fluides frigorigènes et traiter ou faire traiter directement sous leur responsabilité les fluides frigorigènes qu'ils ont récupérés. Ceci est particulièrement courant lorsque le fluide récupéré par les opérateurs peut être recyclé ou régénéré en vue de sa réutilisation.

2. Données de la filière froid et climatisation

2.1 Nombre de déclarants

2.1.1 Déclarants individuels

Ci-joint la ventilation des déclarants individuels pour les années 2008 à 2014.

	Année						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nombre de déclarants individuels*	724	1 007	1 086	1 129	1 168	778	1 086
dont fabricants de fluides						10	11
dont importateurs / introduceurs uniquement	15	22	23	61	54	23	46
dont distributeurs uniquement	688	949	1 017	984	1 027	745	931
dont producteurs d'équipements préchargés	21	36	46	84	87	52	98

Tableau 1 : Répartition des déclarants à l'Observatoire, par statut

La majorité des déclarations est réalisée par des déclarants exerçant exclusivement une activité de distribution (cession) de fluides sans production (mise sur le marché) de fluides.

2.1.2 Organismes agréés

La filière froid et climatisation comprend également 10 organismes agréés. Ces derniers délivrent des attestations de capacité aux opérateurs et déclarent l'ensemble des flux de fluides transitant par les opérateurs.

	Année						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nombre d'organismes agréés inscrits	4	9	10	11	11	10	10
Nombre d'opérateurs attestés représentés par les Organismes agréés inscrits	43	20 163	28 345	31 945	34 473	-	30 011

Tableau 2 : Évolution du nombre d'organismes agréés inscrits à l'Observatoire et du nombre d'opérateurs qu'ils représentent

Au 02 mars 2016, 31 422 opérateurs attestés (dont l'attestation de capacité est valide) ont été déclarés par les organismes agréés (cf nombre d'opérateurs attestés par catégories d'activité dans le tableau suivant).

CATEGORIES D'ACTIVITE	ACTIVITE	NOMBRE D'OPERATEURS ATTESTES AU 02/03/16
Catégorie I (inclut les catégories II, III et IV)	Contrôle d'étanchéité, maintenance et entretien, mise en service, récupération des fluides des équipements de tous les équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur	12 296
Catégorie II (inclut les catégories III et IV)	Maintenance et entretien, mise en service, récupération des fluides des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur contenant moins de 2 kg de fluides frigorigènes et contrôle d'étanchéité des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur	415
Catégorie III	Récupération des fluides des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur de moins de 2 kg de fluides frigorigènes	235
Catégorie IV	Contrôle d'étanchéité des équipements de réfrigération, de climatisation et de pompe à chaleur	316
Catégorie V - toutes opérations	Contrôle d'étanchéité, maintenance et entretien, mise en service, récupération des fluides des systèmes de climatisation de véhicules, engins et matériels mentionnés à l'article R.311-1 du Code de la route	17 326
	Catégorie V - VHU	431
	Catégories I et V	403

2.2 Quantités de fluides frigorigènes mises sur le marché

Les quantités mises sur le marché correspondent aux quantités fabriquées, introduites (quantités provenant d'un autre pays de l'Union Européenne) ou importées (quantités provenant d'un pays hors Union Européenne) sur le territoire national.

2.2.2 Répartition par type de mise sur marché

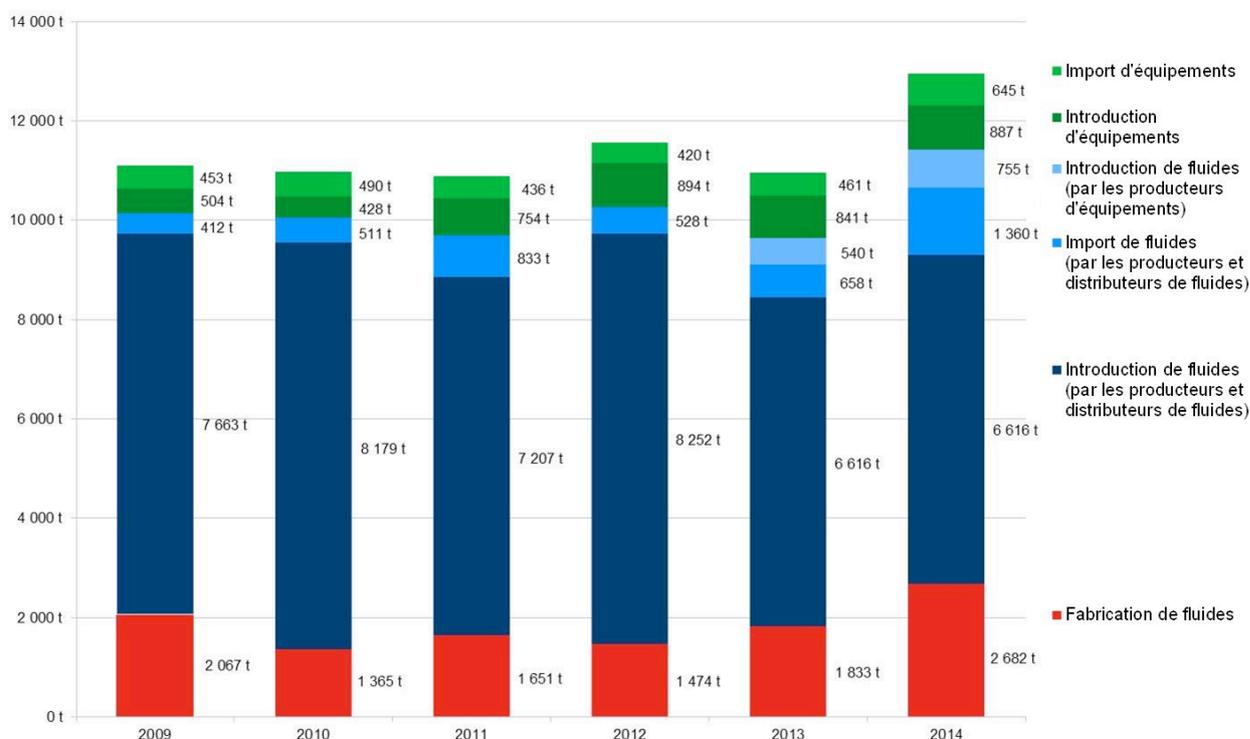


Figure 4 : Évolution entre 2009 et 2014 des tonnages de fluides bruts mis sur le marché par les producteurs et distributeurs de fluides et d'équipements préchargés¹, par type de mise sur le marché

Le graphique ci-dessus met en évidence une augmentation des tonnages de fluides déclarés mis sur le marché (l'année 2013 n'est pas considérée comme représentative du fait des difficultés rencontrées sur la déclaration en ligne). A titre d'exemple entre 2012 et 2014, les mises sur marché ont augmenté de 12 %. Pour 2014, La mise sur le marché représente plus de 12 900 tonnes, dont 11 400 tonnes de fluides bruts et 1 500 tonnes de fluides contenus dans des équipements.

L'augmentation des tonnages mis sur le marché depuis 2012 provient principalement de la hausse de la mise sur le marché de fluides bruts, et plus particulièrement :

- De la hausse des volumes fabriqués sur le territoire national par les producteurs de fluides. Ceux-ci ont presque été multipliés par deux par rapport à 2012. Effectivement, pour certains distributeurs de gaz, il est important de maintenir une relation avec leurs fournisseurs français (nouvelle réglementation F-Gas oblige). Aussi, certains fabricants français offrent des solutions intégrées comprenant la récupération du gaz usagé, ce qui permet de différencier leur offre de la concurrence étrangère.

¹ Il apparaît important de préciser ici que *l'introduction d'équipements* concerne l'achat d'équipements préchargés en fluides frigorigènes dans un pays de l'UE (hors France), et ne doit donc pas être confondue avec la charge initiale d'un équipement (qui elle correspond à de la *fabrication d'équipement*).

- De la hausse des volumes de fluides bruts importés (donc en provenance de pays hors Union Européenne) qui augmente de plus de 150 % entre 2012 et 2014. En effet, dans une logique d'optimisation de coût, il est aujourd'hui plus rentable de se fournir en Chine ou aux États-Unis ce qui favorise l'importation de gaz.

En revanche, l'introduction de fluides est déclin depuis 2012 où celle-ci représentait alors 8 252 tonnes et 71 % de la mise sur le marché totale de fluides alors qu'elle ne représente plus que 7 371 tonnes en 2014 et 57 % des mises sur marché.

La hausse de la mise sur le marché de fluides bruts se fait donc au détriment de l'introduction en provenance de pays de l'Union Européenne et au profit de la fabrication nationale et de l'import en provenance de pays comme la Chine et les États-Unis.

Les volumes de gaz contenus dans les équipements achetés à l'étranger ont, quant à eux, augmentés de 15 % depuis 2012. En effet, même si la quantité d'équipements introduits a très légèrement diminué, celle-ci est compensée par une hausse de 52 % des équipements importés.

Les importations françaises d'équipements préchargés sont révélatrices d'une concurrence étrangère accrue sur le marché français. D'autre part, les importations de produits aérauliques et frigorifiques en provenance de Chine ont progressé de 13,1 % (La fabrication de climatisations, d'équipements aérauliques et frigorifiques, étude Xerfi, 2014), reflétant l'intérêt des clients pour des équipements à moindre coût.

2.2.3 évolution des tonnages mis sur le marché par catégorie de gaz



Figure 5 : Évolution entre 2009 et 2014 des tonnages de fluides déclarés mis sur le marché par les producteurs d'équipements et les producteurs et distributeurs de fluides frigorigènes par catégorie de fluides

Par rapport à 2009, les quantités déclarées de HCFC ont presque disparues en 2014. En effet, l'utilisation de gaz de la catégorie des HCFC fait l'objet d'un contrôle et d'une réglementation.

Ce constat semble aujourd'hui naturel suite à la mise en place des interdictions progressives suivantes :

- Il est interdit depuis le 1^{er} janvier 2010 d'utiliser des gaz vierges de la catégorie des HCFC ;
- Les opérations de charge sur les équipements contenant des fluides de la catégorie des HCFC ne doivent être réalisées qu'avec des HCFC régénérés ;
- Depuis le 1^{er} janvier 2015 il est interdit de stocker ou d'introduire dans un équipement un gaz de la catégorie des HCFC, même régénéré.

Les fluides de la catégorie des HFO, qui ont fait leur apparition en 2013 avec 18 tonnes mises sur le marché, continuent de progresser avec 44 tonnes mises sur le marché en 2014. À l'origine de cette augmentation, se trouve notamment la directive 2006/40/CE datant du 17 mai 2006 qui interdit l'utilisation de fluides avec un Potentiel de Réchauffement Global (PRG) supérieur à 150 pour tous les nouveaux modèles de voiture. Les fluides de la catégorie des HFO, dont les PRG sont particulièrement faibles, proposent donc une alternative intéressante aux fluides de la catégorie des HFC dont les PRG sont plus élevés.

2.2.4 évolution des tonnages mis sur le marché par catégorie de gaz (en milliers de TEQ.CO2)

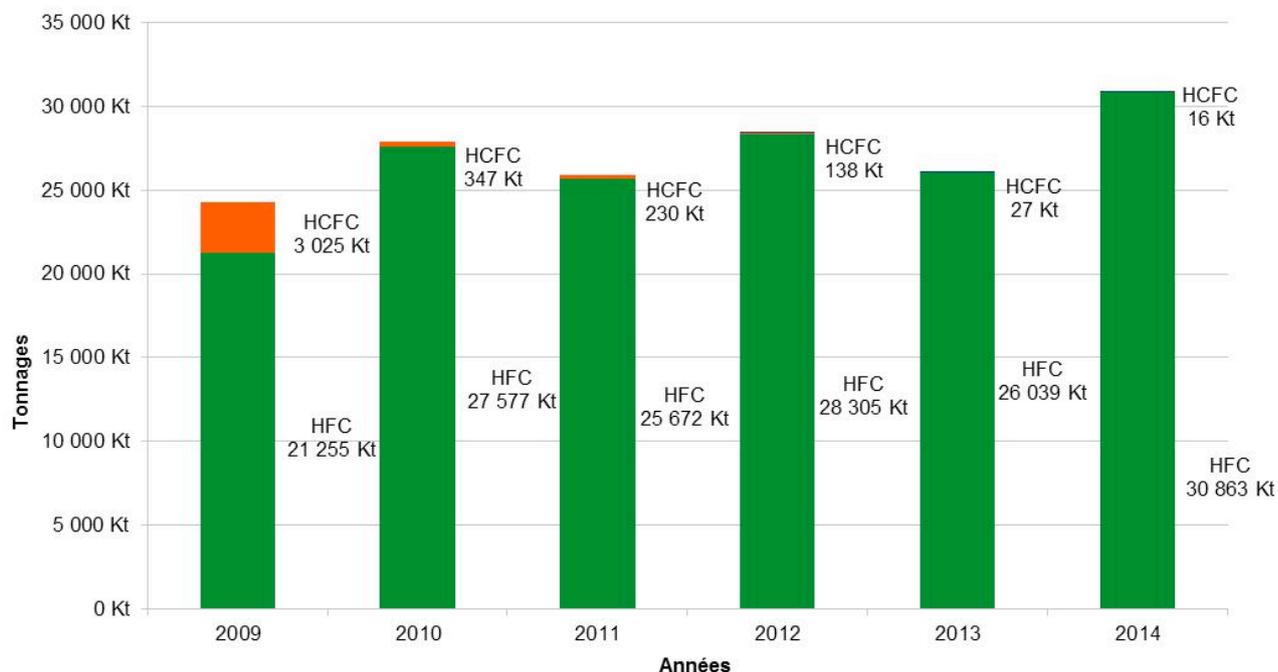


Figure 6 : Évolution entre 2009 et 2014 des tonnages de fluides déclarés mis sur le marché par les producteurs d'équipements et les producteurs et distributeurs de fluides frigorigènes en milliers de teq.CO₂

Les tonnages présentés précédemment sont convertis en tonne équivalent CO₂ grâce à leur Pouvoir de Réchauffement Global (PRG), qui est exprimé par rapport au Pouvoir de Réchauffement Global du CO₂ valant 1.

En 2014 la mise sur le marché en teq.CO₂ a baissé de près de 90 % pour les HCFC par rapport à 2012, alors qu'en tonnage, les volumes n'ont diminué que de 50 %. Cela s'explique par le retrait de la mise sur le marché des HCFC aux PRG les plus élevés. À l'inverse, les HCFC encore mis sur le marché aujourd'hui, ont, en moyenne, des PRG inférieurs aux HCFC qui étaient mis sur le marché en 2012.

Sur cette même période, on constate une augmentation de 9 % des tonnes équivalent CO₂ représentées par les HFC mis sur le marché. Cette hausse de 9 % est à mettre en regard de la hausse des tonnages mis sur le marché de HFC de 12 % sur la même période. On en déduit que les HFC mis sur le marché aujourd'hui, ont, en moyenne, un PRG inférieur à celui des HFC mis sur le marché en 2012.

Au total, le tonnage de gaz en teq.CO₂ a augmenté de 8,6% entre 2012 et 2014.

L'intérêt de cette conversion en teq.CO₂ réside dans la comparaison de ce qui est déclaré par les acteurs de la filière avec le « Phase Down » prévu par la F-Gas II, et entré en vigueur le 1^{er} janvier 2015.

2.2.5 Mise sur marché par type de fluide

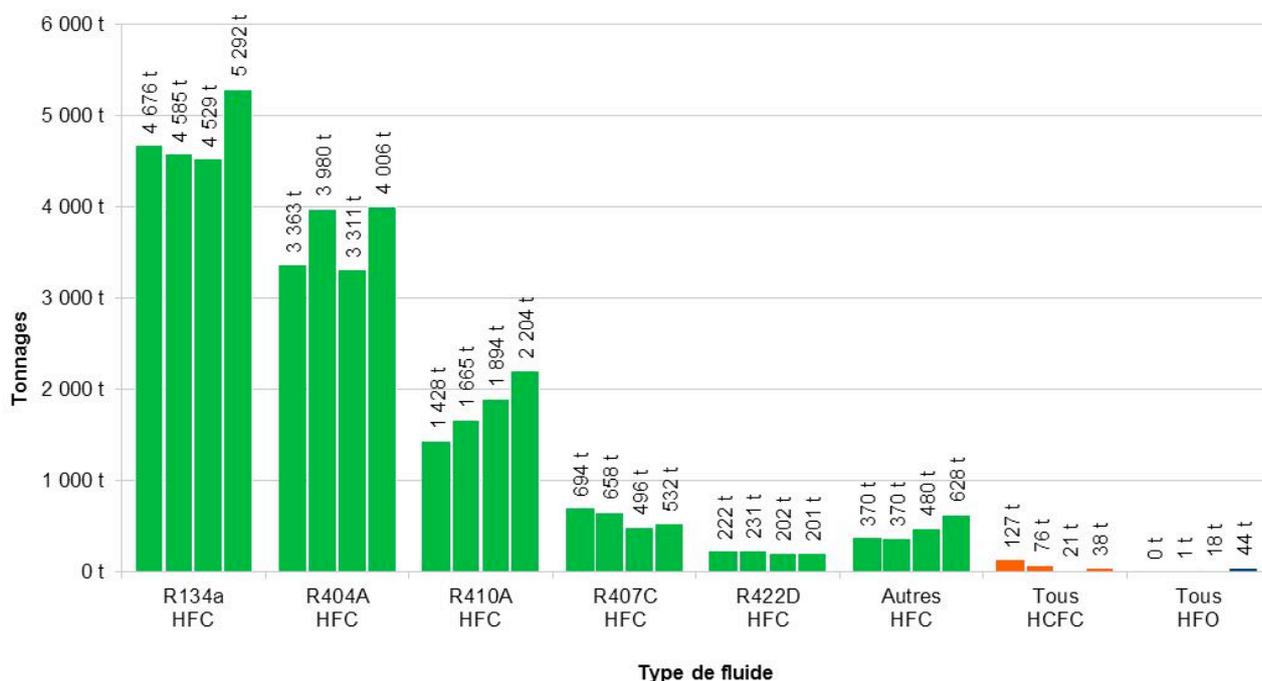


Figure 7 : Évolution entre 2011 et 2014 des tonnages de fluides déclarés mis sur le marché par les producteurs d'équipements et les producteurs et distributeurs de fluides frigorigènes par type de fluide

Le R134a et le R404A demeurent les types de fluide prépondérants déclarés mis sur le marché.

Exceptés les HFC R407C et R422D dont la mise sur le marché diminue ou baisse, tous les autres gaz de type HFC ont vu leur quantités mises sur le marché augmenter.

Quant aux fluides de la catégorie HCFC composés essentiellement de R-22 ils ont diminué de près de 70 % entre 2011 et 2014 et de 50 % entre 2012 et 2014.

Enfin, la mise sur la marché relative aux HFO, représentés à 97 % par le HFO-1234yf, a augmenté de près de 40 tonnes par rapport à 2013.

Pour expliquer ces variations de type de fluide mis sur le marché, plusieurs raisons peuvent être avancées :

- Les HCFC sont remplacés par les HFC : le R22 disparaît progressivement pour être remplacé par le R404A. Effectivement, pour ses effets néfastes sur la couche d'ozone, la réglementation condamne le HCFC à disparaître. Depuis le 1^{er} Janvier 2015 il est interdit de se fournir en R22 peu importe sa provenance (régénéré ou vierge).
- Suite à la nouvelle réglementation F-Gas qui interdit au fur et à mesure les gaz à fort PRG, les entreprises commencent à commercialiser de nouveaux fluides tels que le R407F avec un PRG de 1824. Le HFC R407F permet de remplacer le R404A (PRG de 3 900) mais également le R22 contenu dans certains équipements. Néanmoins, l'équipement consommateur de gaz devra être retrofitté, c'est-à-dire qu'il sera réaménagé techniquement pour pouvoir fonctionner avec ce nouveau gaz, ce qui implique des investissements non négligeables pour les entreprises concernées.

2.3 Quantités de fluides frigorigènes chargées

2.3.1 Répartition par type de charge

Note : jusqu'à l'année dernière, les données de charge de fluides par les opérateurs ne distinguaient pas la charge en mise en service de la charge en maintenance. Le graphique ci-dessous présente donc une ventilation différente pour les données avant et après 2012.

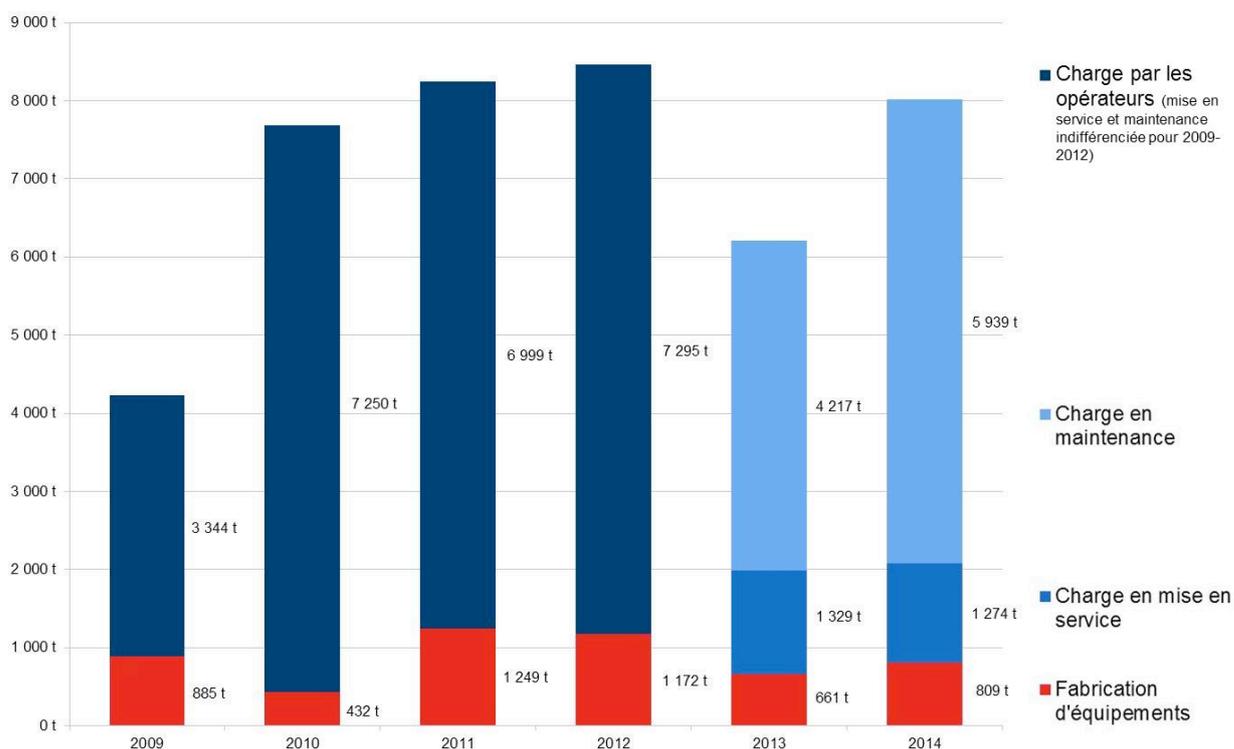


Figure 8 : Évolution entre 2009 et 2014 des tonnages de fluides chargés par les fabricants d'équipements préchargés et par les opérateurs

Les quantités de fluides frigorigènes chargées par les opérateurs correspondent aux quantités de fluides que les opérateurs ont introduites dans des équipements dans le cadre des interventions de maintenance et de charge initiale d'équipement ou de mise en service.

Les fluides chargés par les opérateurs représentent environ 90 % de la totalité du tonnage chargé.

Les quantités de fluides frigorigènes utilisées par les fabricants d'équipements préchargés pour la charge initiale des équipements correspondent aux quantités chargées directement au moment de la fabrication de l'équipement.

Les fluides chargés par les fabricants d'équipements préchargés représentent environ 10% de la totalité du tonnage chargé. L'industrie automobile est un bon exemple de la fabrication d'équipements préchargés.

Pour l'année 2014, un total de 8 021 tonnes a été déclaré chargé contre 8 467 tonnes en 2012 traduisant donc une baisse de 5% lors de cette période. Cette diminution s'explique par la baisse de fabrication d'équipements et la stagnation des quantités chargées par les opérateurs.

La diminution des quantités de fluides chargées lors de la fabrication d'équipements peut s'expliquer par différents facteurs macroéconomiques :

- L'industrie automobile met sur le marché moins de véhicules depuis la crise économique de 2009. Selon les statistiques du Ministère en charge de

l'écologie il y a une décroissance du nombre d'immatriculations de voiture particulière neuves.

- Selon l'étude La fabrication de climatisations, d'équipements aérauliques et frigorifiques, Xerfi, 2014, la dégradation de la conjoncture macroéconomique pénalise certains marchés fortement consommateurs de fluides frigorigènes, à savoir le secteur du bâtiment (construction de logements neufs, consommateurs de fluides frigorigènes pour les équipements de conditionnement de l'air) et l'industrie agroalimentaire (consommatrice de fluides frigorigènes pour les équipements frigorifiques).

Les évolutions techniques, qui permettent de charger les équipements avec moins de gaz notamment grâce au passage d'un système direct à un système indirect ou en cascade, peuvent également expliquer les faibles évolutions de la charge d'équipements en maintenance.

2.3.2 Répartition des volumes chargés par catégorie de gaz

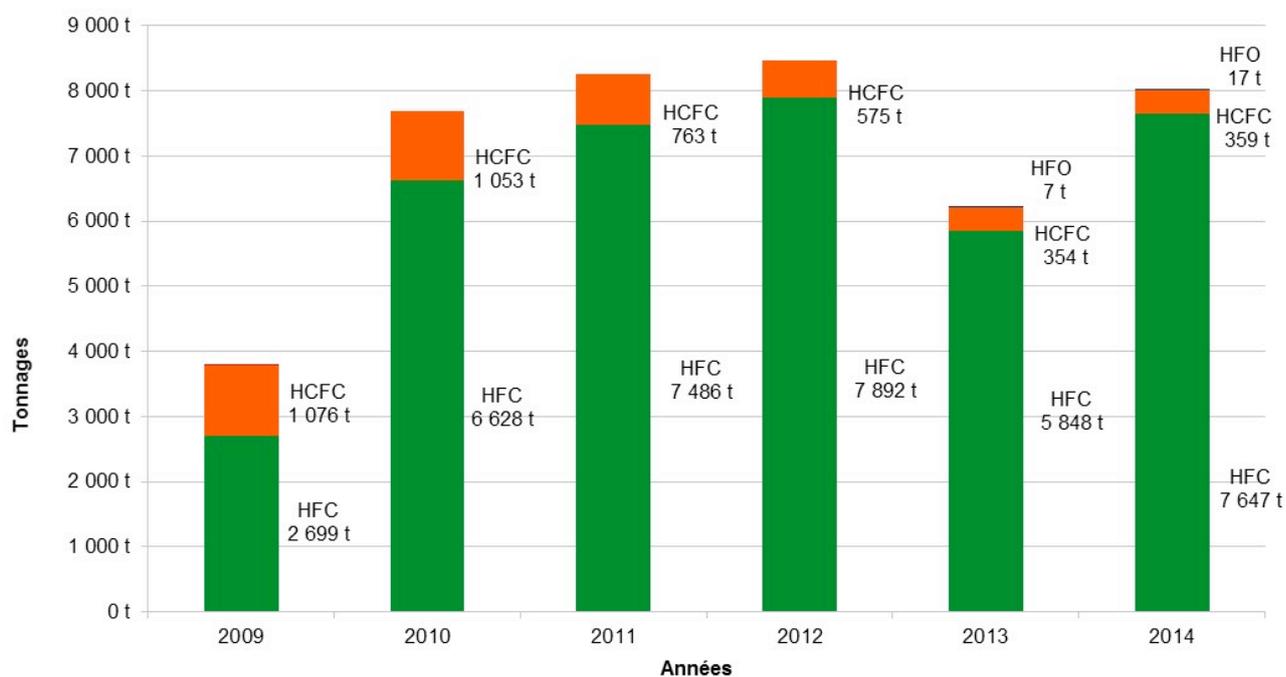


Figure 9 : Évolution entre 2009 et 2014 des tonnages déclarés chargés par catégorie de fluide

Les principaux fluides chargés sont les HFC qui représentent environ 95 % des quantités totales déclarées chargées (7 647 tonnes en 2014). Le tonnage déclaré restant correspond à des fluides de la catégorie des HCFC (359 tonnes pour 2014). Les fluides de la catégorie des HFO représentent, quant à eux, 0,2 % du total déclaré chargés (17 tonnes en 2014).

Les quantités de fluides déclarées chargées pour la dernière campagne de déclaration sont légèrement inférieures à celles déclarées pour l'exercice 2012.

Dans le détail par catégorie de fluide, les tonnages de HCFC déclarés chargés diminuent de 37 % par rapport à la valeur de l'année 2012. Cette diminution de

charge pour la catégorie HCFC s'explique par la mise en place d'un calendrier progressif ayant pour finalité d'interdire l'utilisation du HCFC comme fluide frigorigène dans tous les types d'équipements quelle que soit la provenance du gaz (régénéré ou neuf).

Les tonnages de HFC chargés sont quant à eux stable entre 2012 et 2014. Malgré la nécessité de remplacement du HCFC par un autre gaz qui aurait pu engendrer un effet substitution progressif entre les volumes chargés de HCFC et de HFC, les progrès techniques dans les domaines du froid et de la climatisation ont, quant à eux, permis de diminuer les quantités de fluide frigorigène chargé dans les appareils. D'autre part, l'utilisation de gaz non fluorés (ammoniac, CO₂) a pu également être une alternative par les utilisateurs pour produire du froid.

2.3.2 Répartition des charges par type de fluide

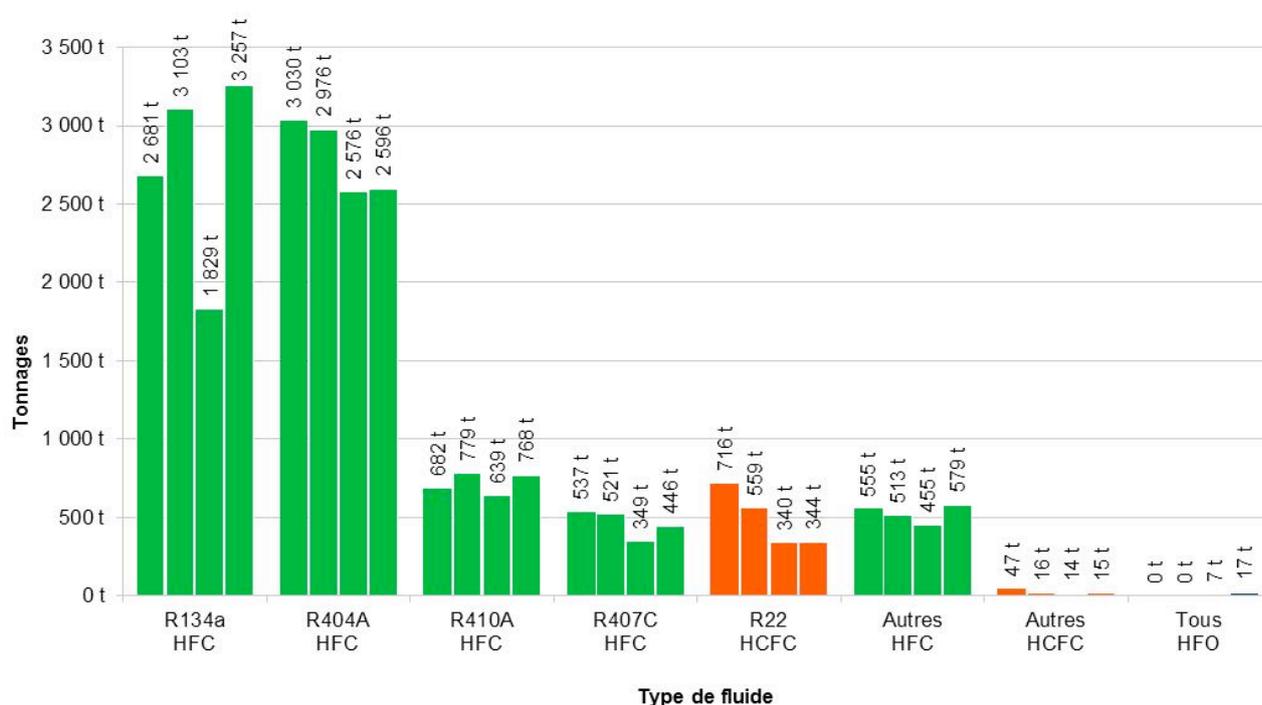


Figure 10 : Évolution entre 2011 et 2014 des tonnages déclarés chargés par type de fluide

Durant la période concernée les tonnages chargés en R134a augmentent légèrement (4 %) avec 3 257 tonnes en 2014 ; l'année 2013 étant non significative. La variation la plus importante concerne le R404A dont les tonnages diminuent de 12 % entre 2012 et 2014. Les tonnages des autres types de fluides de la catégorie des HFC restent stables.

Les facteurs qui expliquent cette évolution sont les suivants :

- La possibilité de retrofits, dans une stratégie à court terme, de changer de gaz tout en fonctionnant avec la même machine. Cette alternative permet aux entreprises de prolonger l'amortissement de leurs installations ;

- Le R404A possède un PRG de 3 900, or la nouvelle réglementation F-Gas interdit dans les années à venir le fonctionnement des équipements avec un gaz à fort PRG
- Le R134a possède un PRG de 1 430 ce qui lui permet d'être en dessous du seuil réglementaire obligatoire de 2 500 en 2020. En revanche le R134a sera concerné par le seuil limite obligatoire de PRG à 150 programmé en 2022 et ne pourra donc plus être utilisé au-delà de cette période.

Concernant la catégorie des HCFC, le tonnage déclaré chargé de R22 a diminué de 38% entre 2012 et 2014. La quantité de HCFC chargée continue de décroître, reflétant l'objectif réglementaire d'interdire l'utilisation de ce gaz, qu'il soit vierge ou régénéré, depuis le 1er janvier 2015.

2.4 Quantités de fluides frigorigènes traités

Dans un processus de gestion des fluides usagés, un opérateur a le choix entre la remise au producteur/distributeur de fluides frigorigènes qui lui a vendu initialement les fluides (dans la limite des volumes vendus) ou le traitement par une installation spécialisée.

Le graphique ci-dessous présente les volumes détruits et régénérés par les producteurs et distributeurs de fluides (qui représentent la plupart des fluides traités), les producteurs d'équipements préchargés et les opérateurs.



Deux types de traitement des fluides frigorigènes usagés sont à distinguer :

- **La régénération**, ou le retraitement est la remise en conformité avec les spécifications d'origine d'une substance réglementée récupérée, au moyen d'opérations telles que filtrage, séchage, distillation et traitement chimique, afin de restituer à la substance des caractéristiques opérationnelles déterminées.

- **La destruction** par une installation de traitement.

A titre d'exemple et pour l'année 2014, Sur un total de 786 tonnes de fluides ayant été déclarées traitées:

- 266 tonnes ont été détruites dont 11 % de CFC avec 28 tonnes, 46 % de HCFC avec 118 tonnes et 43 % de HFC avec 107 tonnes ;
- 521 tonnes ont été régénérées dont 52 % de HCFC avec 275 tonnes et 48 % de HFC avec 246 tonnes.

La régénération reste le type de traitement majoritaire sur l'ensemble de la période 2009-2014.

3. tendances et prospectives

UN CONTEXTE ECONOMIQUE RESTANT DEFAVORABLE A UNE REPRISE D'ACTIVITE DANS LE DOMAINE DU FROID ET DE LA CLIMATISATION

Le volume des flux de gaz fluorés déclarés par les acteurs de la filière des fluides frigorigènes reste toujours en recul par rapport aux années précédentes.

Le contexte économique peu propice depuis quelques années reste encore aujourd'hui morose, et ne permet pas d'inverser la dynamique, et donc les tonnages de fluides échangés entre acteurs et chargés dans des équipements.

En particulier, les activités automobiles et le BTP sont particulièrement liés au domaine Froid et Climatisation. La santé globalement déclinante des deux secteurs depuis la crise économique de 2009 (par exemple, réduction de près de 22% du nombre d'immatriculation de voitures neuves particulières entre 2009 et 2013) a donc naturellement un effet délétère sur la santé économique de la filière Froid et Climatisation.

Ceci se traduit d'une part par une diminution des tonnages globalement déclarés par les acteurs concernés, mais également par une diminution du nombre d'opérateurs attestés : depuis 2012, on observe ainsi une diminution de près de 13% du nombre d'opérateurs attestés pour la manipulation des fluides frigorigènes.

DES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES POUR LA CLIMATISATION ET LA REFRIGERATION EN EVOLUTION

En termes de tendance sur l'utilisation des fluides, l'interdiction à partir du 1^{er} janvier 2010 d'utiliser des HCFC vierges pour la maintenance ou l'entretien de tous les équipements est claire : les tonnages de cette catégorie de fluides sont aujourd'hui marginaux.

Pour la catégorie des HFC, il était attendu une diminution notable des tonnages déclarés mis sur le marché et chargés de R134a², mais cette prévision de tendance ne s'est pas concrétisée. Ceci est probablement dû au fait que les fluides de remplacement, et plus particulièrement les HFO (comme le R1234yf, utilisé en particulier en climatisation automobile), ne font pas nécessairement consensus.

² La Directive 2006/40/CE du 17 mai 2006 impose depuis 2008 des restrictions progressives quant à l'utilisation de fluides frigorigènes dont le potentiel de réchauffement global (PRG) est supérieur à 150. À dater du 1er janvier 2017 en particulier, et pour tous les véhicules mis pour la première fois en circulation, il sera interdit d'installer un système de climatisation conçu pour contenir des gaz à effet de serre fluorés dont le PRG est supérieur à 150.