

merci

# Inventaire des Gaz à Effet de Serre Fluorés en Auvergne-Rhône-Alpes

## En région Auvergne-Rhône-Alpes

2010 - 2017



Diffusion : mars 2020

Siège social :  
3 allée des Sorbiers 69500 BRON  
Tel. 09 72 26 48 90  
contact@atmo-aura.fr

**Observatoire régional**  
**climat air énergie**  
Auvergne-Rhône-Alpes





# Conditions de diffusion

Dans le cadre de la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe du 16 juillet 2015), les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air de l'Auvergne (ATMO Auvergne) et de Rhône-Alpes (Air Rhône-Alpes) ont fusionné le 1<sup>er</sup> juillet 2016 pour former Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'État français et de *l'article L.220-1 du Code de l'environnement*. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de *l'article L.220-2 du Code de l'Environnement*.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur les sites [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr) et <http://www.atmoauvergne.asso.fr/>

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © **Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (Janvier 2020) Inventaire des Gaz à Effet de Serre fluorés en région Auvergne-Rhône-Alpes**.

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

- depuis le formulaire de contact
- par mail : [contact@atmo-aura.fr](mailto:contact@atmo-aura.fr)
- par téléphone : 09 72 26 48 90

## **Financement**

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière de l'ADEME et de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Toutefois, elle n'aurait pas pu être exploitée sans les données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier ATMO Grand-Est pour leur collaboration dès le début de l'inventaire, partageant avec nous la méthodologie mise en place pour leur territoire ainsi que les résultats obtenus (hors données sensibles ne respectant pas le secret statistique, notamment issues de l'industrie).

Il est également important de remercier l'ensemble des collaborateurs nationaux et régionaux qui nous ont fait confiance et ont partagé leurs données.

## **Accès aux données**

Vous pouvez accéder aux données de l'inventaire via les portails open data (sous Licence ODBL d'utilisation) :

- D'ATMO Auvergne-Rhône-Alpes : <http://data-atmoaura.opendata.arcgis.com/>
- D'ORCAE : <https://www.orcae-auvergne-rhone-alpes.f>

## **Résumé**

Ce rapport présente le premier inventaire des émissions de Gaz à effet de Serre (GES) fluorés en région Auvergne-Rhône-Alpes réalisé dans le cadre de l'Observatoire Régional Climat Air Energie (ORCAE) dont ATMO Auvergne-Rhône-Alpes est l'un des opérateurs. La période d'étude concerne les années 2010 à 2017.

Les gaz à effet de serre fluorés inventoriés sont les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) et le trifluorure d'azote (NF<sub>3</sub>). Ces gaz de synthèse ont des sources multiples que l'on peut regrouper en quatorze catégories : extincteurs, aérosols, froid domestique et commercial, transport frigorifique, climatisations embarquées ou non, mousses, équipements électriques, industries hors froid, pompe à chaleur, groupes refroidisseurs d'eau, froid industriel de l'industrie agroalimentaire ou non.

L'enjeu de cet inventaire a été de quantifier les émissions atmosphériques pour ces quatorze secteurs émetteurs et d'estimer leurs impacts sur l'environnement en fonction de leur quantité d'émissions annuelles dans l'atmosphère et de l'évaluation du Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) qui en découle ; ce qui permet d'évaluer les contributions de ces émissions fluorées à l'accroissement de l'effet de serre.

Ce rapport a pour objectif de décrire la méthodologie employée pour élaborer cet inventaire ainsi que les résultats obtenus globaux et détaillés par secteurs.

Les émissions des GES fluorés sont en constante augmentation (kg/an) depuis 2010, mais les secteurs sont inégalement émissifs : les émissions de HFC ont fortement augmenté, celles de SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> et des PFC sont quant à elles en baisse. Les secteurs actuellement les plus émissifs sont les aérosols, la climatisation (embarquée et fixe) et l'industrie (hors froid). Cette tendance ne semble pas s'inverser. Les GES fluorés les plus polluants sont utilisés dans des secteurs spécifiques où les contraintes techniques et de sécurité semblent limiter la possibilité de trouver des alternatives (industrie, aérosols pharmaceutiques par exemple). De nouvelles réglementations mises en place récemment n'ont pas encore d'effet recensé car certaines transitions technologiques prennent du temps. Leurs impacts sur la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre fluorés ne seront quantifiables que dans quelques années. Ces actions de réduction demeurent cependant à suivre, car ce sont des leviers d'amélioration importants en raison de leur haut PRG.

Proportionnellement aux émissions nationales, les SF<sub>6</sub> occupent une part notable (16 à 20% selon l'année), les HFC représentent également 12 à 15%, seuls les PFC contribuent moins aux chiffres nationaux (2 à 5%).

Enfin, les gaz à effet de serre fluorés ne représentent qu'une faible part (~5%) des gaz à effet de serre (hors fluorés) à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

# **Sommaire**

<b>Contexte</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Méthodologie générale</b> .....	<b>7</b>
1.1 Les Gaz à Effet de Serre fluorés considérés .....	7
1.2 Zone géographique concernée .....	7
1.3 Les approches « top-down » et « bottom-up » .....	7
1.4 Années disponibles .....	7
1.5 Unités utilisées .....	9
1.6 Les secteurs pris en compte .....	10
1.7 Les données d'entrée .....	10
<b>2. Méthodologie par secteurs</b> .....	<b>11</b>
2.1 Extincteurs d'incendie .....	11
2.2 Aérosols.....	13
2.3 Froid domestique .....	15
2.4 Froid commercial .....	16
2.5 Les transports frigorifiques.....	19
2.6 Climatisation embarquée .....	20
2.7 Mousse .....	23
2.8 Equipements électriques .....	25
2.9 Industrie hors froid .....	26
2.10 Pompe à chaleur .....	30
2.11 Groupe Refroidisseur d'Eau .....	32
2.12 Climatisation .....	33
2.13 Froid dans l'industrie hors Agro-alimentaire .....	35
2.14 Froid dans l'Industrie Agro-alimentaire (IAA).....	37
<b>3. Résultats clés</b> .....	<b>41</b>
3.1 Evolutions depuis 2010 .....	41
3.2 Situation 2017 .....	42
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>48</b>
<b>5. Annexes</b> .....	<b>49</b>
5.1 Les réglementations européennes et nationales .....	49
5.2 Sources des données par secteur .....	50
5.3 Mélanges commerciaux.....	51
5.4 Comparaison avec les chiffres clés de Grand-Est.....	51
5.5 Comparaison avec les émissions de GES fluorés estimées en 2012 en Rhône-Alpes...	52
<b>6. Bibliographie</b> .....	<b>53</b>
<b>7. Glossaire</b> .....	<b>53</b>
<b>8. Table des illustrations</b> .....	<b>54</b>

## Contexte

Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent ainsi à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est l'un des facteurs à l'origine du réchauffement climatique<sup>1</sup>.

Le Protocole de Kyoto signé en 1997, visait à réduire, entre 2008 et 2012, d'au moins 5 % par rapport au niveau de 1990 les émissions de six gaz à effet de serre à savoir le dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote et trois substituts des chlorofluorocarbones<sup>2</sup> : les hydrofluorocarbures, les perfluorocarbures et l'hexafluorure de soufre.

Ce rapport fait un état des lieux des émissions de Gaz à effet de Serre (GES) fluorés en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2010 à 2017 et a été réalisé dans le cadre de l'Observatoire Régional Climat Air Energie (ORCAE) pour lequel Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est l'un des opérateurs.

Les gaz à effet de serre fluorés pris en compte dans cet inventaire sont les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) et le trifluorure d'azote (NF<sub>3</sub>). Ces gaz de synthèse ont des sources multiples que l'on peut regrouper en quatorze catégories : extincteurs, aérosols, froid domestique et commercial, transport frigorifique, climatisations embarquées ou non, mousses, équipements électriques, industries hors froid, pompe à chaleur, groupes refroidisseurs d'eau, froid industriel industrie agroalimentaire ou non agroalimentaire.

L'enjeu de cet inventaire est de quantifier les émissions atmosphériques par secteur et d'estimer leurs impacts sur l'environnement en fonction de leur quantité d'émissions annuelles dans l'atmosphère et de l'évaluation du Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) qui en découle ; ce qui permet d'évaluer les contributions de ces émissions fluorées à l'accroissement de l'effet de serre.

Ce rapport présente la méthodologie générale employée puis détaillée pour chacun des quatorze secteurs d'activité investigués, accompagnés de leurs évolutions temporelles durant la période 2010 à 2017. Enfin les évolutions globales et l'état des lieux pour l'année 2017 pour la région sont présentées.

---

<sup>1</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz\\_%C3%A0\\_effet\\_de\\_serre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz_%C3%A0_effet_de_serre)

<sup>2</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Protocole\\_de\\_Kyoto](https://fr.wikipedia.org/wiki/Protocole_de_Kyoto)

# 1. Méthodologie générale

## 1.1 Les Gaz à Effet de Serre fluorés considérés

Les gaz à effet de serre fluorés inventoriés dans le présent inventaire sont :

- Les hydrofluorocarbures (HFC),
- Les perfluorocarbures (PFC),
- L'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>),
- Le trifluorure d'azote (NF<sub>3</sub>).

## 1.2 Zone géographique concernée

Cet inventaire couvre la région Auvergne-Rhône-Alpes. La résolution spatiale est également l'échelle régionale.

## 1.3 Les approches « top-down » et « bottom-up »

L'élaboration des données à l'échelle régionale est obtenue par deux types de procédés, dépendant de la disponibilité des données. Il s'agit des méthodes dites « bottom-up » ou « top-down ».

Lorsqu'une information n'existe pas au niveau régional, les données nationales sont utilisées pour être désagrégées à l'échelle de la région (Auvergne-Rhône-Alpes pour cet inventaire), on parle alors d'approche « top-down ». Pour réaliser cette approche, plusieurs variables de répartition ont été utilisées :

- Données socio-économiques : population nationale et régionale (Eurostat), Nombre de résidences principales (INSEE), Connaissance Locale de l'Appareil Productif (CLAP) (INSEE), productions agricoles (Agreste)
- Données relatives aux transports : trafics ferroviaires, trafics routiers, etc.

L'autre approche « bottom-up » consiste à agréger des données à une échelle fine (par exemple communale, intercommunale, etc) pour reconstituer un zonage géographique plus grand (département, région, etc). Cette approche utilise les données industrielles et le réseau de transport urbain :

- Déclaration des quantités annuelles d'émissions par les industriels (BDREP).
- Données relatives aux transports : réseau de trams, etc.

## 1.4 Années disponibles

La Figure 1 présente les différentes années disponibles, par secteur d'activité. Si certaines données sont disponibles depuis les années 2000 comme par exemple pour les extincteurs, mousse, climatisations embarquées ou encore équipements électriques, beaucoup d'autres secteurs ne sont pas renseignés avant 2010. C'est pourquoi les années retenues pour réaliser l'inventaire s'étendent de 2010 à 2017, années disponibles et communes à tous les secteurs. La liste des polluants inventoriés est détaillée Tableau 1. La Figure 2 présente ces polluants selon les différents secteurs investigués.

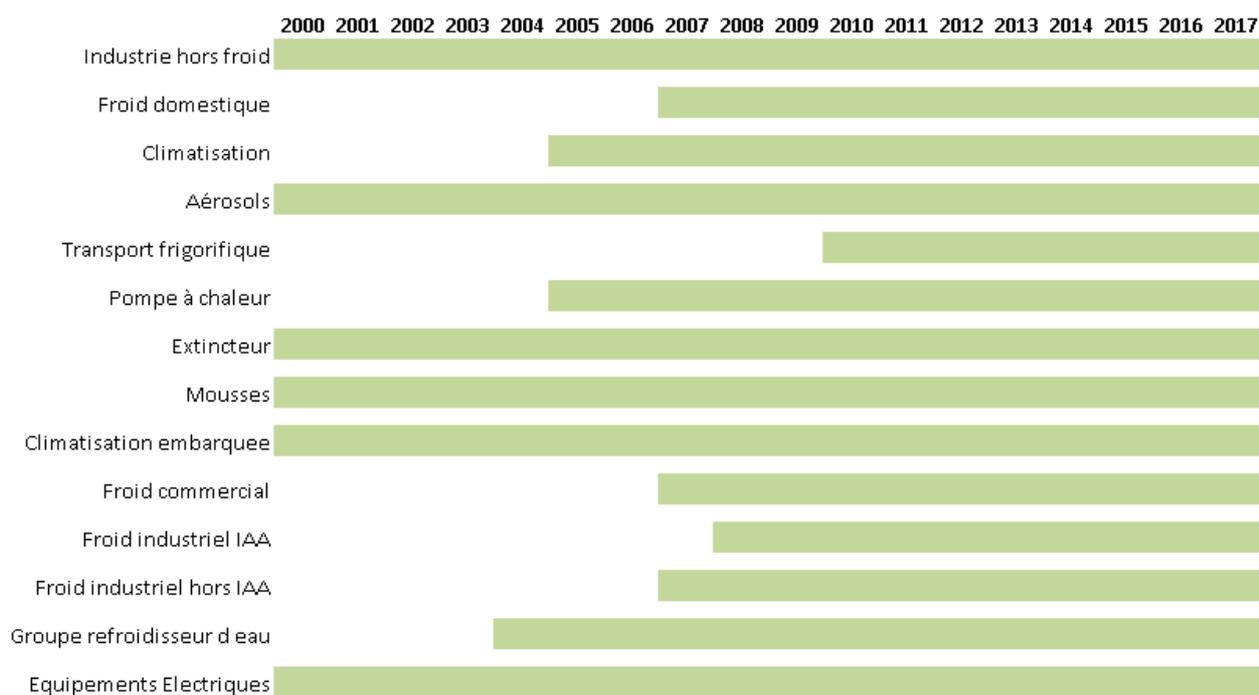


Figure 1 - Années de disponibilité des données par secteurs (en vert si présent)

Tableau 1 : Liste des gaz à effet de serre fluorés pris en compte dans l'inventaire

Polluant	Nom du polluant	Formule chimique
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluorure de soufre	SF <sub>6</sub>
<b>NF<sub>3</sub></b>	Trifluorure d'azote	NF <sub>3</sub>
<b>HFC-23</b>	Trifluorométhane	CHF <sub>3</sub>
<b>HFC-32</b>	Difluorométhane	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
<b>HFC-125</b>	Pentafluoroéthane	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>
<b>HFC-134a</b>	Tétrafluoroéthane	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>
<b>HFC-143a</b>	Trifluoroéthane	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>
<b>HFC-152a</b>	Difluoroéthane	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>
<b>HFC-227ea</b>	Heptafluoropropane	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>
<b>HFC-245fa</b>	Pentafluoropropane	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub>
<b>HFC-365mfc</b>	Pentafluorobutane	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>
<b>PFC-14</b>	Tétrafluorure de carbone	CF <sub>4</sub>
<b>PFC-116</b>	Hexafluoroéthane	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>
<b>PFC-218</b>	Octafluoropropane	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>
<b>PFC-318</b>	Cyclo-octafluorobutane	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>
<b>PFC-3-1-10</b>	Decafluorobutane	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>

secteur / polluant	NF3	SF6	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-245fa	HFC-365mfc	PFC-14	PFC-116	PFC-218	PFC-318	PFC-3-1-10
Industrie hors froid																
Froid domestique																
Climatisation																
Aérosols																
Transport frigorifique																
Pompe à chaleur																
Extincteur																
Mousses																
Climatisation embarquée																
Équipements électriques																
Froid commercial																
Froid industriel IAA																
Froid industriel hors IAA																
Groupe refroidisseur d'eau																

Figure 2 - Présence de Gaz à Effet de Serre fluorés (GES) par secteur (en vert si présent)

## 1.5 Unités utilisées

Les émissions dans cet inventaire sont référencées en deux unités : en kg par an (kg/an) et en tonne équivalent CO<sub>2</sub> (teqco2). Le teqco2 est obtenu en affectant un facteur PRG/1000 à la masse d'émission du gaz (kg/an). Le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) est un indice représentant l'impact d'un Gaz à Effet de Serre (GES) sur le climat : il s'agit d'un indicateur visant à regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de toutes les substances contribuant à l'accroissement de l'effet de serre<sup>3</sup>. Chaque GES a un PRG différent (Figure 3), et celui-ci est déterminé par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC). Le dernier PRG calculé date de 2014. Cependant le PRG utilisé pour le présent inventaire est celui de 2007, conformément aux directives du protocole de Kyoto, et son échelle de temps est 100 ans.

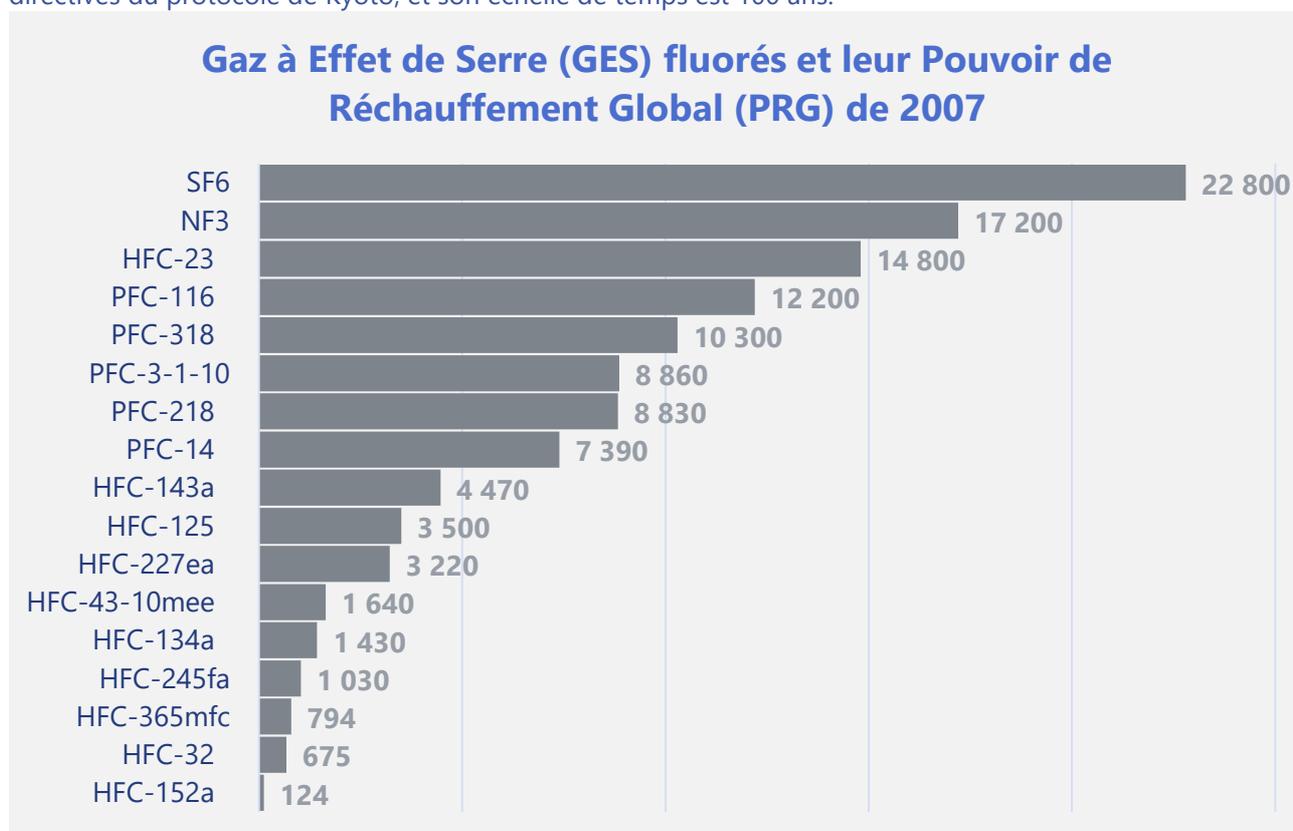


Figure 3 - Polluants considérés dans le présent inventaire, classés du plus fort PRG (2007) au plus faible.

<sup>3</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1581>

## 1.6 Les secteurs pris en compte

Pour recenser les sources d'émissions, la nomenclature SNAP (« Selected Nomenclature for Air Pollution » ou Nomenclature Spécifique pour la Pollution de l'Air) est appliquée.

Cette dernière permet d'identifier chaque activité émettrice via un code SNAP, structuré en 4 niveaux, allant du niveau 1, le plus global, au niveau 4, le plus fin. Cette nomenclature est orientée « source », et nécessite d'être complétée par une précision sectorielle ou économique, que l'on nomme usuellement « secteur ». Il permet par exemple de différencier distinctement des structures de parc d'équipements qui peuvent avoir des facteurs d'émission différents.

Cet inventaire traite 14 secteurs au niveau SNAP3 (Tableau 2). Les secteurs seront présentés en détail dans la suite de ce rapport.

Tableau 2 : SNAPS et secteurs de l'inventaire

SNAP	Secteur	SNAP	Secteur
060502	Pompe à chaleur	060504	Agents d'expansion des mousses
060502	Groupe Refroidisseur d'Eau	060505	Extincteurs
060502	Froid commercial	060506	Aérosols
060502	Froid domestique	060507	Equipements électriques
060502	Froid dans l'Industrie Agro-Alimentaire (IAA)	060502	Froid dans l'Industrie hors Industrie Agro-Alimentaire (IAA)
060502	Climatisation	060502	Transport frigorifique
060502	Climatisation embarquée	060503	Industrie hors froid

## 1.7 Les données d'entrée

Deux types de sources de données sont à distinguer, elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

- Les sources premières (en gris) : Centre énergétique des systèmes, CITEPA , GEREP, etc.. informent sur les émissions des Gaz à Effet de Serre fluorés (nationales ou locales),
- Les sources secondaires (en vert) qui sont utilisées exclusivement comme clé de répartition des émissions nationales ou qui apportent une information concernant la méthodologie.

Le centre énergétique des systèmes et son « Inventaire des fluides frigorigènes » est la source primaire principale pour 9 secteurs sur 14. Concernant les clefs de répartition, l'INSEE et l'Eurostat sont majoritairement employés. Les autres sources de données utilisées pour cet inventaire sont présentées en annexe, par secteur.

Tableau 3 : Sources par secteurs traités dans l'inventaire

SOURCES/SECTEURS	Centre CITEPA - Comite des Exploitants ErEIE RTE ERDF							EUROSTAT INSEE CITEPA - Ministère de la						
	Energétique des Systèmes	BDD ominea	GEREP	aérosols	de tram	ErEIE	RTE	ERDF	EUROSTAT	INSEE	Méthologie	transition écologique et solidaire	AGRESTE	Soes
Extincteur		X								X				
Aérosols			X	X					X		X			
Froid domestique	X									X				
Froid commercial	X								X	X				
Transport frigorifique	X	X												
Climatisation embarquée	X				X									X
Mousses						X			X	X	X			
Equipements électriques			X				X	X						
Industrie hors froid			X								X			
Pompe à chaleur	X								X					
Groupe refroidisseur d'eau	X								X					
Climatisation	X								X			X		
Froid industriel IAA	X									X			X	
Froid industriel hors IAA	X		X									X		

## 2. Méthodologie par secteurs

### 2.1 Extincteurs d'incendie

Dans ce secteur, les HFC sont utilisés en tant qu'agents extincteurs remplaçant les CFC et HCFC désormais interdits car trop polluants. Les HFC sont inodores, non conducteurs d'électricité, et permettent une action rapide et efficace. Deux types de HFC sont consommés : le HFC-227ea en très grande majorité (96%) et le HFC-23 (4%).

Pour inventorier les émissions, trois sources sont considérées par le Citepa :

- Les émissions à la production correspondant aux pertes à la charge de l'extincteur,
- Les émissions pendant la durée de vie,
- Les émissions en fin de vie des équipements comprenant le recyclage.

Aucune donnée régionale n'étant disponible, les données nationales issues de la BDD Ominea 2019 sont utilisées ainsi qu'un ratio du nombre d'emplois au niveau régional/national (tous secteurs confondus)<sup>4</sup>.

Les émissions des extincteurs d'incendie sont calculées selon le logigramme suivant.

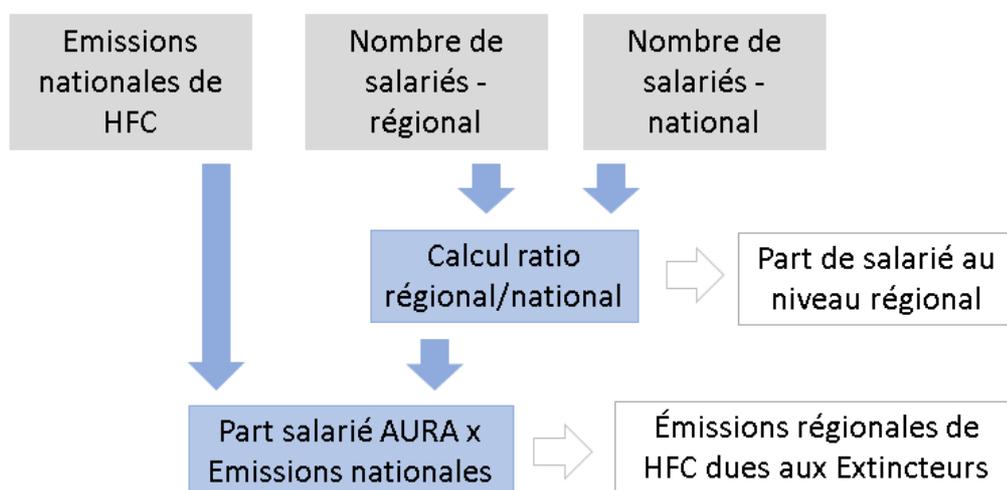


Figure 4 - Logigramme de calcul des émissions du secteur des Extincteurs.

Le graphique (Figure 5) met en évidence une utilisation massive de HFC-227ea dans le secteur des extincteurs et la diminution constante des émissions de ce gaz depuis 2012 avec près de -41% d'émission.

Bien que le HFC-23 ne soit plus mis sur le marché depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016 à la suite de l'application du règlement « F-Gaz II »<sup>5</sup>, le Citepa précise que cette substance peut être récupérée sur des équipements en fin de vie ou en maintenance, puis être recyclée avant réintégration dans de nouveaux équipements. C'est pourquoi du HFC-23 est encore retrouvé dans les récents extincteurs et sa quantité globale est assez constante chaque année.

<sup>4</sup> INSEE – Connaissance Locale de l'Appareil Productif (CLAP) - 2017

<sup>5</sup> Cf Annexe « Réglementations »

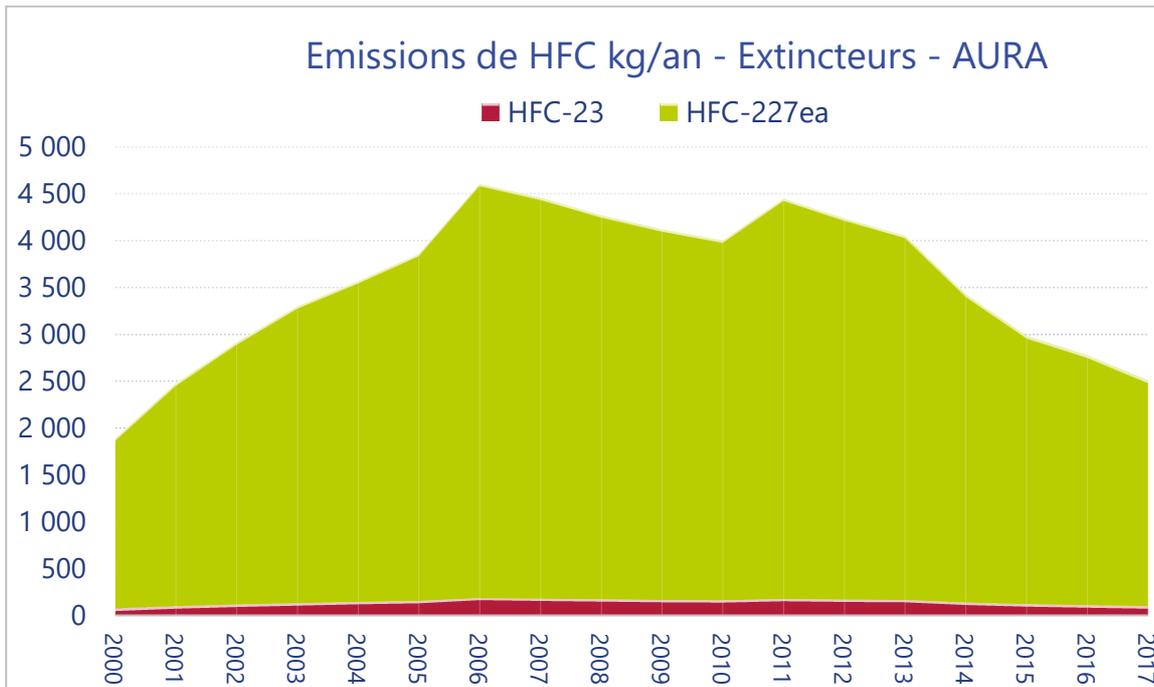


Figure 5 - Emissions de HFC (kg/an) dues aux extincteurs de 2000-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes

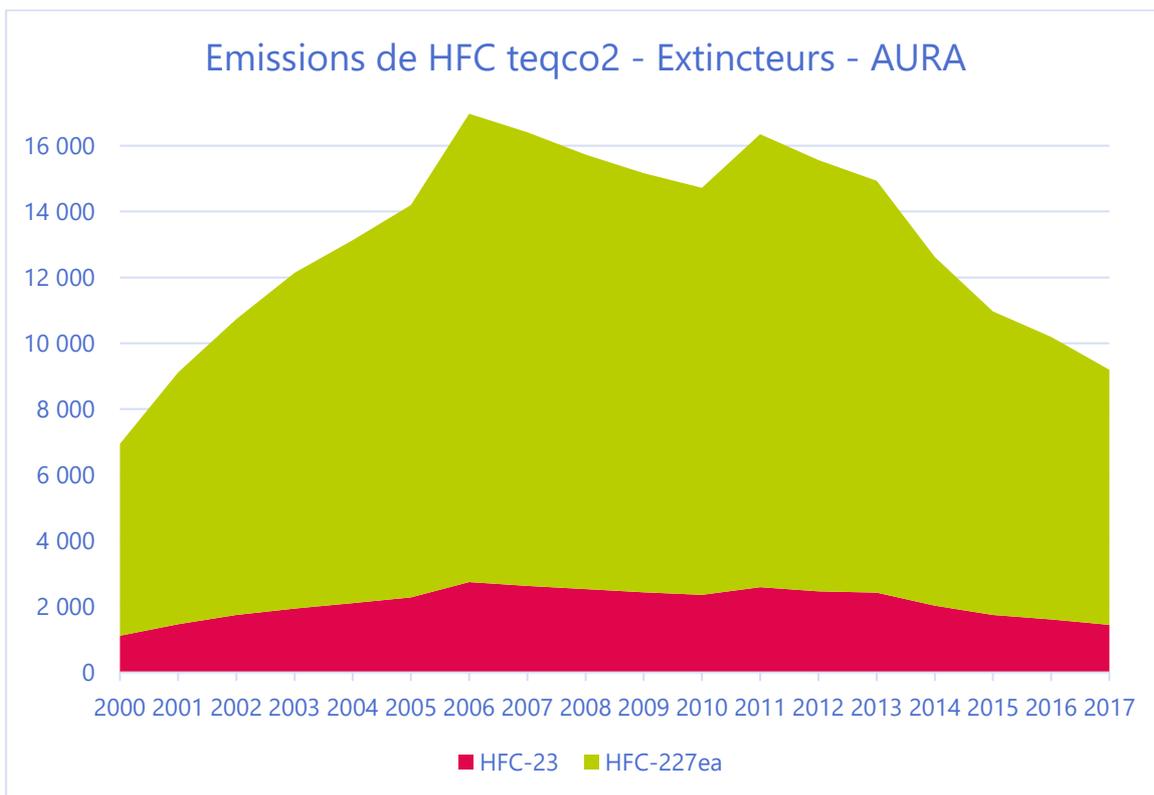


Figure 6 - Emissions de HFC (teqco2) dues aux extincteurs de 2000-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes

## 2.2 Aérosols

Pour le secteur des Aérosols, les HFC sont utilisés comme agents propulseurs.

D'après la méthodologie du Citepa, deux catégories d'aérosols sont à distinguer :

- Les aérosols dits « techniques » : le HFC est utilisé pour diverses applications notamment pour des raisons techniques et de sécurité. Ils sont retrouvés dans le secteur cosmétique (produits pour le corps), alimentaire, dans les préparations horticoles (insecticides pour plantes, etc), l'automobile, dans les produits d'entretien pour la maison, etc..
- Les aérosols pharmaceutiques et vétérinaires.

On considère que le HFC-134a et le HFC-152a rentrent dans la composition des aérosols techniques et le HFC-134a et HFC-227ea dans celle des aérosols pharmaceutiques.

Enfin trois sources d'émissions potentielles ont été identifiées :

- Les émissions à la charge en usine lors du conditionnement,
- Les émissions à l'usage,
- Les émissions en fin de vie.

L'estimation des émissions liées aux aérosols techniques se base sur la production nationale des aérosols et leurs importations (estimées à 15%). Les données de production sont transmises par le comité des aérosols français<sup>6</sup>, qui collecte les données auprès des industriels, leur taux de réponse est estimé à 97%.

Les chiffres des ventes sont pris en compte pour calculer les émissions dues aux aérosols pharmaceutiques. Ces informations sont transmises par le comité des aérosols français. Afin d'estimer la quantité d'émissions par an sur la région Auvergne-Rhône-Alpes, la contenance des aérosols selon leur usage, la quantité d'aérosol (produite et importée pour les aérosols techniques et vendue pour les produits pharmaceutiques) est calculée puis le taux d'émission calculé par le Citepa est appliqué (Figure 7). Puis, les données nationales sont régionalisées par l'intermédiaire d'un ratio population régionale/nationale.

A noter que des industries spécialisées dans la production d'aérosols sont présentes en région Auvergne-Rhône-Alpes, les émissions liés aux remplissages des aérosols sont déclarées dans la base GEREPE et sont ajoutées aux estimations des émissions issues des ventes/importations et de la production en Auvergne-Rhône-Alpes calculées d'après les émissions nationales.

Logigramme de calculs

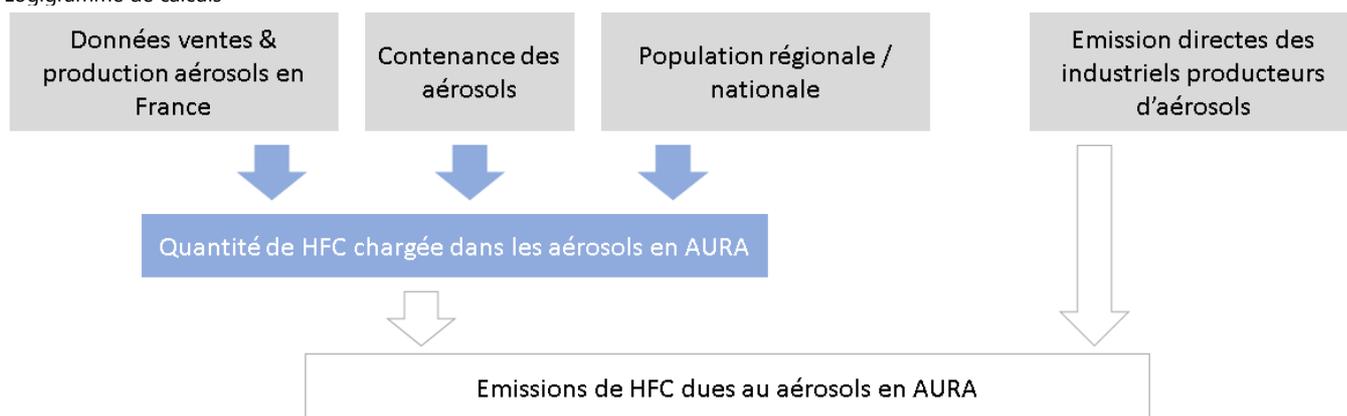


Figure 7 - Logigramme de calcul des émissions du secteur des Aérosols

Les émissions de HFC au fil des ans dues aux aérosols sont présentées en kg par an (Figure 8Figure 5) et en tonnes équivalent CO<sub>2</sub> (Figure 9). Elles sont en augmentation depuis 2012 avec +41% d'émissions en kg/an ce qui représente +28% en teqco<sub>2</sub>. En teqco<sub>2</sub>, les HFC-152a et HFC-227ea ne représentent qu'une faible part des émissions d'HFC pour ce secteur (Figure 8). Le HFC-227ea est exclusivement utilisé pour les aérosols à usage

<sup>6</sup> <https://www.cfa-aerosol.com/>

pharmaceutique, peu de producteurs existent en France et la majorité de la production est vouée à l'exportation. Le HFC-134a apparaît majoritairement employée pour ce secteur et est en constante progression depuis 2011.

Une nouvelle réglementation est rentrée en vigueur en janvier 2018<sup>7</sup> concernant la mise sur le marché d'aérosols contenant des HFC au fort PRG (i.e. supérieur à 150). C'est le cas du HFC-134a. Le HFO-1234 ZE, au PRG 4, serait depuis employé en substitution, excepté dans le secteur pharmaceutique. Cela reste à confirmer dans les données à compter de 2018.

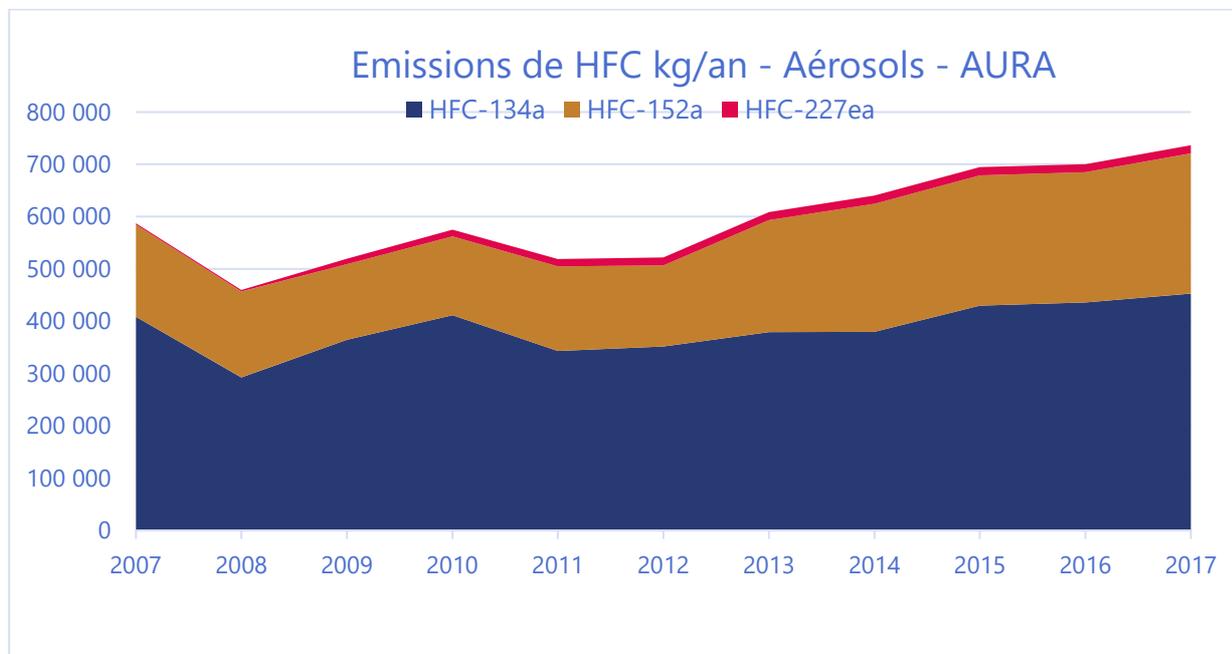


Figure 8 - Emissions de HFC (kg/an) dues au Aérosols en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

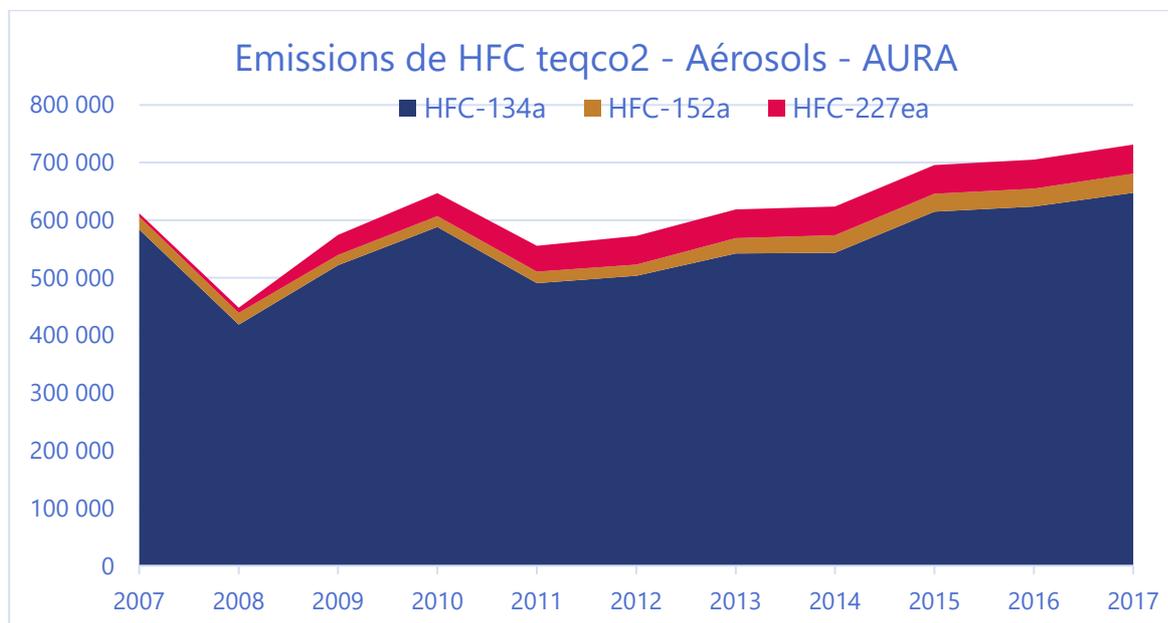


Figure 9 - Emissions de HFC (teqco2) dues au Aérosols en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017.

<sup>7</sup> Règlement (UE) n° 517/2014 du 16/04/14 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006. Annexe III : Interdictions de mise sur le marché visées à l'article 11, paragraphe 1. Point 17 : « Interdictions de mise sur le marché des aérosols techniques contenant des HFC dont le PRG est supérieur ou égal à 150, sauf si ce type d'aérosol est nécessaire pour satisfaire aux normes de sécurité nationales ou lorsqu'il est utilisé pour des applications médicales. Entre en vigueur le 1er janvier 2018. »

## 2.3 Froid domestique

Les émissions de GES fluorés du secteur du froid domestique proviennent des équipements domestiques tel que les réfrigérateurs (tous types confondus) et les congélateurs (armoire ou coffre).

La production de réfrigérateurs et de congélateurs en France est inexistante et les systèmes sont très hermétiques, les émissions s'opèrent donc essentiellement (à 99,8%) à la fin de vie des équipements.

Concernant ce secteur, les données nationales contenues dans l'« inventaire des Emissions des fluides frigorigènes France et DOM COM » sont utilisées. Cet ouvrage est diffusé par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES) (Mines-ParisTech), dont la dernière parution officielle date de 2017 et concerne des données de 2015. Depuis 2018, le Citepa est en charge de la production du document, la méthodologie d'inventaire a été revue, mais il n'y a pas eu de nouvelle parution.

Les données nationales concernant le secteur du froid domestique sont régionalisées après avoir calculé le ratio du nombre de résidences principales en région Auvergne-Rhône-Alpes par rapport à la France (Figure 10).

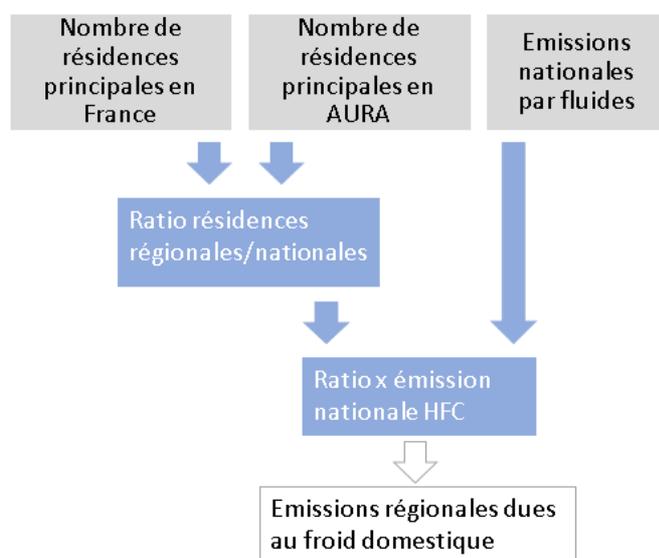


Figure 10 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du Froid Domestique

Les émissions de HFC-134a dues au froid domestique en Auvergne-Rhône-Alpes au fil des ans sont présentées Figure 11 et Figure 12. Figure 10. Après une période de relative stabilité de ces émissions entre 2010 et 2015, la hausse du début 2010 a été compensée par une diminution à peu près équivalente depuis 2014. Depuis 2016, les émissions sont redevenues relativement stables. Le parc de ce type d'équipement évolue faiblement avec -2% pour les congélateurs, et +1% pour les réfrigérateurs depuis 2015 d'après statistiques du GIFAM (Groupement Interprofessionnel des Fabricants d'Appareils d'Équipement Ménager). De plus, leur durée de vie moyenne est relativement longue (15 ans en moyenne), limitant les émissions de HFC liés à ce secteur.

Comme pour le secteur des aérosols, le HFC-134a est concerné par le changement de réglementation applicable depuis 2015. Des évolutions dans les procédés de production sont donc certainement en cours d'élaboration, mais non communiquées. Il faut donc s'attendre une évolution dans ce secteur dans les bilans futurs.

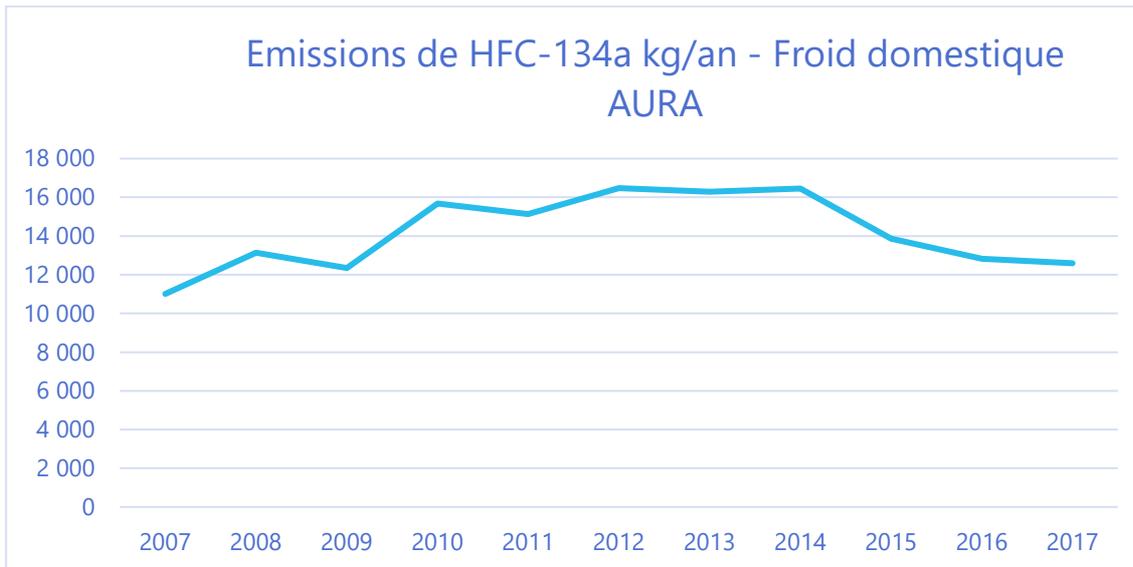


Figure 11 - Emissions de HFC-134a (kg/an) dues au froid domestique en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

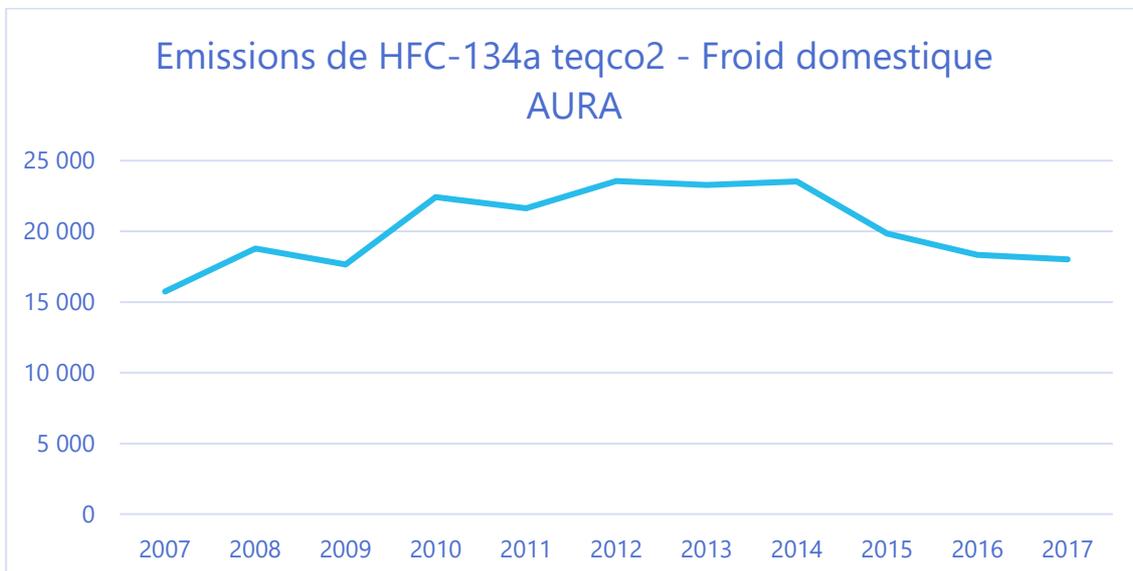


Figure 12 - Emissions de HFC-134a (teqco2) dues au froid domestique en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

## 2.4 Froid commercial

Pour le secteur du froid commercial, les émissions proviennent des équipements de production de froid pour la conservation de produits alimentaires dans les commerces.

Les émissions nationales de ce secteur sont publiées par le Centre Energétique des Systèmes (CES). D'après leur méthodologie, le secteur du froid commercial est divisé en quatre sous-secteurs, regroupant les magasins se caractérisant par un même type d'équipements frigorifiques :

1. Les hypermarchés,
2. Les supermarchés,
3. Les groupes de condensation équipant les petits commerces, adaptés à des installations relativement grandes, qui sont montés sur les chambres froides et les linéaires de vitrines frigorifiques.
4. Les groupes hermétiques équipant les petits commerces et les distributeurs automatiques. Ce sont de petits équipements fonctionnant sur le même principe que les réfrigérateurs domestiques.

Le logigramme des calculs est présenté Figure 13. On y distingue 2 types de calculs : pour les commerces et pour les distributeurs automatiques.

Pour les commerces, le parc régional des commerces est obtenu à partir des données de Connaissance Locale de l'Appareil Productif (CLAP) de l'INSEE (dernière donnée datant de 2015).

Une charge moyenne de fluides frigorigènes par magasin et un taux d'émission sont fournis par les données de l'inventaire des fluides frigorigènes du Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES).

La surface moyenne du magasin, ainsi que la part de HFC utilisé et la répartition des HFC dans les mélanges commerciaux des équipements neufs sont également à prendre en compte.

Pour les distributeurs automatiques, une valeur d'émission par an et polluant est utilisée, provenant également de l'inventaire du CES. Elle est ensuite ventilée avec un ratio population régionale/nationale.

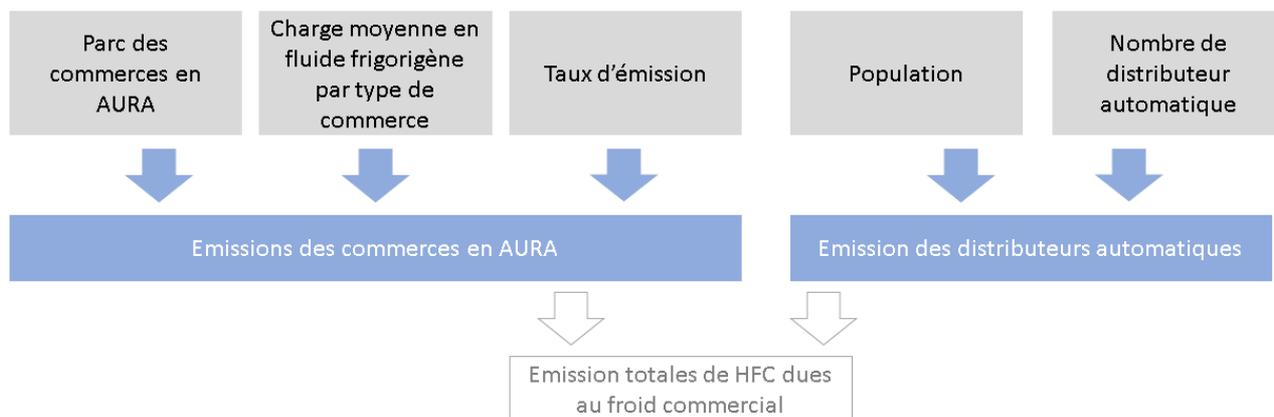


Figure 13 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du Froid Commercial

En Auvergne-Rhône-Alpes, les supermarchés et hypermarchés sont les principaux contributeurs des émissions totales de HFC dues au froid commercial (Figure 14).

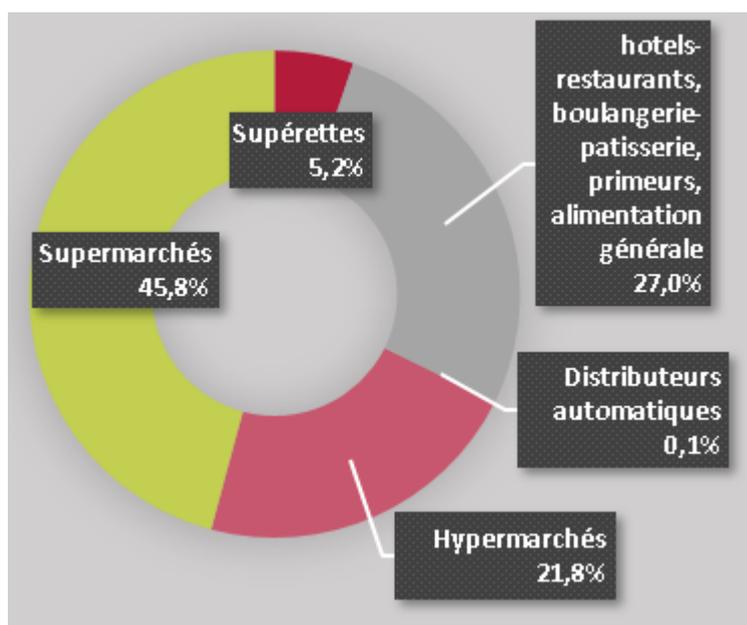


Figure 14 - Répartition des émissions selon sous-secteur du froid commercial en Auvergne-Rhône-Alpes en 2017 (sources CLAP INSEE)

Les émissions dans ce secteur sont présentées Figure 15. Elles ont fortement diminué entre 2010 et 2013 par rapport à 2017 : -41,8% en kg/an soit -59% en teqco<sub>2</sub>, puis 21% kg/an (et -29% en teqco<sub>2</sub>) depuis 2012. Il faut également noter une inversion de la tendance en 2016 avec une hausse (+8,1% en kg/an, soit 24% en teqco<sub>2</sub>). Le HFC-134a est le gaz majoritairement utilisé dans ce secteur, notamment depuis 2011, il représente 60% d'utilisation de HFC en 2017. Le HFC-32 est très faiblement employé alors que son PRG est très faible (675).

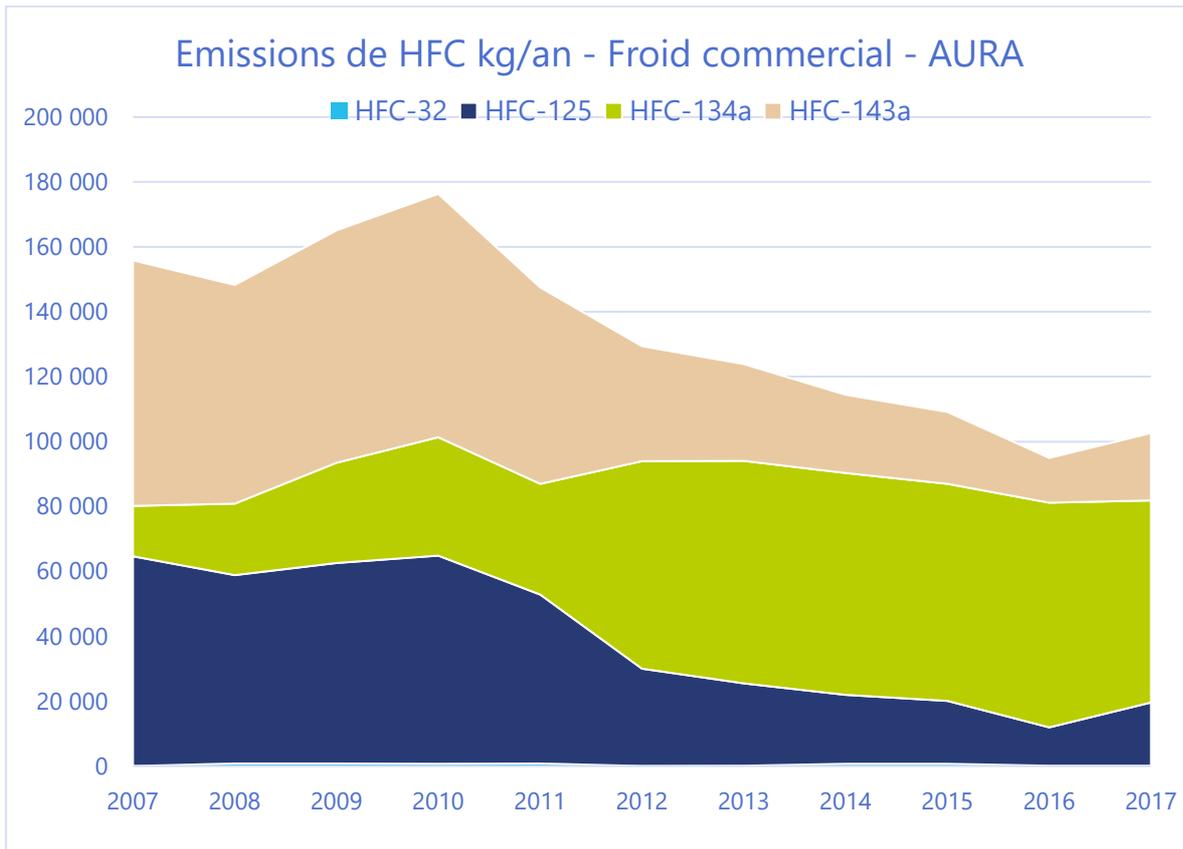


Figure 15 - Emissions de HFC (kg/an) dues au froid commercial en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

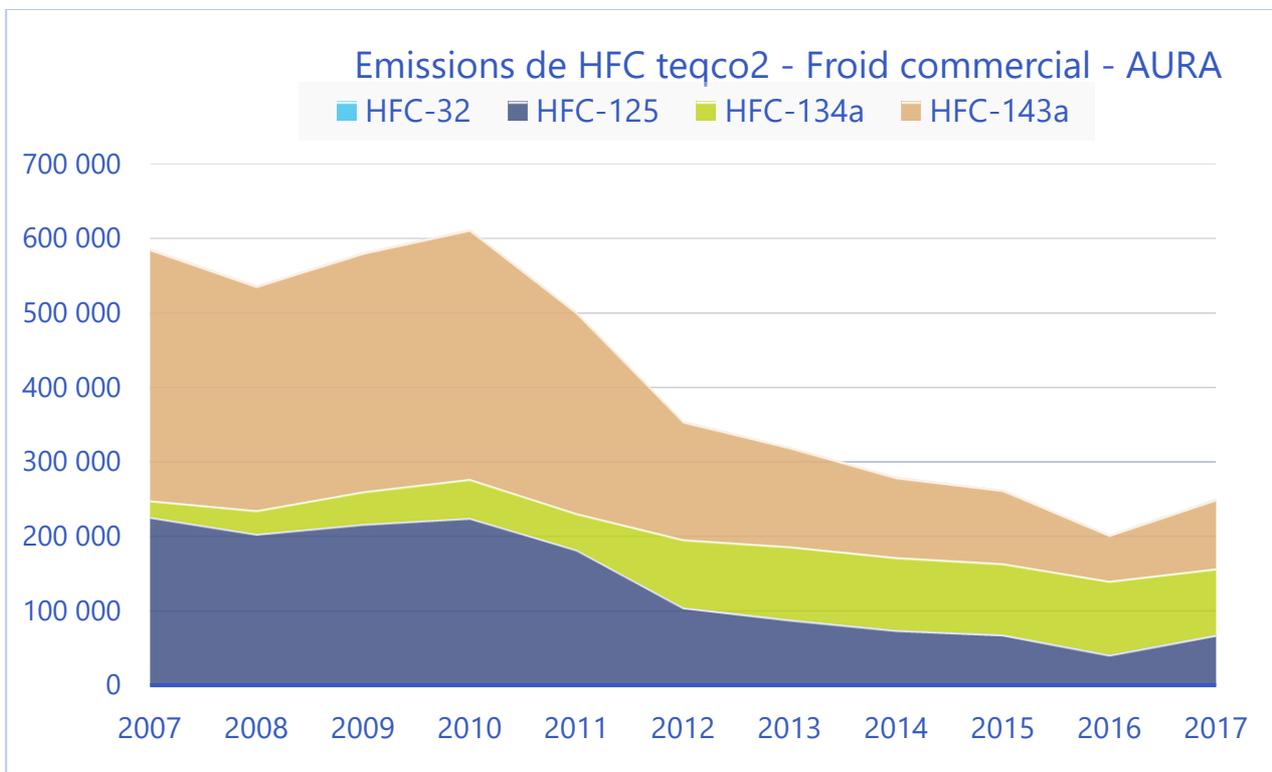


Figure 16 - Emissions de HFC (teqco2) dues au froid commercial en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

## 2.5 Les transports frigorifiques

Pour le secteur des transports frigorifiques, les émissions de fluides frigorigènes issues des systèmes de réfrigération dans le transport routier ou maritime (la région Auvergne-Rhône-Alpes n'étant pas concernée par ce dernier) sont comptabilisées.

Les données nécessaires au calcul des émissions nationales par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES) sont :

- la répartition annuelle des fluides utilisés sur le marché neuf des équipements
- les charges de référence de l'équipement
- la durée de vie
- les taux d'émissions fugitives
- l'efficacité de récupération des filières assurant le traitement des équipements en fin de vie.

A noter que la France est un grand exportateur de véhicules frigorifiques, avec environ 75% de productions exportées. Les émissions nationales sont ensuite ventilées par le ratio Km parcourus par les Véhicules Utilitaires Légers (VUL) et les Poids Lourds (PL) en région Auvergne-Rhône-Alpes/France (Figure 17).

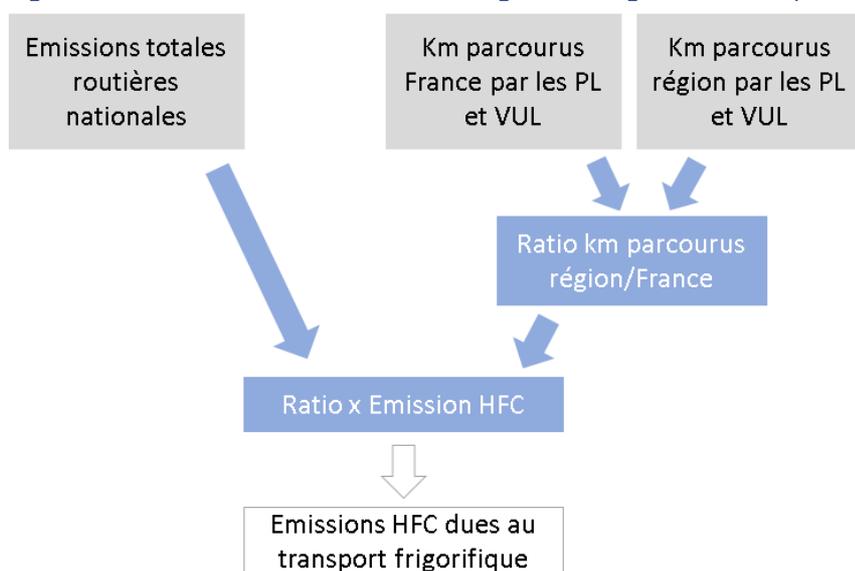


Figure 17 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du transport frigorifique

Les Figure 18 et Figure 19 présentent les émissions issues de ce secteur. Elles révèlent une diminution de -19% en kg/an (-13% teqco<sub>2</sub>) d'émissions depuis 2010 avec cependant une légère progression autour de 3% de 2015 à 2017. Cette croissance est à interpréter avec précaution, les dernières données nationales calculées par le CES datent de 2016, les données 2017 sont dupliquées. La hausse d'émissions est donc expliquée ici par une augmentation des km parcourus dans la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Les gaz HFC-125 et HFC-143a sont les HFC les plus utilisés dans ce secteur et ont un fort PRG (respectivement de 3 500 et de 4 470). Ils sont donc concernés par le changement de réglementation applicable depuis 2015. Il faut donc s'attendre à une évolution dans ce secteur dans les bilans futurs.

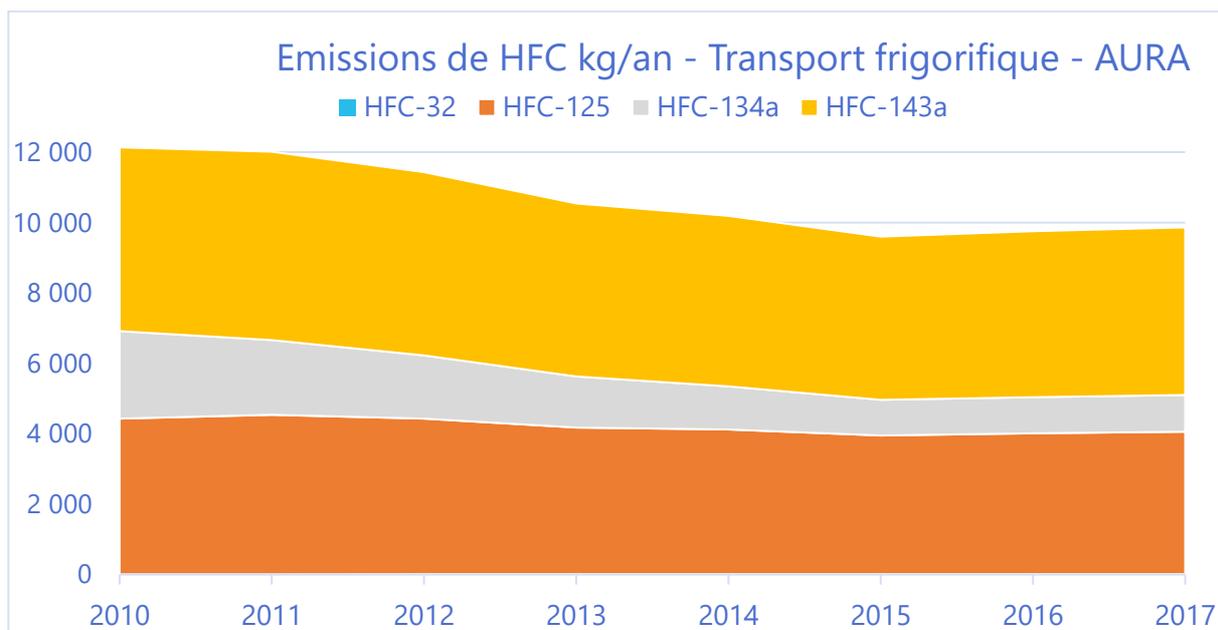


Figure 18 - Emissions de HFC (kg/an) dues au transport frigorifique en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

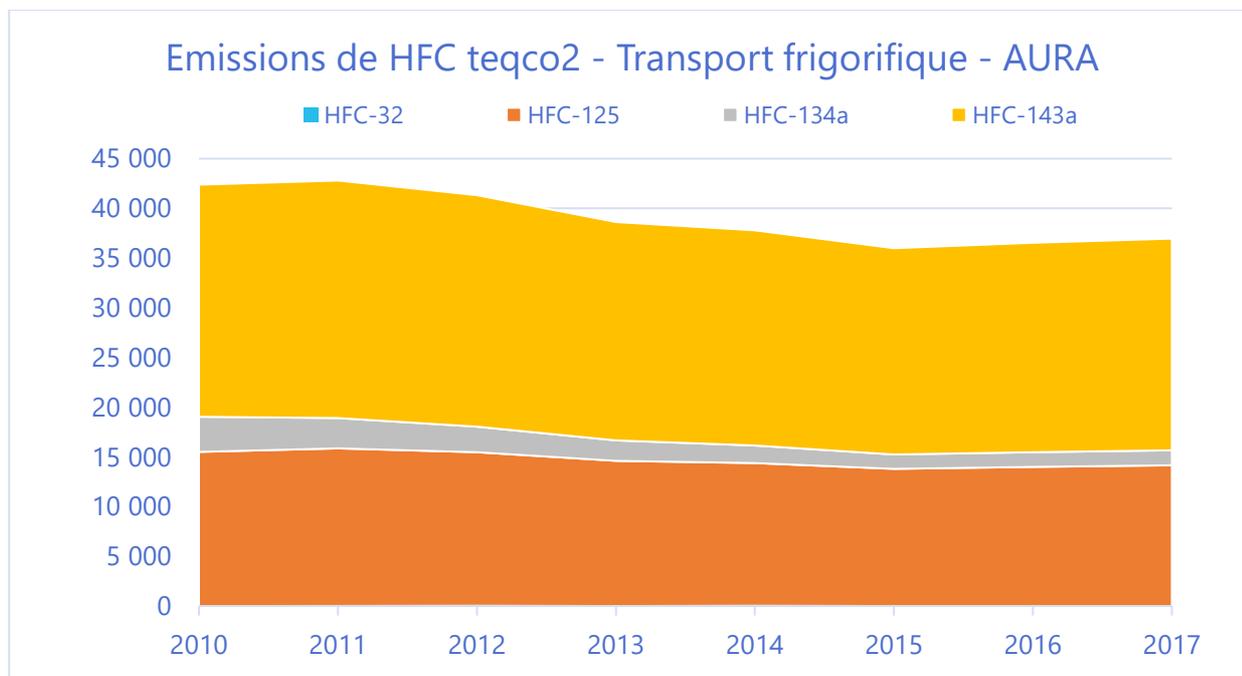


Figure 19 - Emissions de HFC (teqco2) dues au transport frigorifique en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

## 2.6 Climatisation embarquée

Les émissions de GES fluorés dues à la climatisation embarquée sont issues des systèmes de climatisation dans les transports (routier et autres).

Le Centre Energétique des Systèmes distingue cinq sous-secteurs pour la climatisation embarquée, déterminés par les technologies utilisées :

1. La climatisation automobile comprend les circuits de climatisation des véhicules particuliers et utilitaires légers (VUL), jusqu'à 5 t.

2. Les véhicules industriels (VI) regroupent les camions et tracteurs agricoles. Ce sous-secteur est proche de celui de la climatisation automobile. Seule la cabine du conducteur est climatisée, par des systèmes de technologie identique.
3. Les cars et bus,
4. Les trains,
5. Le secteur des tramways climatisés.

La méthode d'estimation des émissions nationales mise en place par le Centre Energétique des Systèmes pour le secteur de la climatisation mobile repose sur :

- La production et le marché d'équipements,
- Les taux de climatisation des véhicules produits et mis sur le marché
- La répartition annuelle des fluides
- La charge moyenne
- La courbe de durée de vie
- L'efficacité de récupération, à la maintenance et en fin de vie des équipements
- Les taux d'émissions

Le logigramme de calculs de l'inventaire des émissions de GES fluorés de ce secteur est présenté Figure 20. Pour ce faire, il est nécessaire de récupérer les données nationales des émissions par types de véhicules auprès de Stéphanie Barrault, l'une des auteurs de l'inventaire des fluides frigorigènes au Centre Energétique des Systèmes. Ces données n'étant pas diffusées dans l'inventaire cité.

Le parc des véhicules par type régional / national est utilisé pour ventiler les données d'émissions nationales. La collaboration des gestionnaires des réseaux de tramways de la région a été précieuse pour estimer la charge et le type de fluides, le nombre de rames et le nombre de climatisations installées sur les réseaux de tram de Grenoble, St-Etienne, Lyon et Clermont Ferrand. Un taux d'émission moyen est ensuite appliqué. L'évolution du réseau (nombre de nouvelles rames, année d'installation de la climatisation, renouvellement des installations) a été estimée de 2000 à 2017.

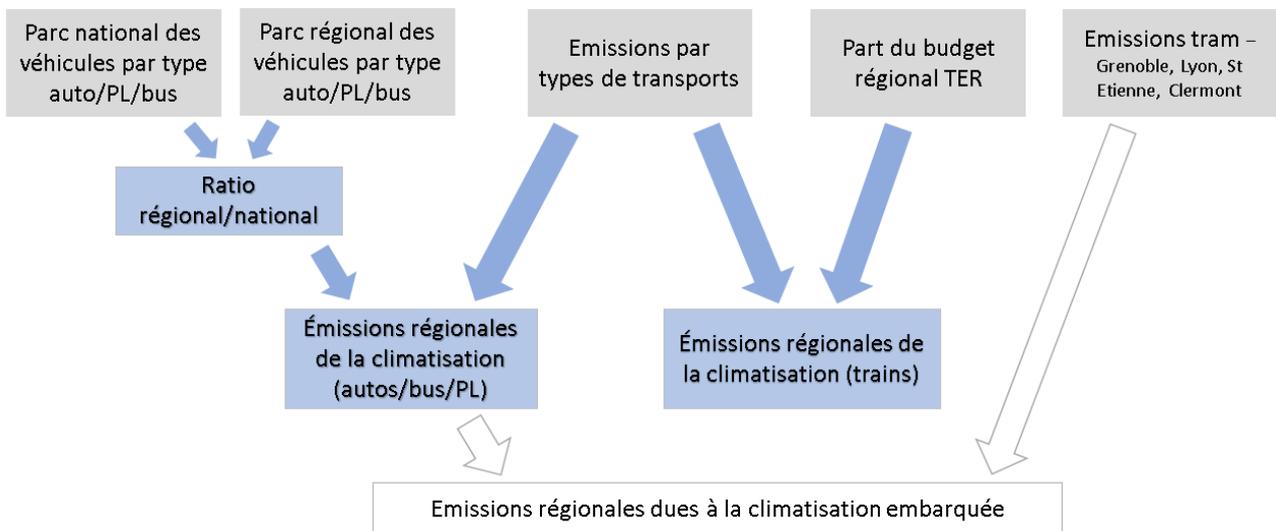


Figure 20 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la climatisation embarquée

Les émissions de la climatisation embarquée sont présentées Figure 21 et Figure 22. La forte hausse d'émissions de HFC d'avant les années 2010 s'est stabilisée et la variation tourne depuis autour des 1%. Le HFC-134a est émis en grande majorité (à 99%).

Une transition du R-134a (HFC-134a) vers le R-1234yf (au PRG très faible de 4) a été opérée pour tous les circuits de climatisation des voitures particulières mises sur le marché européen. Les émissions de CO<sub>2</sub> équivalentes de ce secteur devraient donc progressivement décroître, le temps de renouvellement du parc automobile. A

noter que l'obligation ne concerne pas les véhicules destinés à l'exportation ni les véhicules utilitaires légers, d'après le rapport Secten 2019.

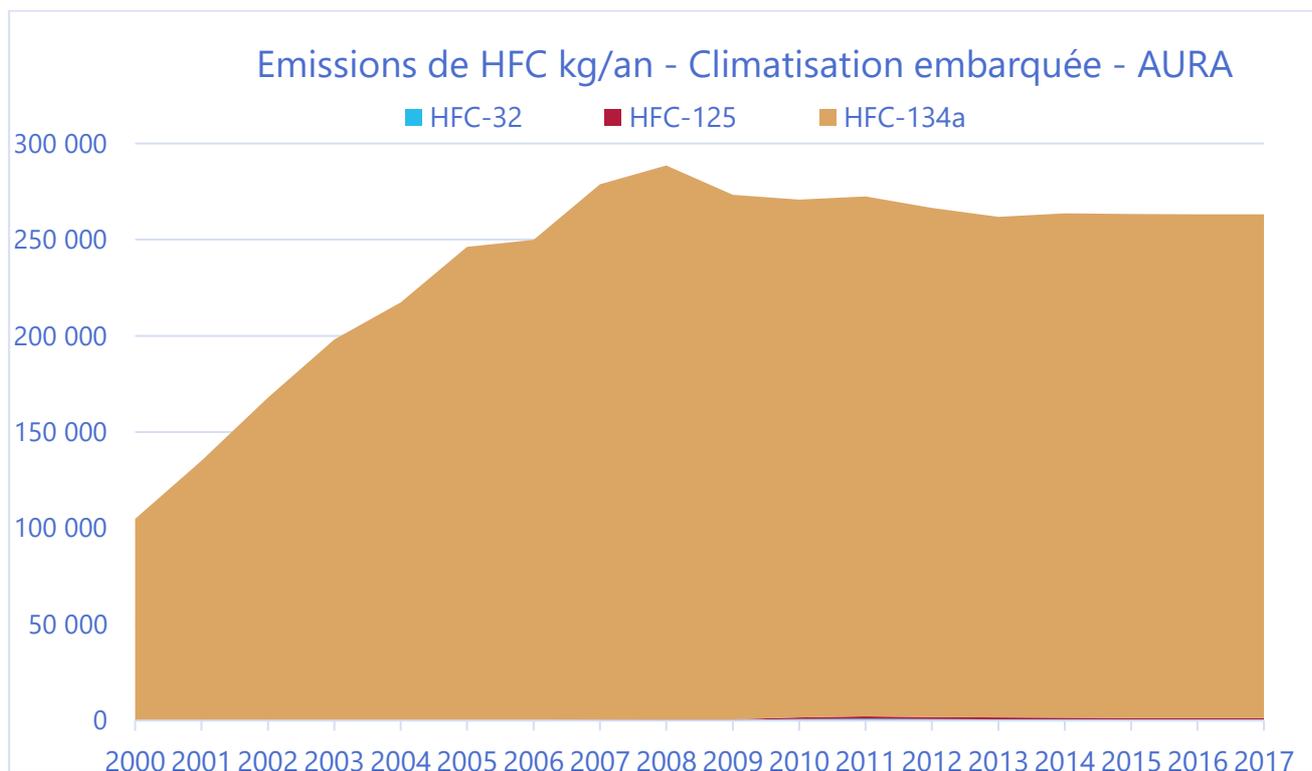


Figure 21 - Emissions de HFC (kg/an) dues à la climatisation embarquée en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017

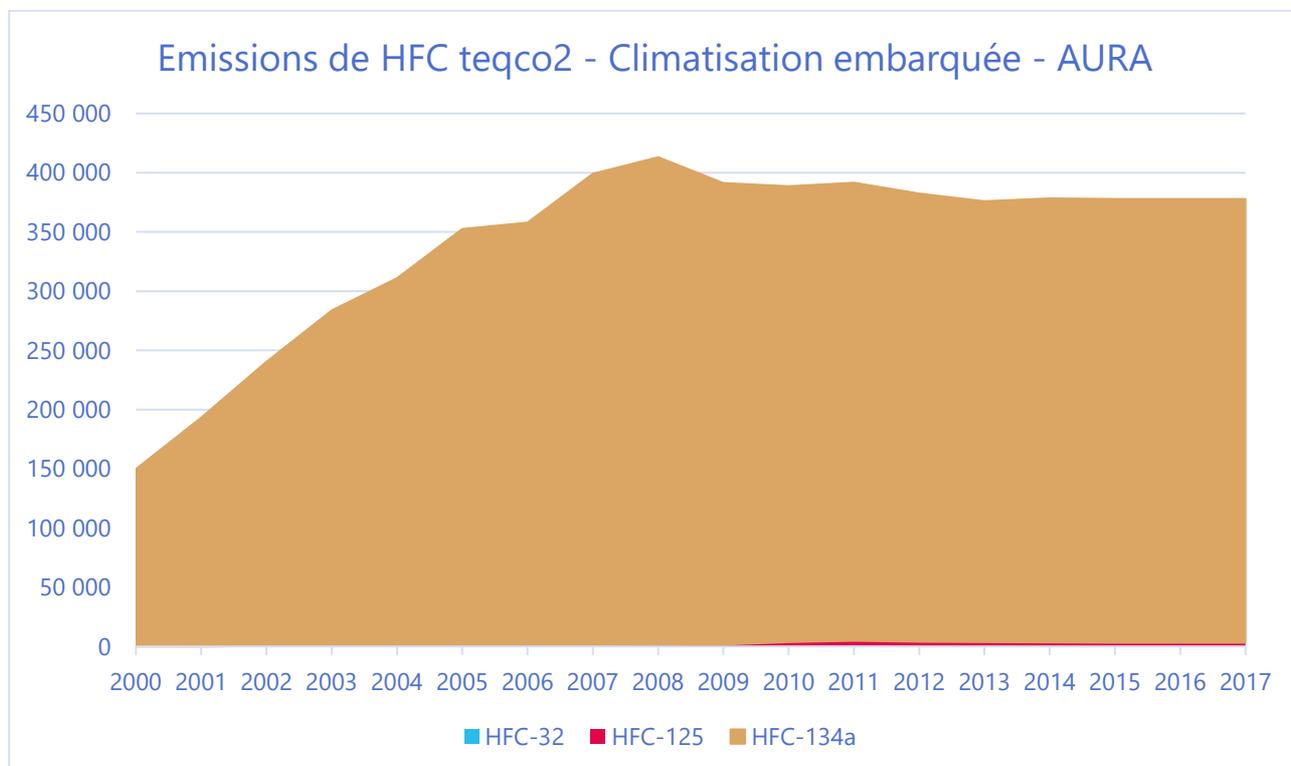


Figure 22 - Emissions de HFC (teqco2) dues à la climatisation embarquée en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017

## 2.7 Mousse

Dans ce secteur, les HFC sont utilisés en tant qu'agent d'expansion dans les mousses d'isolation pour diverses applications.

Trois sous-secteurs sont pris en compte :

1. Les équipements domestiques : les chauffe-eaux.
2. Les transports avec les camions frigorifiques. Le transport routier sera le seul traité.
3. Les bâtiments résidentiels et tertiaires.

Les émissions se produisent tout au long de la durée de vie des produits.

L'EREIE<sup>8</sup> publie les émissions nationales pour ce secteur dans son inventaire d'émissions de gaz fluorés. Le dernier date de 2012. Aucune source plus récente n'a pu être prise en compte dans le présent inventaire et les données 2012 ont alors été dupliquées, faute de mieux, jusqu'en 2017. La ventilation des données nationales est effectuée en appliquant un ratio par sous-secteur (Figure 23). Concernant le secteur du transport frigorifique par exemple, les émissions nationales sont régionalisées grâce à un ratio des km/an parcourus au niveau régional fourni par la base de données OMINEA et des résultats des inventaires routier d'ATMO AuRA pour les Véhicules Utilitaire Léger et les Poids Lourds. Pour le secteur du bâtiment, le ratio de la population régionale par rapport à la population nationale<sup>9</sup> est appliqué et pour les équipements domestiques, le ratio des résidences principales régionales et nationales est calculé.

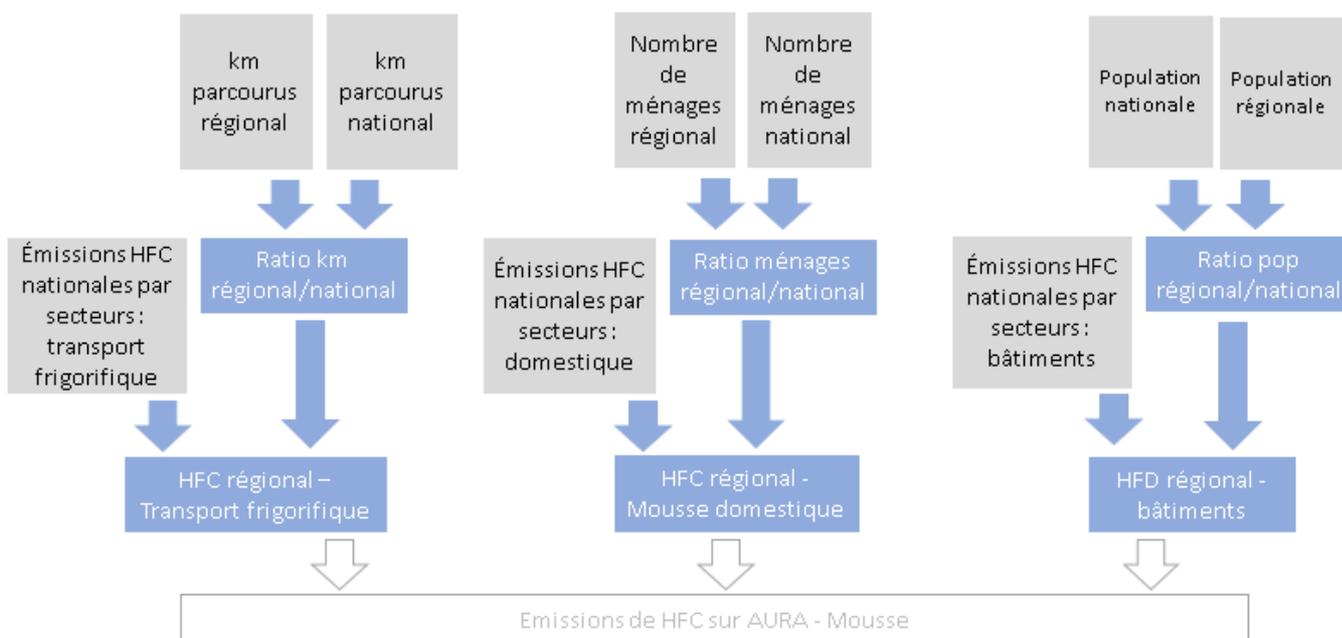


Figure 23 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la mousse

Après une hausse en 2010 et 2011, les émissions de HFC sont stables depuis 2012, avec une évolution autour de 0.1%, une majorité de HFC-245fa est utilisé (Figure 24 et Figure 25). Ces résultats sont principalement dus aux manques de sources de données concernant ce secteur. Comme les données nationales ont été dupliquées au cours de ces années, la variation des émissions dépend donc uniquement des clefs de ventilation utilisées, à savoir les km parcourus, l'évolution de la population et le nombre de résidences principales.

<sup>8</sup>Energy Research Innovation Engineering

<sup>9</sup> Eurostat, Population nationale & régionale, 2017

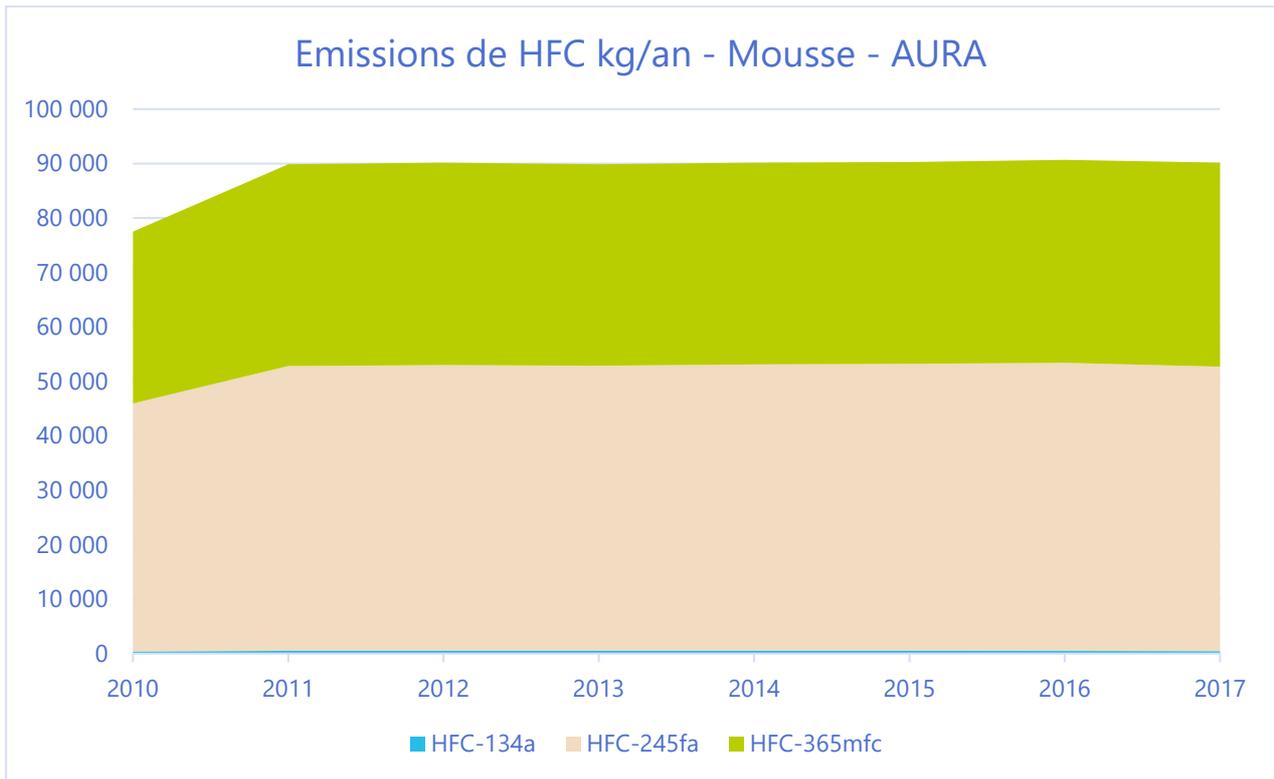


Figure 24 - Emissions de HFC (kg/an) dues à la mousse en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017

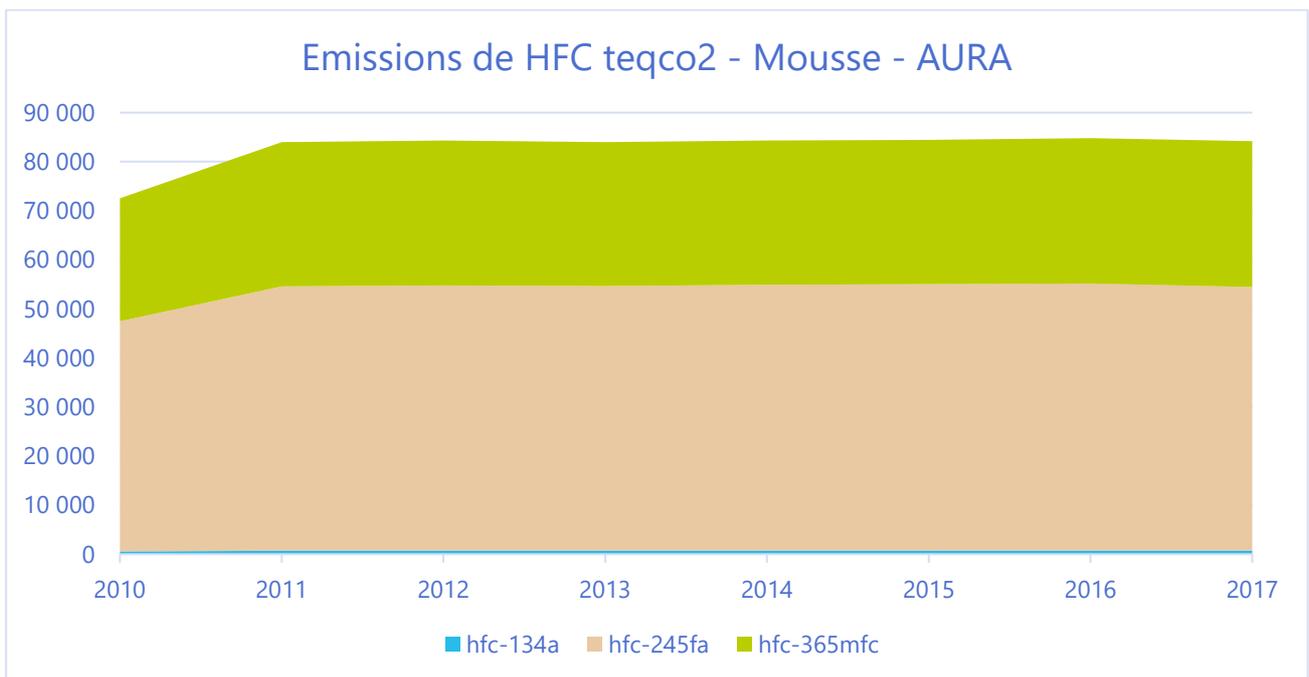


Figure 25 - Emissions de HFC teqco2 dues à la mousse en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017

## 2.8 Equipements électriques

Les émissions de ce secteur proviennent de la production industrielle et du transport (RTE) et de la distribution (ERDF) d'électricité. La production d'électricité (d'origine nucléaire) n'est pas prise en compte dans cet inventaire, les données étant sensibles ou non déclarées.

Pour ce secteur, les émissions peuvent avoir lieu à la fabrication des équipements et pendant leur utilisation, c'est ce que reflète le logigramme de calculs présenté Figure 26.

Ce secteur conduit exclusivement à l'émission de SF<sub>6</sub> dont l'évolution depuis 2000 est présentée Figure 27 et Figure 28. Elles sont en nette diminution : -48% depuis 2010 et -27% depuis 2012.

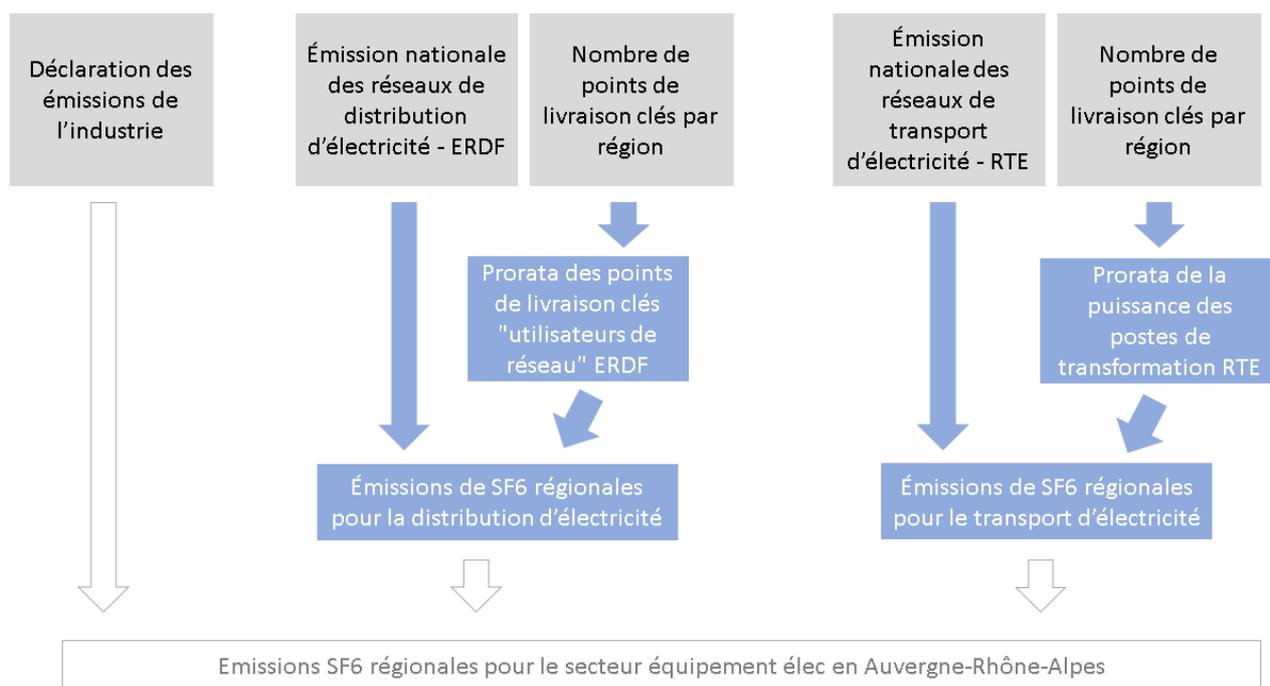


Figure 26 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la mousse

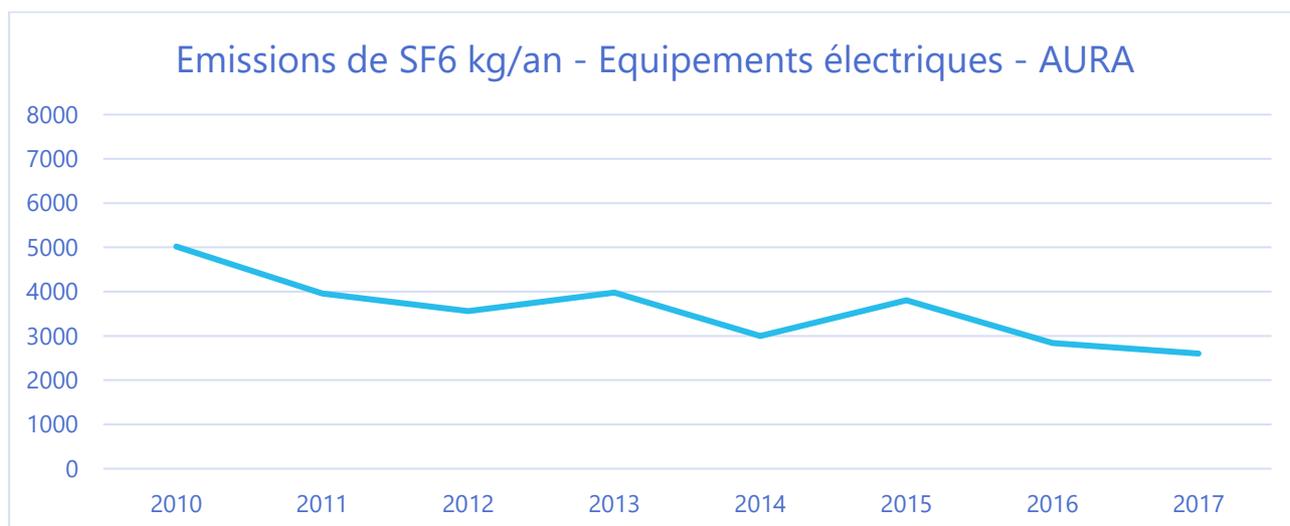


Figure 27 - Emissions de SF<sub>6</sub> (kg/an) dues aux équipements électriques en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

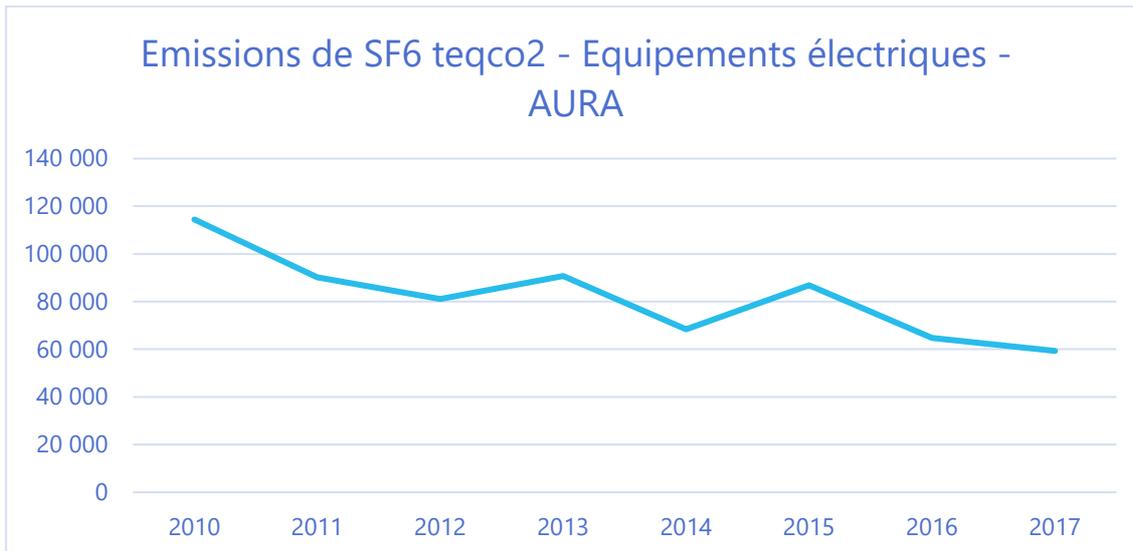


Figure 28 - Emissions de SF<sub>6</sub> teqco<sub>2</sub> dues aux équipements électriques en Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017

## 2.9 Industrie hors froid

L'enjeu de ce secteur est de pouvoir évaluer les émissions dues aux sites industriels utilisant ou produisant des gaz fluorés, hors émissions issues de la réfrigération ou de la climatisation.

Plusieurs sous-secteurs sont traités :

- 060203 - Semi-conducteurs
- 060508 - Accélérateur particules et R&D
- 060508 - Fabrication de câbles et tubes électroniques
- 040800 - Production d'halocarbures et d'hexafluorures de soufre
- 060508 - Production d'aluminium

Le sous-secteur « production d'halocarbures et d'hexafluorures de soufre » est l'émetteur majoritaire de GES fluorés à 93,2% (Figure 29Figure 27), puis dans une moindre mesure la production de semi-conducteur.

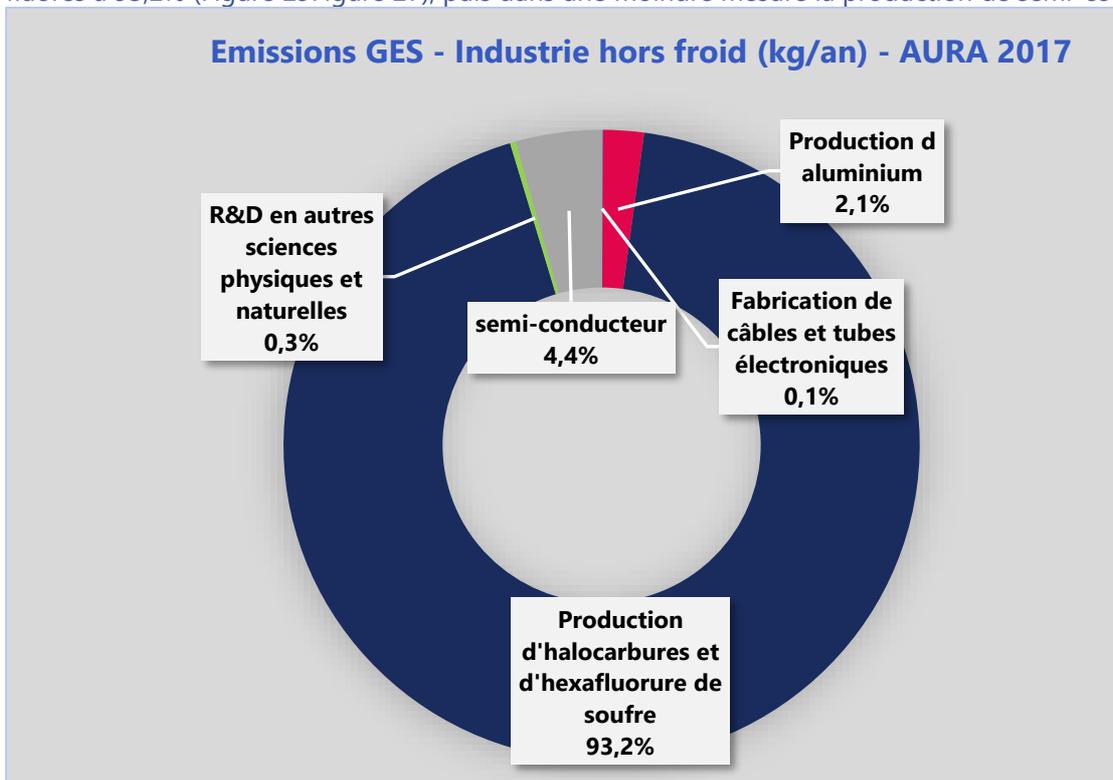


Figure 29 - Répartition des émissions par type d'industrie (Hors froid), en Auvergne-Rhône-Alpes 2017.

Les émissions sont calculées au prorata des déclarations des industriels (Figure 30).

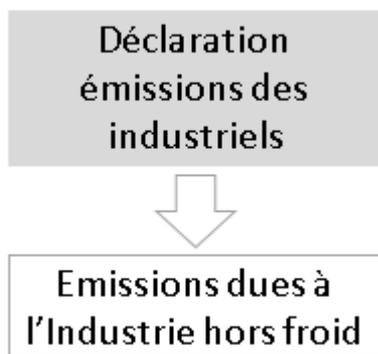


Figure 30 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de l'industrie hors froid

Certaines années, les données d'émissions sont manquantes dans la base de données GEREPE car non déclarées par les industriels, elles ont donc été estimées (il a été choisi de dupliquer l'année la plus proche).

Les graphiques ci-dessus sont donc à interpréter avec précaution car plusieurs entreprises déclarantes n'émettent pas sur les mêmes périodes : une évolution des émissions à partir de 2013 peut signifier que de nouvelles entreprises sont émettrices et non pas que les entreprises émettrices depuis 2007 émettent davantage.

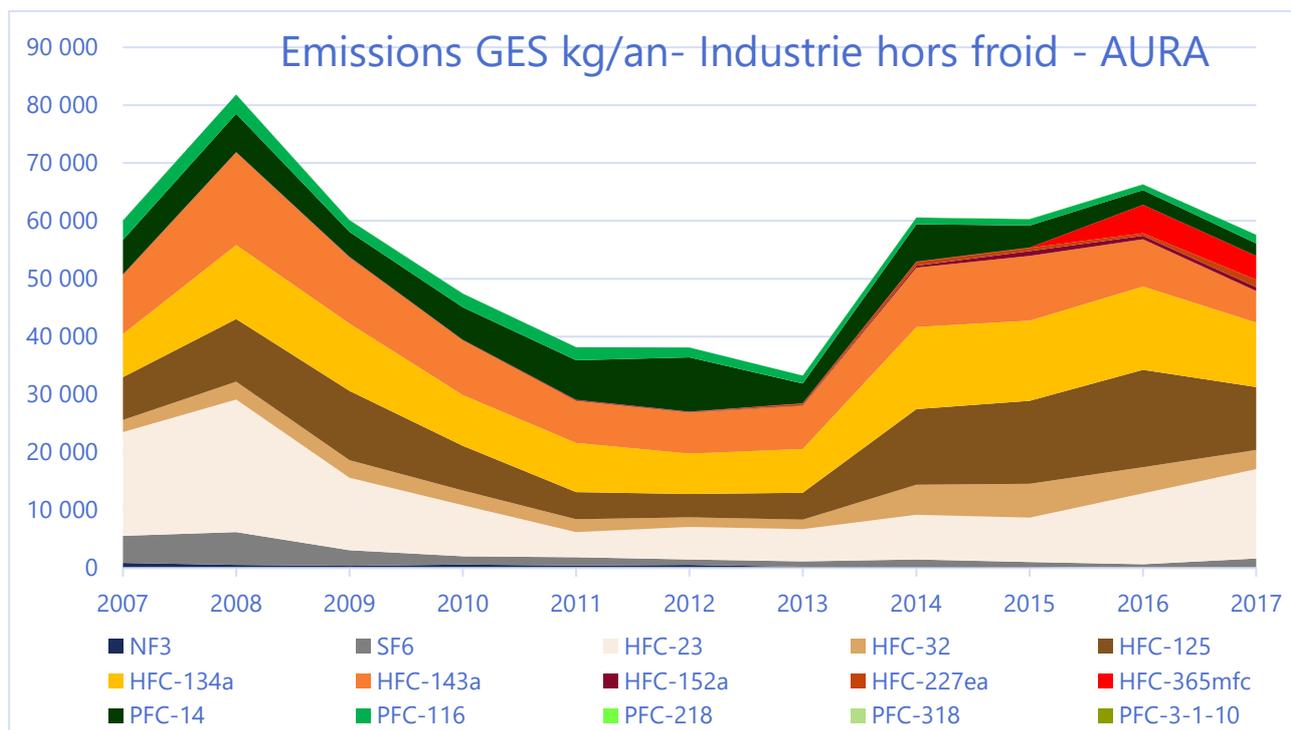


Figure 31 - Emissions de GES (kg/an) dues à l'industrie hors froid en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

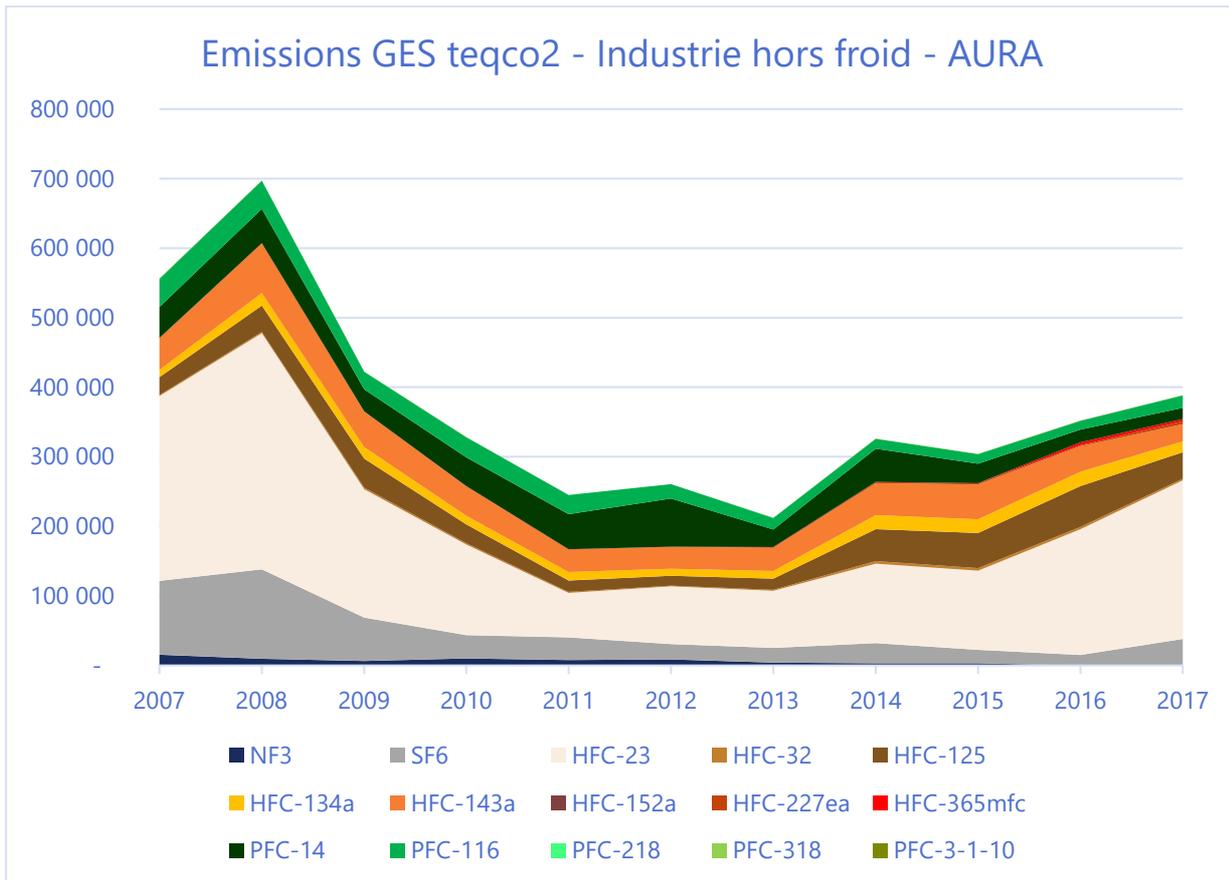


Figure 32 - Emissions de GES (teqco2) dues à l'industrie hors froid en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

Selon le Citepa, les émissions considérées pour la production d'halocarbures et d'hexafluorures de soufre proviennent de 3 sources :

- Les industries produisant des HFC et des PFC
- La destruction du fluor dans la chimie nucléaire donnant lieu à une émission de SF<sub>6</sub>. Aucun producteur direct de SF<sub>6</sub> ne se trouve en France. Cependant, un site dans l'industrie nucléaire a émis du SF<sub>6</sub> par destruction de fluor jusqu'en 2006.
- Les sous-produits issus de la production de HCFC-22 et d'acide fluoré. La production de HCFC-22 conduit à des émissions de HFC-23. La production d'acide fluoré engendre des sous-produits : HFC-125 et CF<sub>4</sub> (PFC).

Pour les semi-conducteurs, les émissions ont seulement lieu sur le site de leur fabrication. Ce secteur émet du NF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>, HFC et PFC. Quatre PFC sont utilisés dans ce secteur : Le CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>. Le HFC-23 est le seul HFC utilisé dans le secteur des semi-conducteurs. L'intégralité des émissions de NF<sub>3</sub> est attribuée à l'industrie de la fabrication de semi-conducteurs, il est l'unique secteur émetteur de NF<sub>3</sub> en France.

Les évolutions depuis 2000 des émissions issues du secteur des semi-conducteurs sont présentées Figure 33 et Figure 34 : elles sont en baisse depuis 2010. Les PFC, dont le PFC-14 et PFC-116, sont les principaux gaz émis.

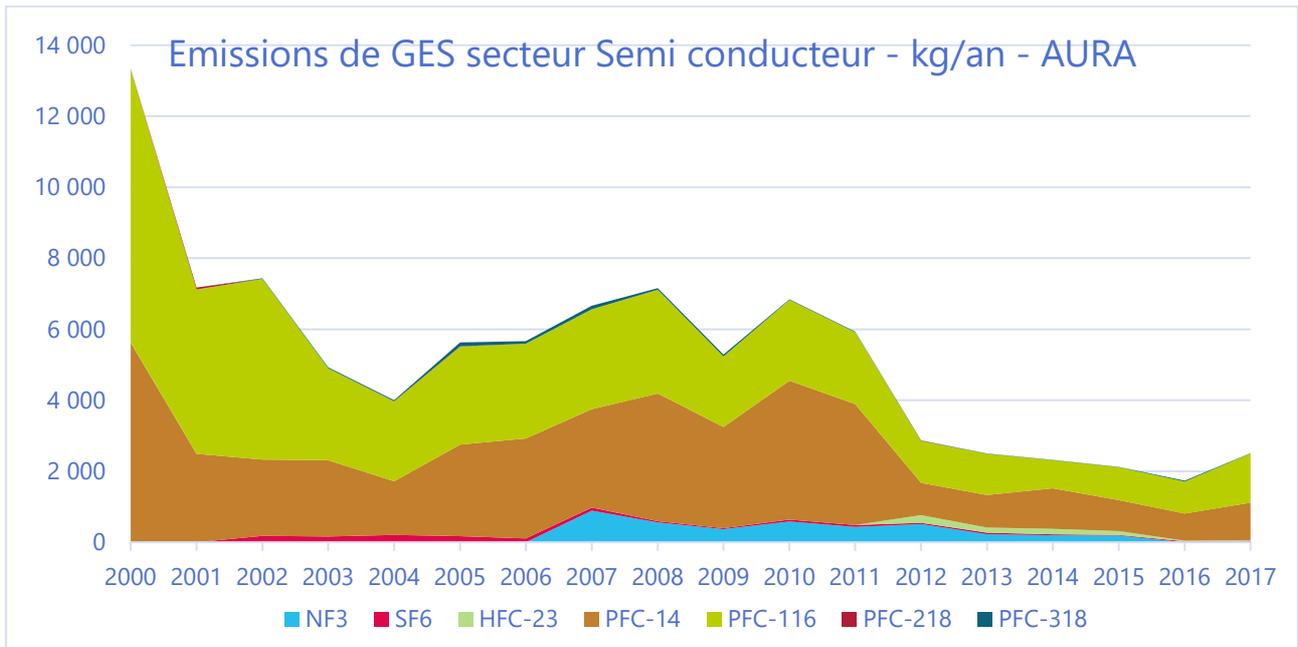


Figure 33 - Emissions (kg/an) de GES pour les semi-conducteurs en Auvergne-Rhône-Alpes 2000-2017

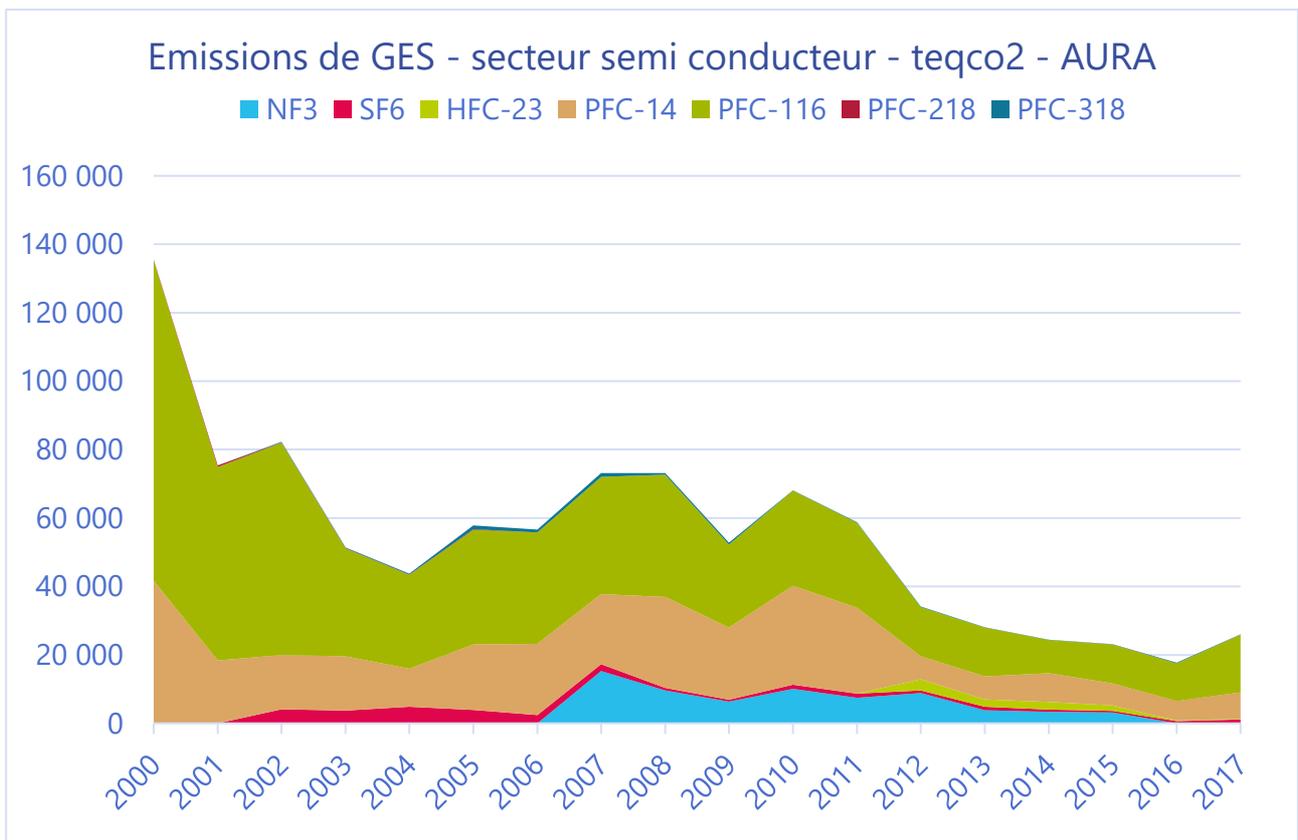


Figure 34 - Emissions (teqco2) de GES pour les semi-conducteurs en Auvergne-Rhône-Alpes 2000-2017

## 2.10 Pompe à chaleur

Les pompes à chaleur (PAC) peuvent être regroupées en deux grandes familles :

- Les PAC géothermales qui puisent la chaleur dans le sol ou l'eau d'une nappe par l'intermédiaire d'un réseau de capteurs ou de forages ;
- Les PAC aérothermiques qui la puisent directement dans l'air ambiant, extérieur ou intérieur au logement.

La méthode de calcul du secteur des pompes à chaleur résidentielles du CITEPA est la même que celle de la climatisation à air et des groupes à refroidissement d'eau. Le calcul des émissions dont le logigramme est présenté Figure 35 repose ici aussi sur plusieurs paramètres :

- La production et le marché
- La répartition annuelle des fluides utilisés sur le marché neuf
- La charge moyenne par type d'équipement
- La courbe de durée de vie
- Les taux d'émissions
- L'efficacité de récupération

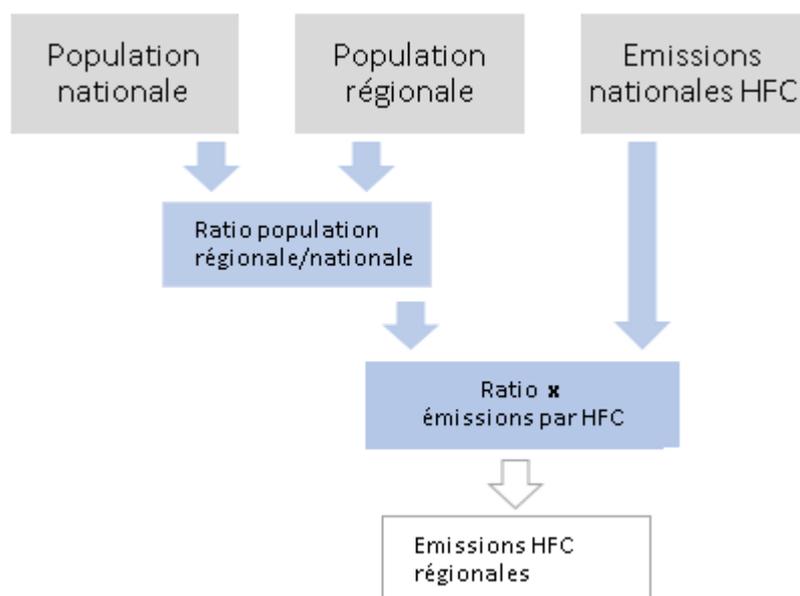


Figure 35 - Logigramme de calcul des émissions du secteur pompe à chaleur

Les évolutions des émissions de HFC pour les pompes à chaleur en Auvergne-Rhône-Alpes de 2005 à 2017 sont présentées Figure 36 et Figure 37. Il y est illustré que ce secteur a recours au HFC-32, HFC-125, HFC-134a de façon homogène (entre 6300 kg/an pour le HFC-134a et 6900 kg/an pour le HFC-125 en 2017). En revanche, leurs PRG n'étant pas les mêmes, le HFC-125 (au plus fort PRG de 3500, contre 1 430 pour le HFC-134a et 675 pour le HFC-32) représente à lui seul plus de la moitié des émissions teqco2 en 2017.

Le secteur semble en constante évolution depuis 2005, avec une croissance de 79% en kg/an (78% en teqco2) depuis 2012. Les années 2016 et 2017 sont sensiblement les mêmes car le dernier rapport du Centre Efficacité énergétique des Systèmes date de 2016. Les données de 2016 ont été dupliquées pour estimer celles de 2017.

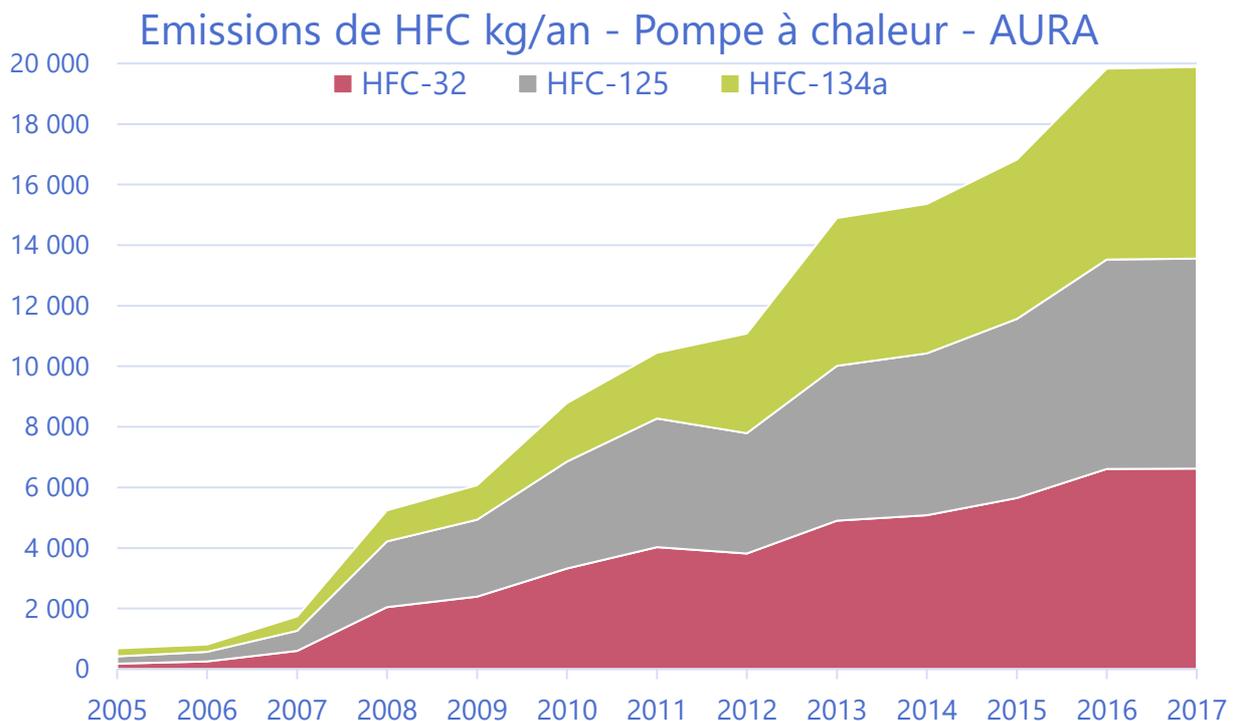


Figure 36 - Emissions (kg/an) de HFC pour les pompes à chaleur en Auvergne-Rhône-Alpes 2005-2017

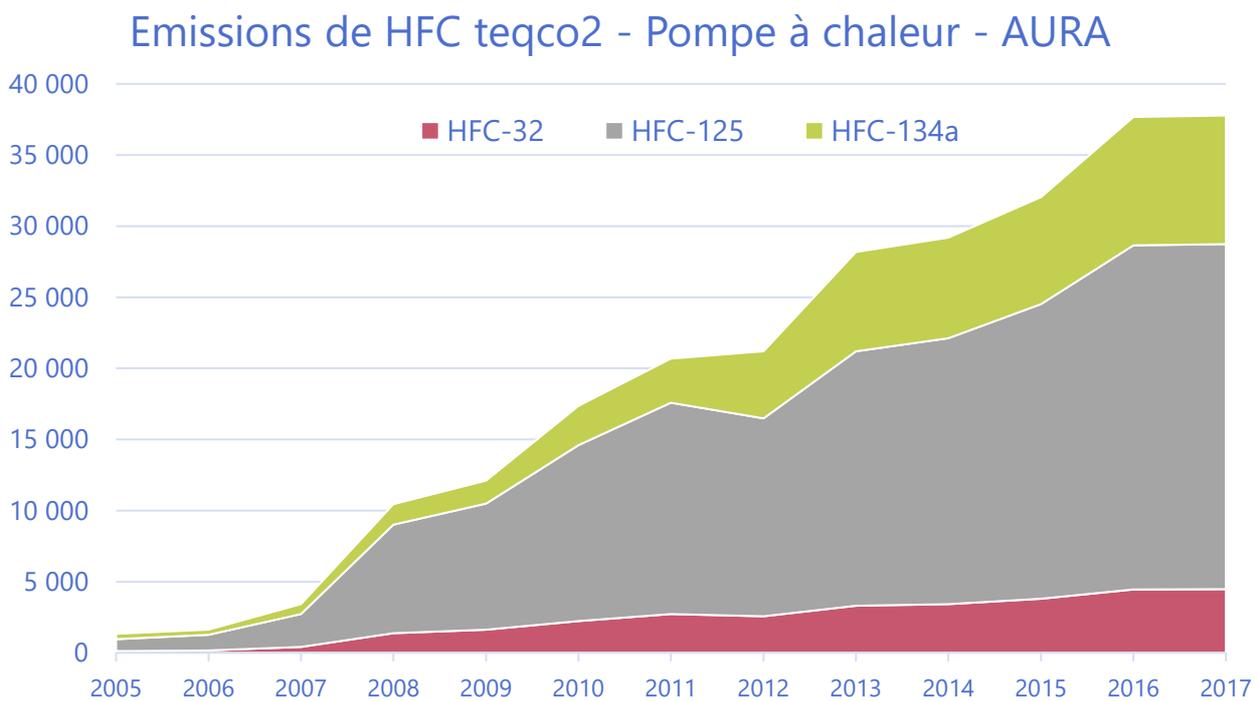


Figure 37 - Emissions (teqCO2) de HFC pour les pompes à chaleur en Auvergne-Rhône-Alpes 2005-2017

## 2.11 Groupe Refroidisseur d'Eau

Les émissions françaises de composés fluorés par les « refroidisseurs d'eau » sont calculées annuellement par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (Anciennement à Mines ParisTech, désormais repris par le Citepa) dans leurs Inventaires des émissions des fluides frigorigènes France et DOM COM. La donnée est ensuite calculée régionalement grâce à un ratio population régionale/nationale (Figure 38).

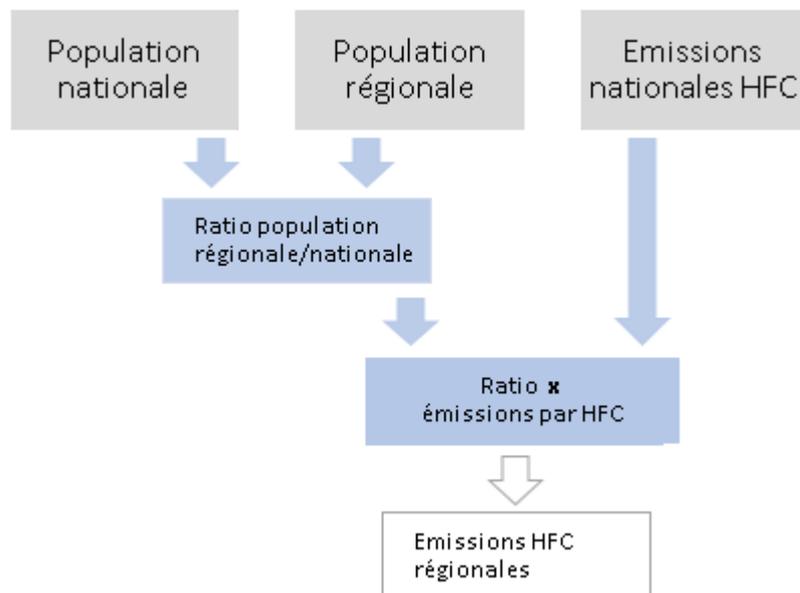


Figure 38 - Logigramme de calcul des émissions du secteur groupe refroidisseur d'eau

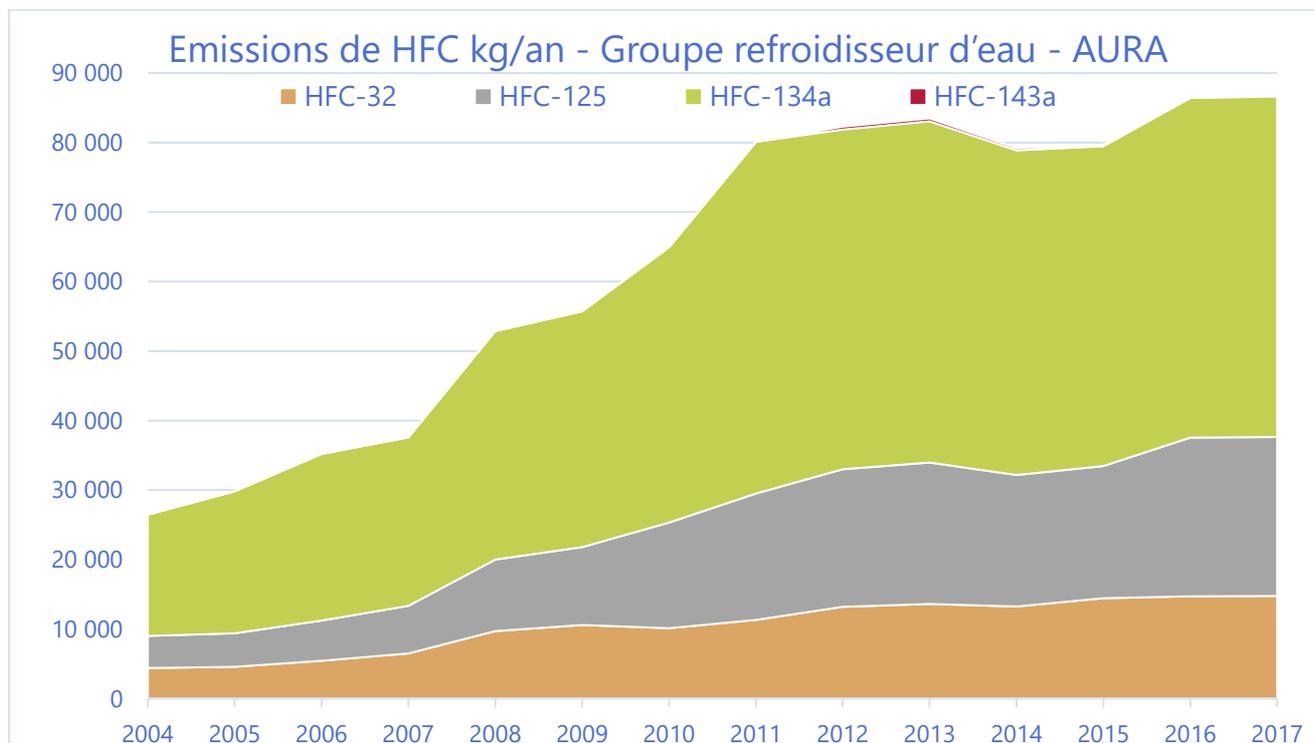


Figure 39 - Emissions des HFC (kg/an) dues aux Groupes Refroidisseur d'Eau en Auvergne-Rhône-Alpes de 2004-2017

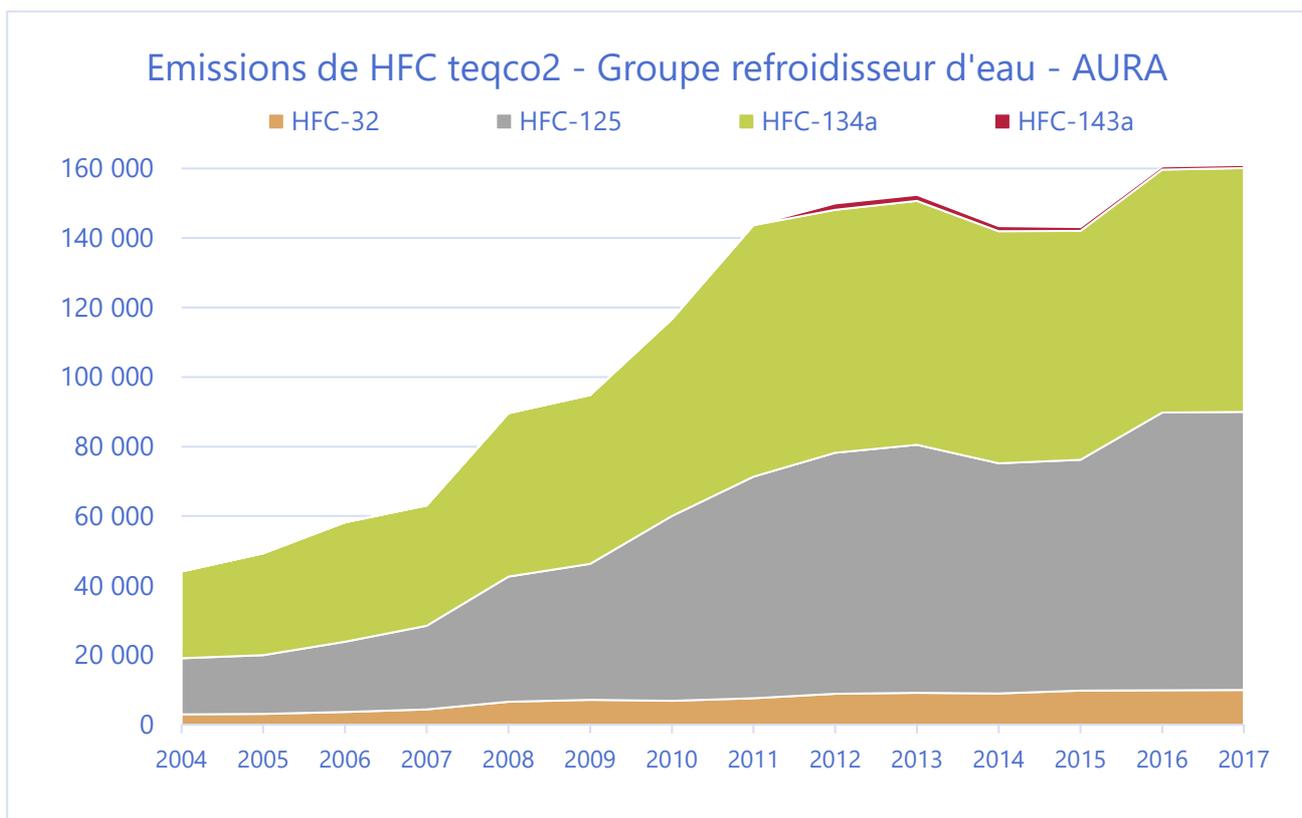


Figure 40 - Emissions des HFC (teqco2) dues aux groupes refroidisseurs d'eau en Auvergne-Rhône-Alpes de 2004-2017

Les émissions des HFC (teqco2) dues aux groupes refroidisseurs d'eau en Auvergne-Rhône-Alpes de 2004-2017 sont présentées Figure 39 et Figure 40. Les HFC-134a (49 016 kg/an en 2017) et HFC-125 (22 870 kg/an en 2017) sont utilisés majoritairement. Mais le PRG du HFC-125 (PRG 3 500) étant nettement supérieur à celui du HFC-134a (PRG 1430), le HFC-125 (80 045 teqco2 en 2017) a de ce fait un teqco2 supérieur à celui du HFC-134a (70 093 teqco2 en 2017).

Le HFC-32 a un faible PRG (675), son émission est estimée à 14 764 kg/an en 2017, mais représente que 9 966 teqco2, toujours en 2017. A l'inverse le HFC-134a (PRG 4 470) qui a un fort PRG représente seulement 202 kg/an et 902 teqco2 en 2017.

La courbe d'évolution du HFC total lié à ce secteur affiche une augmentation quasi constante avec +5.5% kg/an (soit 7.4 teqco2) entre 2012-2017.

## 2.12 Climatisation

Les émissions françaises de composés fluorés par la climatisation du tertiaire et du résidentiel sont calculées annuellement par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (Mines ParisTech) dans leurs Inventaires des émissions des fluides frigorigènes France métropolitaine et d'outre-mer. Les données sont ensuite régionalisées par un ratio de population régionale/nationale.

Le logigramme de calcul des émissions liées à ce secteur dans notre région est présenté Figure 42.

Afin d'estimer le taux d'utilisation de climatisation en Auvergne-Rhône-Alpes, l'arrêté du 29 novembre 2000 sert de texte de référence. Dans ce dernier, les départements français sont regroupés par zones climatiques. Il existe deux zonages : été et hiver. Pour traiter le secteur de la climatisation, le zonage été a uniquement considéré. La région Auvergne-Rhône-Alpes appartient à deux zones : « Ec » (10 départements d'Auvergne-Rhône Alpes en font partie : Ain, Allier, Cantal, Isère, Loire, Haute-Loire, Puy de dôme, Rhône, Savoie, Haute-Savoie) et « Ed » (2 départements : Drôme et Ardèche), Figure 41.

RT 2000 : Cartes des zones climatiques  
définies par la réglementation

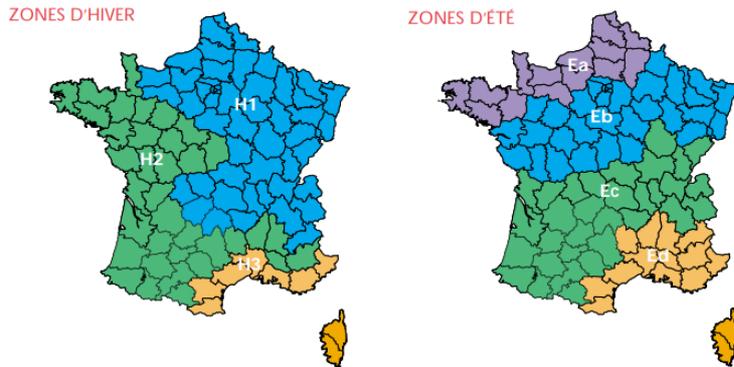


Figure 41 - Zones climatiques été et hiver d'après RT2000

Le ministère de la Transition écologique et solidaire estime que 31% des installations de climatisation se trouve en zone Sud-Ouest et 45% pour la zone Rivage méditerranéen. La population par zones climatiques concernée par les départements d'AURA a ensuite été calculée en prenant en compte la population régionale. Un ratio est calculé sur la base de population zones climatiques/population AURA.

Ces pourcentages ont finalement été affectés aux données nationales diffusées par le CES pour constituer l'inventaire régional des GES fluorés de ce secteur.

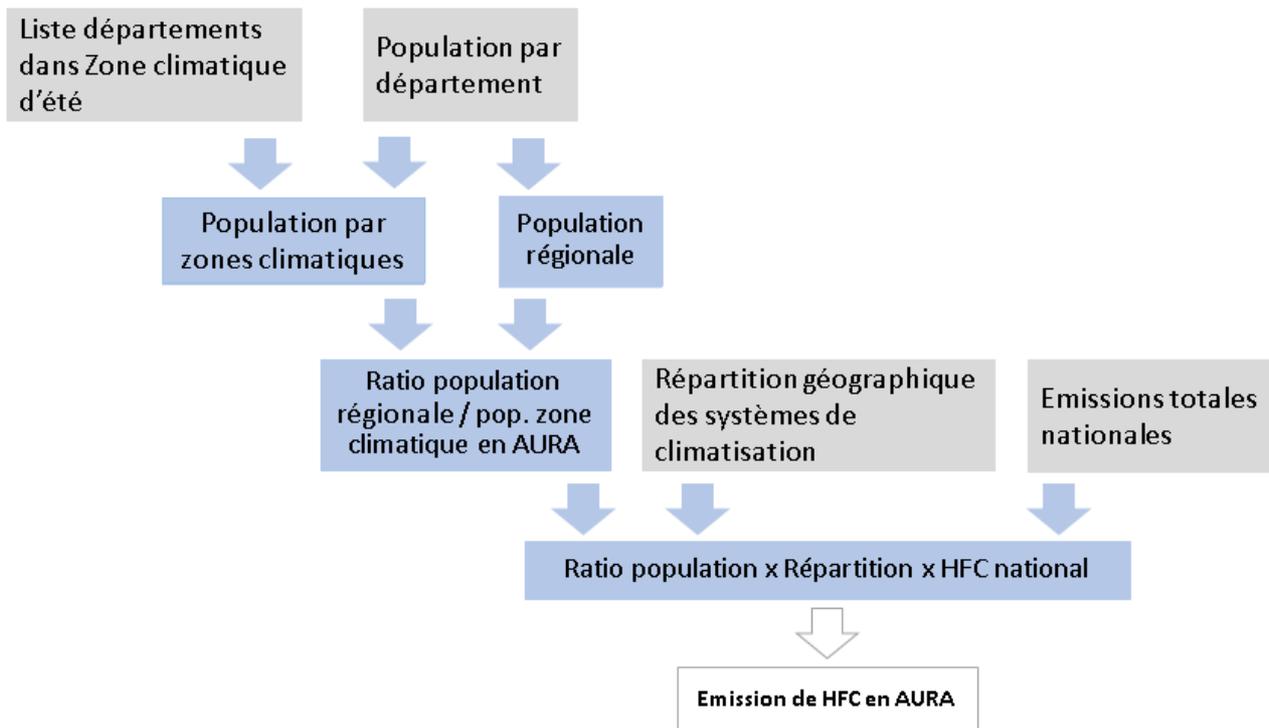


Figure 42 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la climatisation

Les émissions de ce secteur sont en constantes augmentation depuis 2005 (Figure 43 et Figure 44), avec une croissance de 59% depuis 2012. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette croissance notamment la hausse de la demande en équipement mais également les changements de réglementation. Les HFC ont en effet été remplacés par les HCFC autrefois utilisés dans ce secteur mais qui sont devenus interdit car trop polluant.

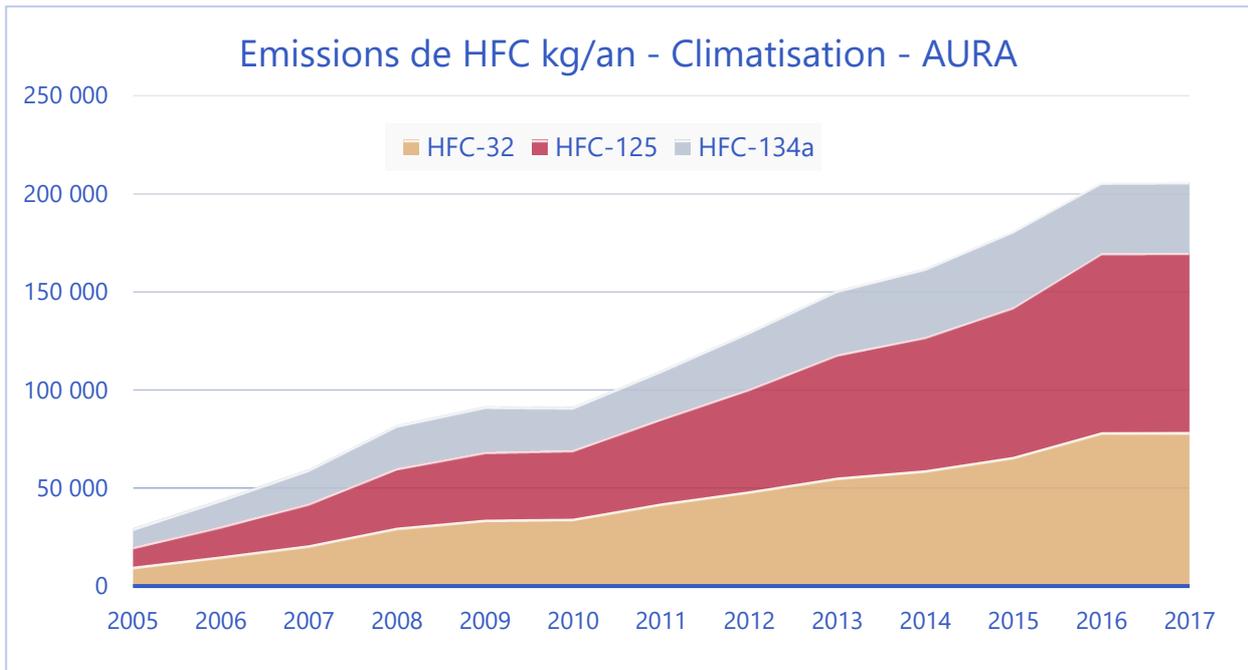


Figure 43 - Emissions (kg/an) de HFC de la climatisation en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2005-2017

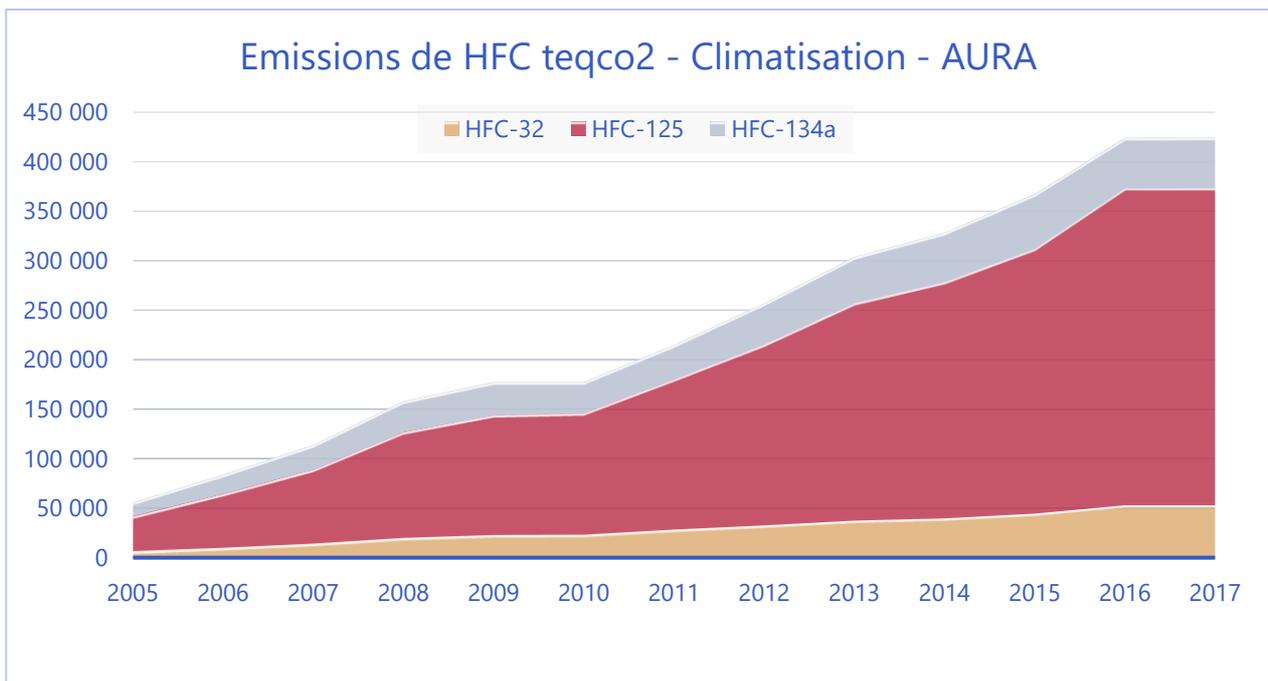


Figure 44 - Emissions (teqco2) de HFC de la climatisation en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2005-2017

## 2.13 Froid dans l'industrie hors Agro-alimentaire

Les émissions de ce secteur sont issues des procédés industriels et des patinoires. Le logigramme de calcul est présenté Figure 45.

La liste des patinoires fixes en Auvergne-Rhône-Alpes diffusée par le syndicat des patinoires de France a été utilisée. Ensuite une estimation de la charge en fluide (kg) et du taux d'émission annuel est appliqué afin d'estimer les émissions régionales en HFC dues aux patinoires.

Les procédés industriels englobent principalement l'industrie chimique et pharmaceutique. Afin de déterminer quelles entreprises sont affiliées à cette catégorie, la base des installations classées du ministère de la transition écologique et solidaire a été consultée. Si la situation administrative de l'industrie comporte une rubrique

faisant référence à l'utilisation de GES fluorés dans la chaîne de froid, les émissions déclarées par cette industrie dans la base GEREP ont été prises en compte dans ce secteur.

La Figure 46 souligne l'origine des émissions de ce secteur : elles proviennent à 90% des industries pharmaceutiques et chimiques et seulement 10% des patinoires. Leurs évolutions de 2007 à 2017 sont représentées sur les figures suivantes. Elles sont hétérogènes, dû au manque de continuité de l'information dans la base GEREP. Les années manquantes sont estimées si elles se situent entre deux années déclarées. Les émissions totales sont globalement en hausse de 2008 à 2015 et chutent brutalement depuis 2015. Le HFC-143a est le HFC le plus émissif de ce secteur.

Le nombre de patinoires est en progression annuelle, leur quantité est notamment élevée en Auvergne-Rhône-Alpes comparé au reste du territoire national.

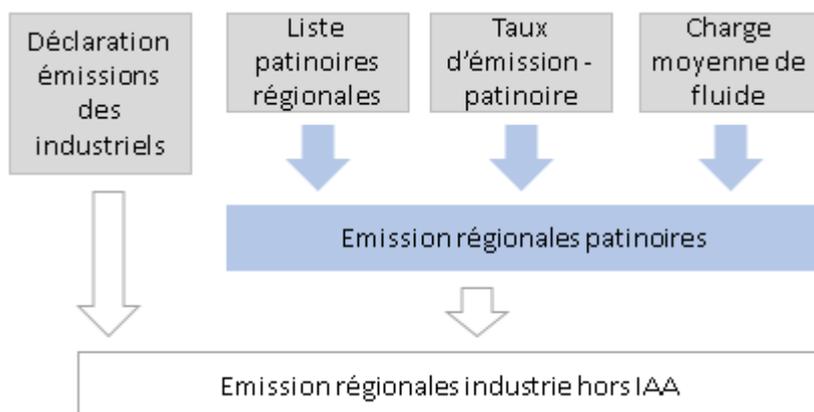


Figure 45 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du froid dans l'industrie hors Industrie Agro-Alimentaire

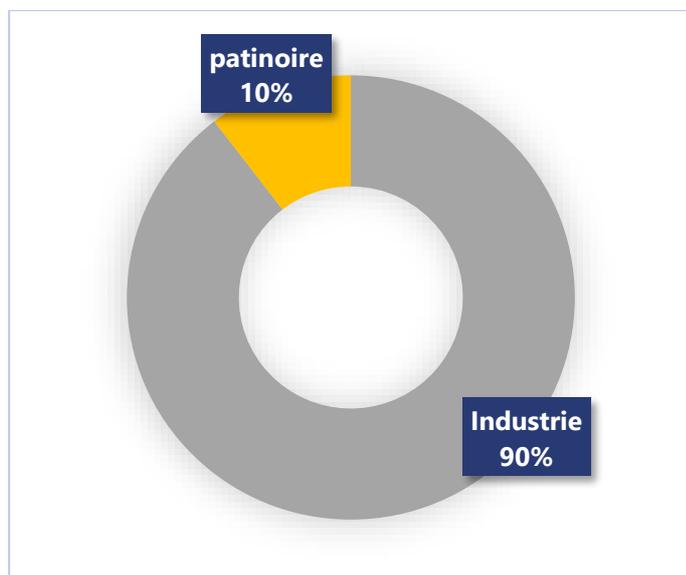


Figure 46 - Répartition des sources d'émissions HFC dans le secteur industrie hors IAA en 2017

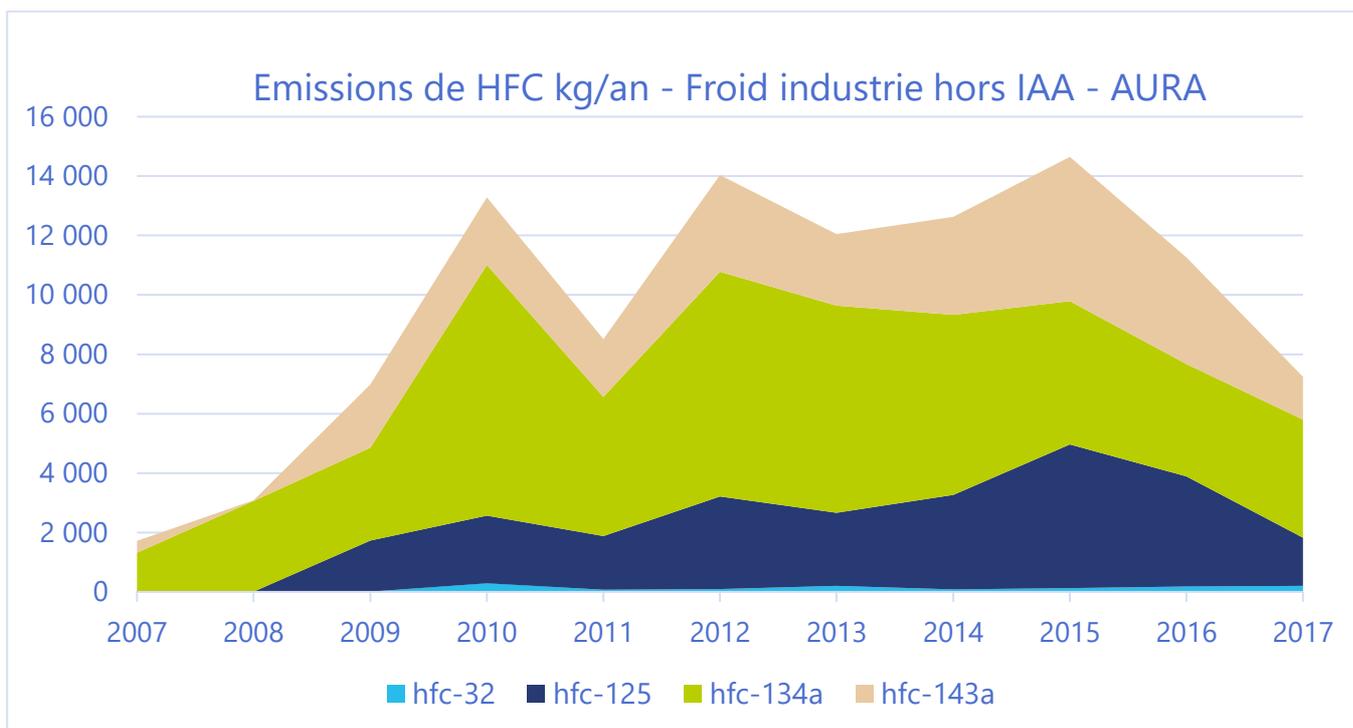


Figure 47 - Emissions (kg/an) des HFC de l'industrie hors Agro-Alimentaire en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

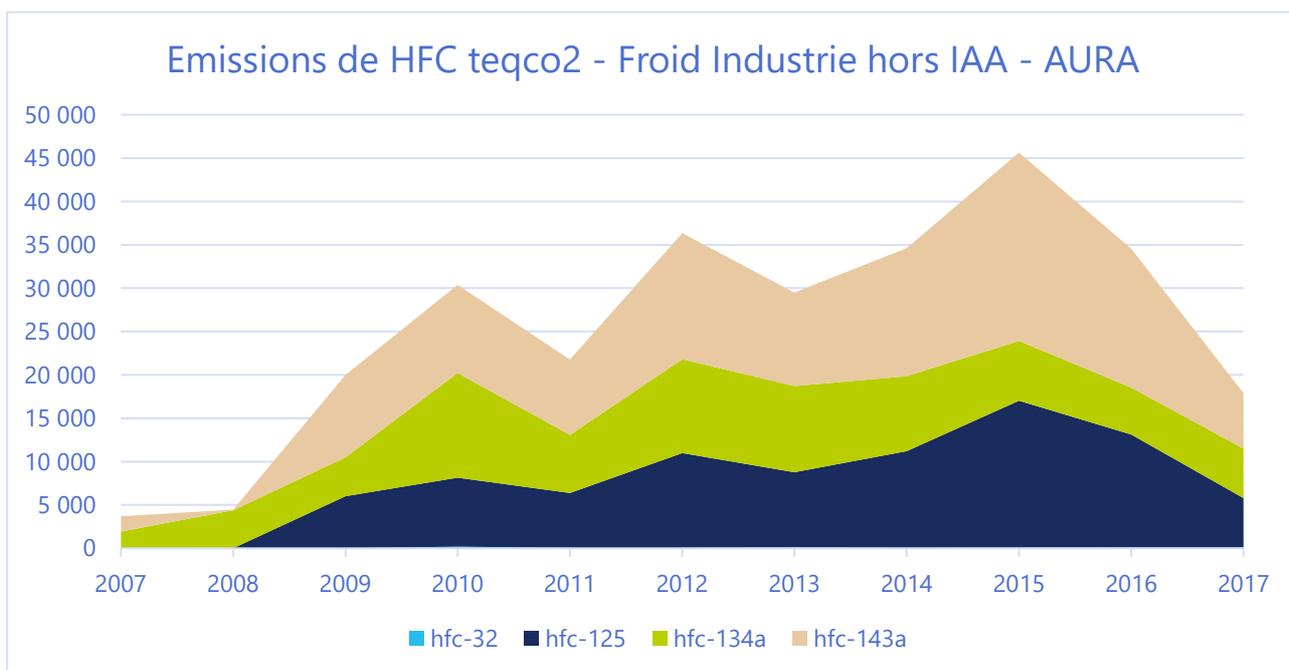


Figure 48 - Emissions (teqco2) des HFC de l'industrie hors Agro-Alimentaire en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017

## 2.14 Froid dans l'Industrie Agro-alimentaire (IAA)

Dans l'industrie alimentaire, les procédés de réfrigération et de surgélation sont utilisés dans la plupart des domaines : viande, produits laitiers, vin, bière, produits surgelés et entreposage frigorifique.

Les calculs sont effectués d'après les quantités annuelles produites dans les secteurs suivants :

- la viande
- les produits laitiers
- le vin et la bière
- les produits surgelés

- la glace hydrique pour le poisson
- l'entreposage frigorifique
- les chocolateries industrielles
- les boissons gazeuses.

Le logigramme de calcul est présenté Figure 49.

Afin de reconstituer la banque de fluide à partir des productions annuelles, 4 ratios caractéristiques sont nécessaires :

- Le premier,  $w$  (kW/t), ratio de la puissance frigorifique nécessaire au refroidissement d'une unité de masse de denrées caractérise le procédé frigorifique.
- Le deuxième,  $x$  (%), ratio de la puissance négative sur la puissance totale, indique le type de refroidissement et permet de tenir compte de la répartition des puissances frigorifiques en fonction des basses et moyennes températures.
- Le troisième,  $y$  (%), traduit la proportion de systèmes indirects dans le secteur considéré.
- Le quatrième,  $z$  (kg / kW), ratio de la charge de fluide rapporté à la puissance frigorifique, caractérise la technologie de l'installation et son niveau de température. Il est donc indépendant du secteur.

Ces ratios ont été calculés par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes après analyse de la méthode de dimensionnement des installations frigorifiques dans les abattoirs, les laiteries, les brasseries...

La dernière étape consiste à connaître la composition en fluides de la banque (en d'autres termes le % de HFC qu'elle contient) et à appliquer un taux d'émissions à cette banque.

De manière générale, les HFC n'occupent pas une place prépondérante dans le secteur de l'agro-alimentaire. En effet, les installations ont des durées de vie élevées (30 ans) et l'utilisation de fluides en remplacement des CFC et HCFC est encore relativement récente (après 1995). La banque de fluides est donc encore composée d'une part importante de HCFC-22 (voire de CFC-12). En outre, le marché neuf des fluides depuis 2000 est partagé entre le HFC-404A et le R-717 (ammoniaque). Dans les inventaires du CES, il est donné uniquement la répartition des fluides dans les équipements neufs. Or, on a besoin de connaître la banque de fluide pour l'ensemble du parc d'équipements.

Les évolutions annuelles de ce secteur, Figure 50 et Figure 51, affichent une diminution des émissions de HFC depuis 2010 avec près de -13%, -7% en 2012 puis stabilisé autour de 3% depuis 2013 (en kg/an).

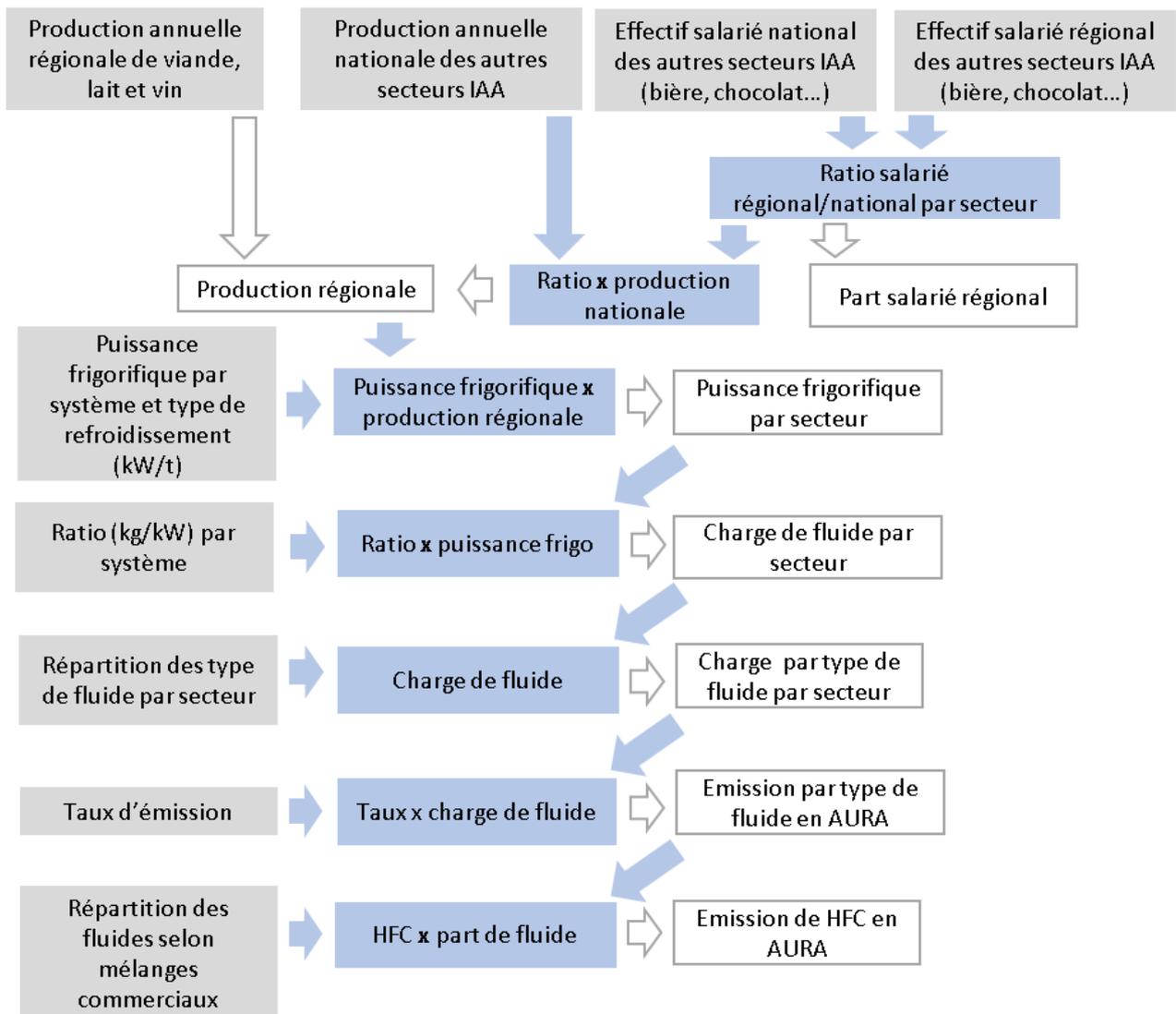


Figure 49 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du froid dans l'industrie hors Industrie Agro-Alimentaire

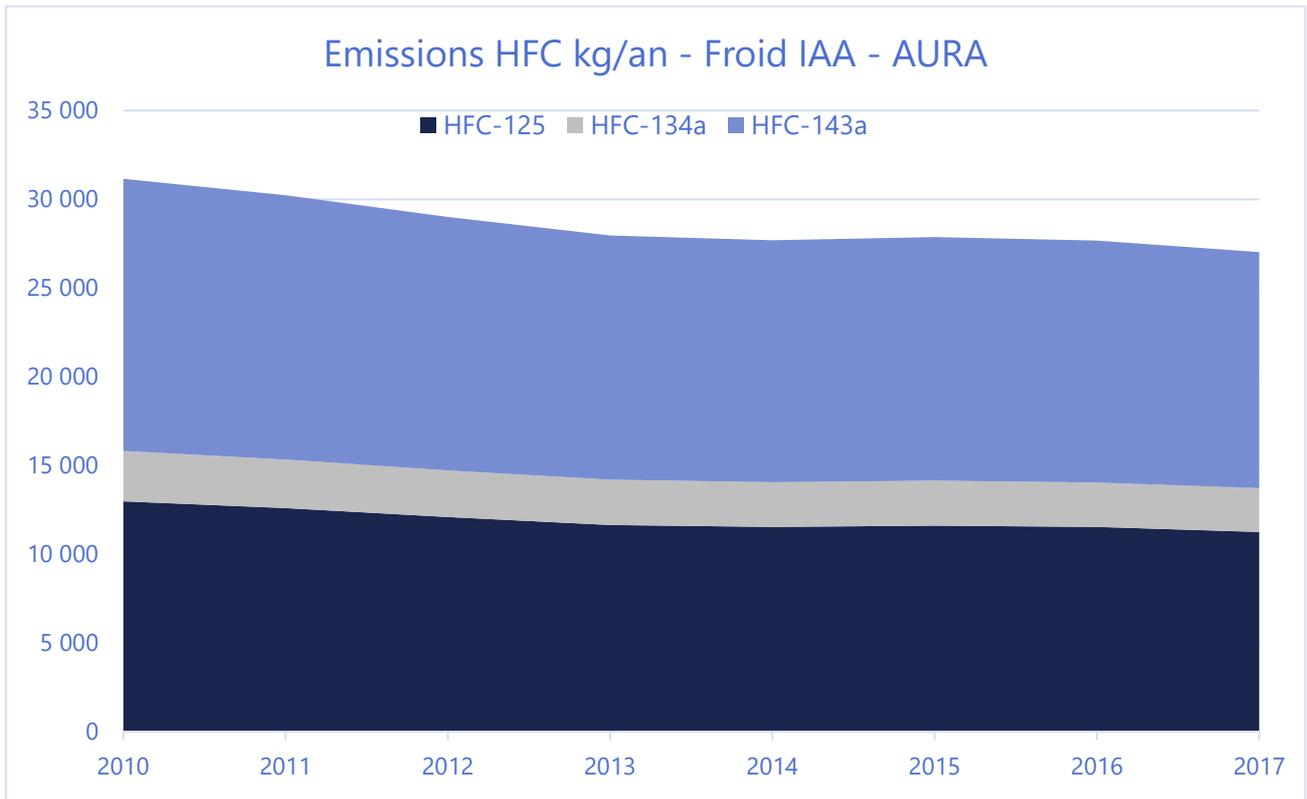


Figure 50 - Emissions (kg/an) de HFC dues au froid dans l'industrie Agro-Alimentaire (IAA) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

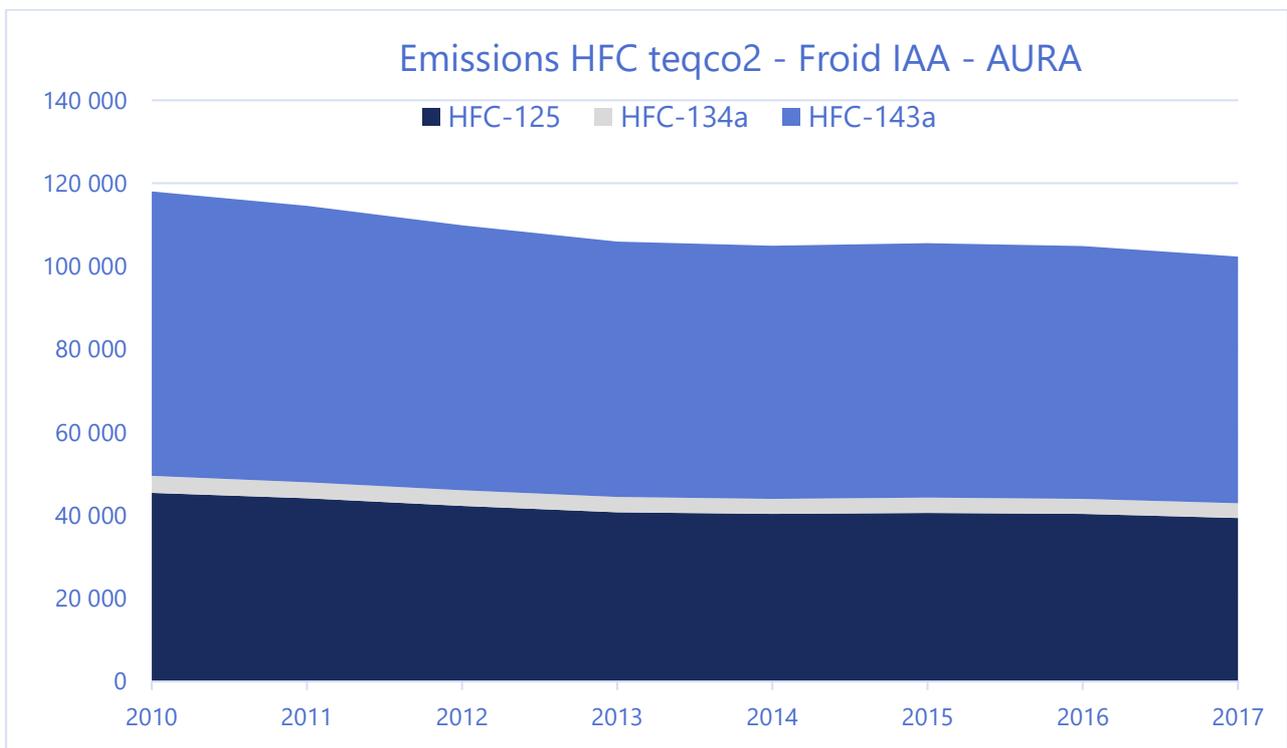


Figure 51 - Emissions (teqco2) de HFC dues au froid dans l'industrie Agro-Alimentaire (IAA) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

# 3. Résultats clés

## 3.1 Evolutions depuis 2010

Les évolutions annuelles des émissions de Gaz à Effet de Serre Fluorés par secteur d'activité en Auvergne-Rhône-Alpes présentées au fil du document sont synthétisées Figure 52 et Figure 53. Elles mettent en évidence que :

- Les secteurs dont les émissions de GES fluorés (teqco2) sont en baisse depuis 2012, sont :
  - Froid dans l'Industrie hors Agro-Alimentaire (-51%)
  - Extincteur (-41%)
  - Froid commercial (-29%)
  - Equipements électriques (-27%)
  - Froid domestique (-30%)
  - Transport frigorifique (-11%)
  - Froid dans l'Industrie Agro-Alimentaire (-7%)
  - Climatisation embarquée (- 1%)
  - Mousse (-0,1%)
- Les secteurs dont les émissions de GES fluorés (teqco2) sont en hausse depuis 2012, sont :
  - Pompe à chaleur (+78%)
  - Climatisation (+65%)
  - Industrie hors froid (+49%)
  - Aérosols (+28%)
  - Groupe refroidisseur d'eau (+7%)

Tous secteurs confondus, les Gaz à Effet de Serre Fluorés en Auvergne-Rhône-Alpes sont en augmentation constante depuis 2012 avec +20,6% en kg/an ce qui représente +13% en teqco2. Les secteurs des aérosols et de la climatisation sont les contributeurs principaux à cette hausse. Il est également bon de remarquer grâce à la représentation en teqco2 que les émissions restent stables par rapport à 2010, avec -0,1% d'émission.

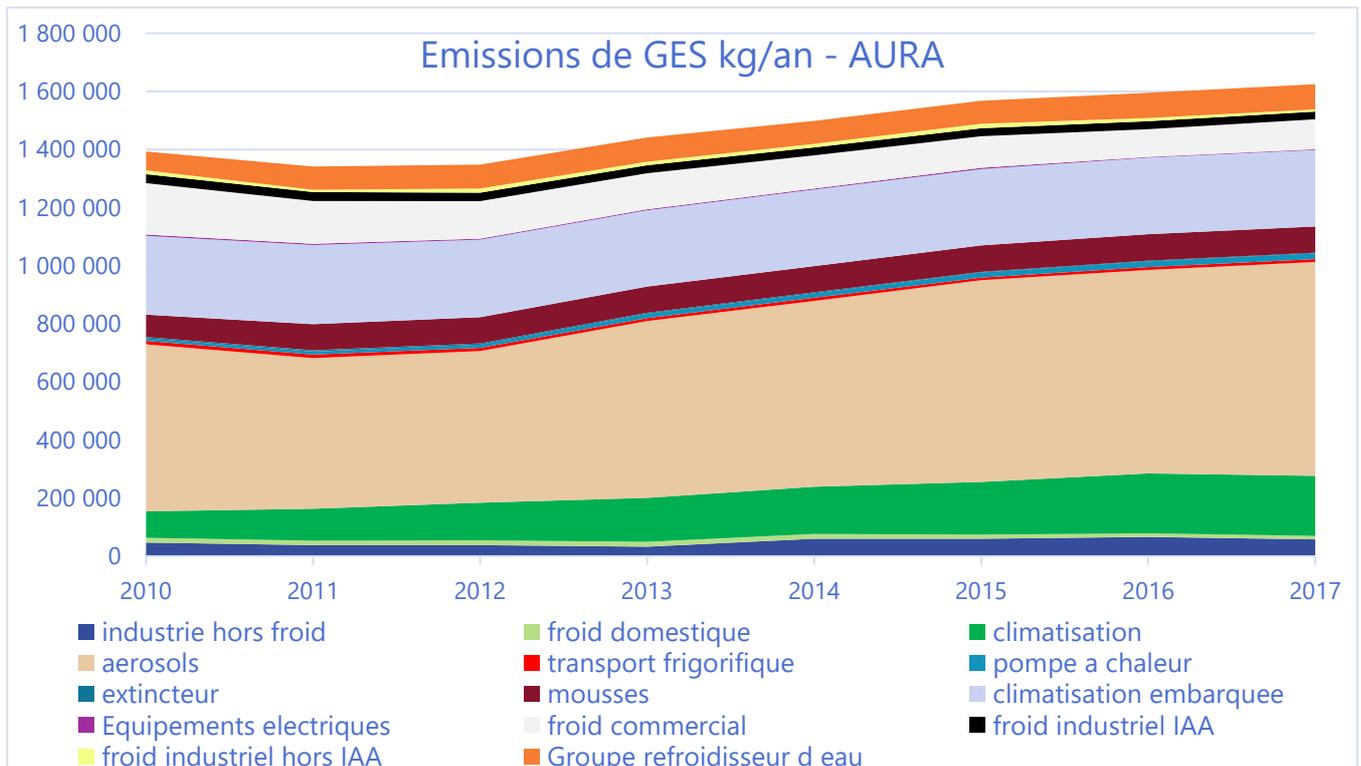


Figure 52 - Emissions (kg/an) de GES fluorés de 2010-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes

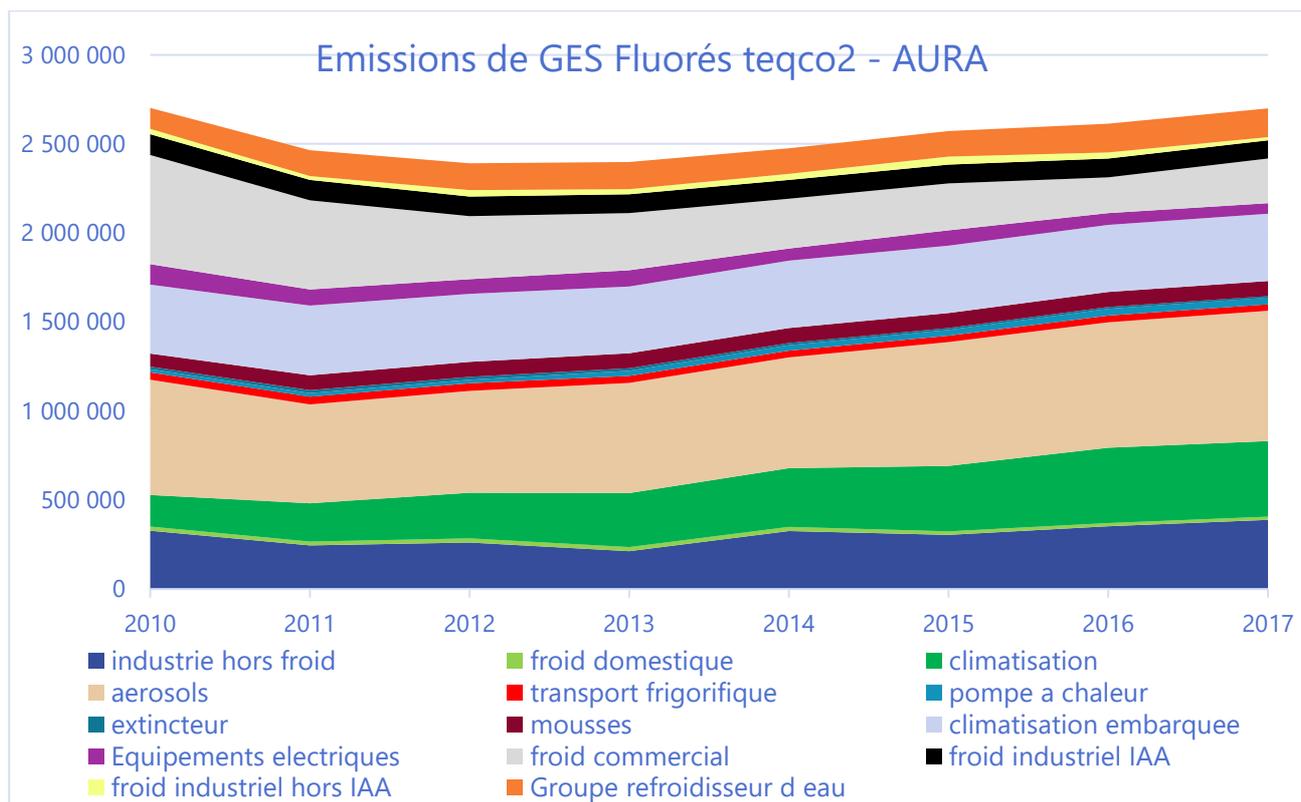


Figure 53 - Emissions (teqco2) de GES fluorés de 2010-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes

## 3.2 Situation 2017

Les répartitions des différents secteurs émettant des GES fluorés en AURA, pour l'année 2017 sont illustrées Figure 54 (en kg/an). Le secteur des aérosols représente à lui seul près de la moitié (45,3%) des émissions de GES fluorés (en kg/an). La climatisation (embarquée et fixe) est le 2<sup>ème</sup> secteur le plus émissifs, avec 12,7% pour la climatisation d'intérieur tertiaire et résidentiel, et 16,2% pour la climatisation embarquée (automobile, transports en commun, etc). A noter que dans notre région, l'automobile est le type de transport le plus émissif (84%) parmi les différents types de transports. Les transports en commun (bus, train et tram) ne représentent que 13,1% des émissions, avec une majorité des émissions provenant du bus (à 11%). Le tram ne représente que 0,1% des émissions, ces équipements étant peu nombreux et les quantités de fluides frigorigènes y sont très faibles. Enfin, les poids lourds représentent 3% des émissions de la climatisation embarquée en région Auvergne-Rhône-Alpes. Les secteurs du froid commercial, des groupes refroidisseurs d'eau et des mousses représentent respectivement 6,3, 5,3 et 3,5% de la totalité des émissions de GES de la région. Puis les autres secteurs contribuent à des pourcentages moindres, autour de 1 à 2 %.

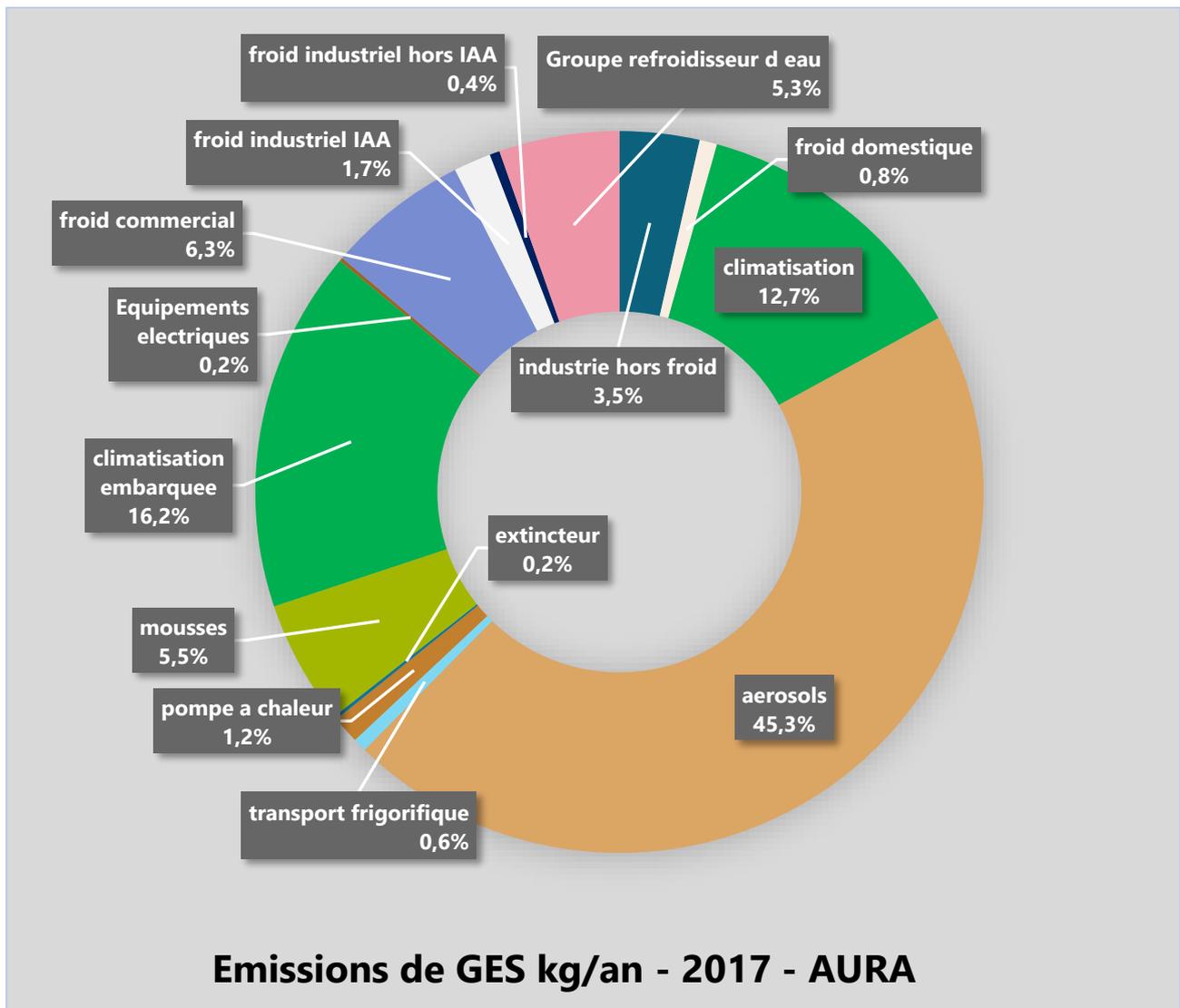


Figure 54 - Répartition des émissions de GES fluorés (kg/an) en AURA, 2017

La répartition des émissions par secteur pour l'année 2017 est présentée en termes de pouvoir réchauffement global Figure 55. Les aérosols demeurent les contributeurs majoritaires mais ils ne représentent plus que 28% des émissions. Ils utilisent notamment du HFC-152a au PRG très faible (124), la grande quantité de GES fluorés que ce secteur émet a finalement un impact amoindri.

A l'inverse, la climatisation qui ne représentait que 12,7% des émissions en kg/an, représente désormais 15,7% des émissions en teqco2. Les gaz utilisés dans ce secteur ont des forts PRG : le HFC 125 dont le PRG est de 3500 et le HFC 134a au PRG de 1430.

L'industrie hors froid est également un secteur émettant peu en terme de masse (3,5% kg/an) mais beaucoup en teqco2 avec 14,4% car les PRG des GES utilisés dans ce secteur sont très forts : le NF<sub>3</sub> (PRG : 17 200), le SF<sub>6</sub> (PRG : 22 800), et des PFC (PRG de 7 390 à 12 200).

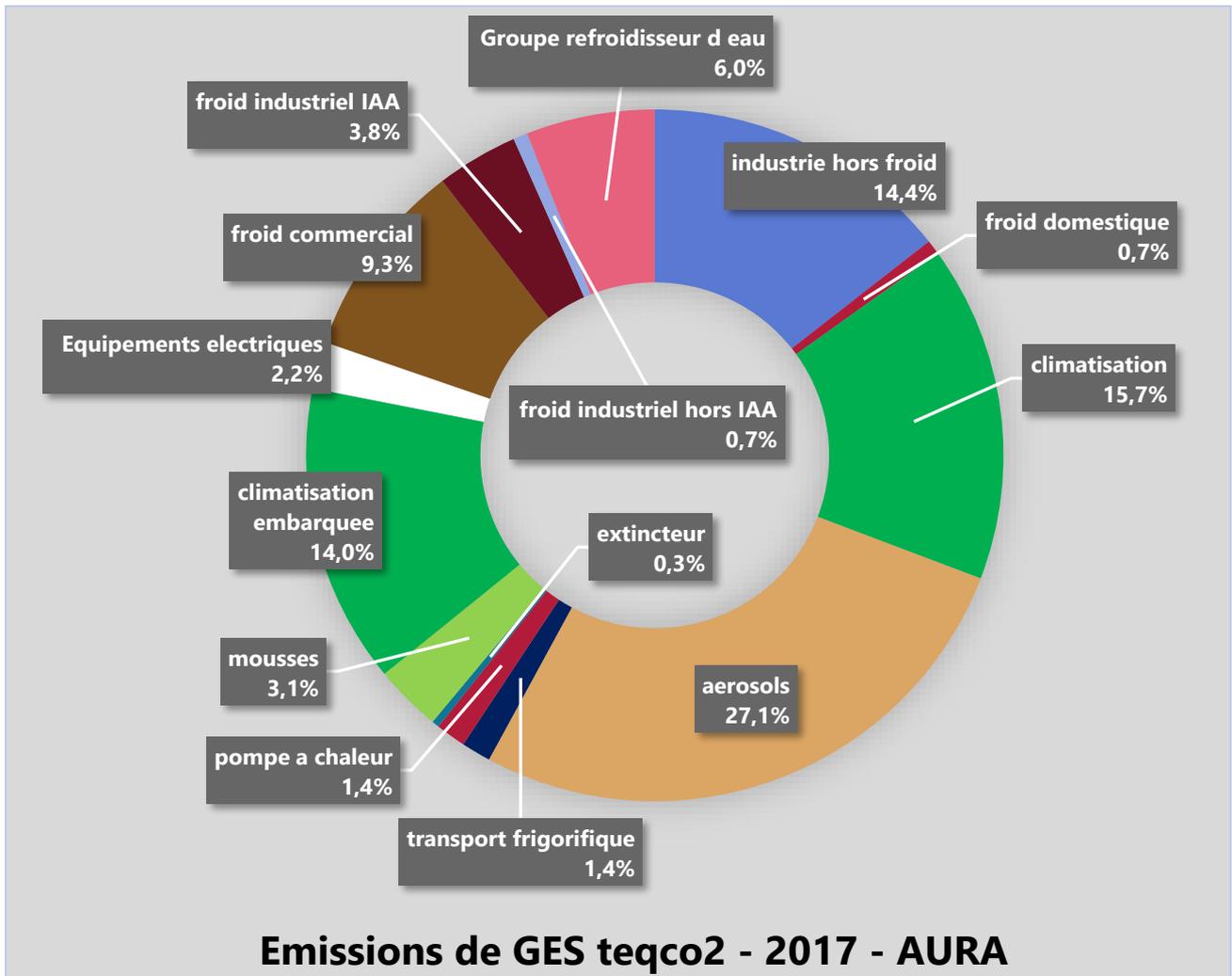


Figure 55 - Répartition des émissions de GES fluorés (teqco2) en AURA, 2017

Les 8 GES au plus haut PRG ne se retrouvent que dans 3 secteurs : l'industrie hors froid, les extincteurs, et les équipements électriques. Leur répartition selon leur présence est classée par ordre décroissant, soit du plus haut PRG : le SF<sub>6</sub>, au moins fort : le PFC-14 sur la Figure 56 .

Le NF3 (le PRG 2ème plus élevé : 17 200) et les PFC sont exclusivement utilisés dans l'industrie hors froid. Le SF<sub>6</sub> (PRG le plus élevé : 22 800) est majoritairement utilisé dans les équipements électriques à 75%, et seulement ¼ des émissions est issu de l'industrie hors froid. Même si l'équipement électrique a recours au SF<sub>6</sub>, l'industrie hors froid reste surreprésentée dans l'utilisation de HFC à fort PRG. La contenance de HFC-23 (le HFC au plus fort PRG) pour le secteur des extincteurs est insignifiant (1%) vue la faible quantité émise par ce secteur (0,2%).

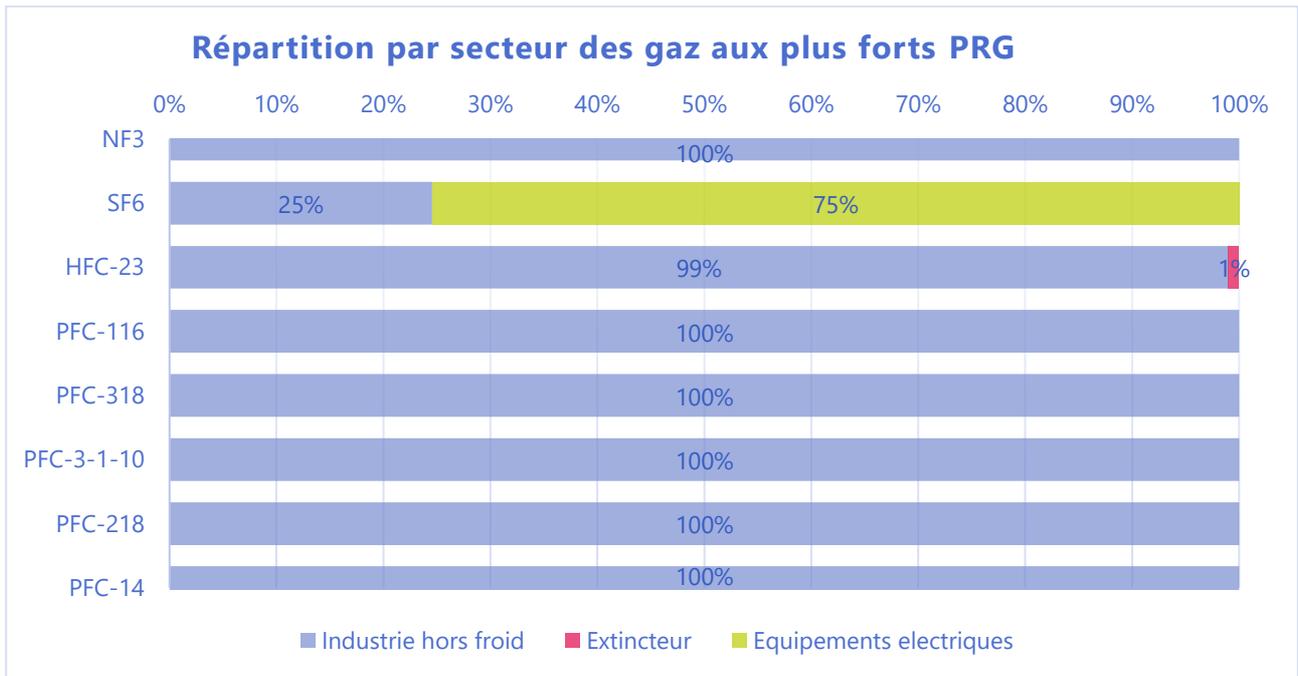


Figure 56 - Présence des GES aux plus forts PRG pour les 3 secteurs au plus haut PRG

Le HFC est le gaz majoritaire (à 94% en teqco2) dans les émissions de GES fluorés (Figure 57, en 2015 : année de la dernière émission connue de NF<sub>3</sub>). Le deuxième polluant est le SF<sub>6</sub>, avec seulement 4% des émissions, suivi du PCF (2%) et enfin du NF<sub>3</sub>, avec seulement 0,12% des émissions.

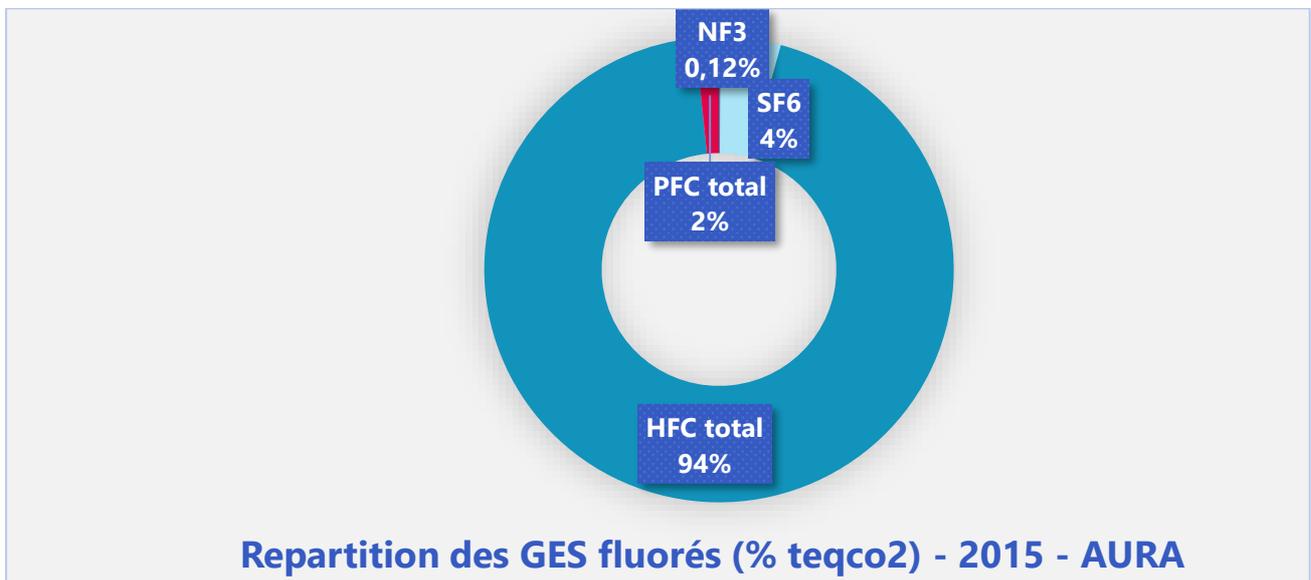


Figure 57 - Répartition des émissions de GES (% teqco2) fluorés de 2015 en Auvergne-Rhône-Alpes

Les émissions de **HFC** (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010 à 2017 sont présentées Figure 59. Les émissions totales de HFC sont en hausse depuis 2012, à +17%. Le HFC-134a est le plus massivement émis chaque année, en quantité assez stable. Le HFC-143a est en revanche en diminution constante avec -57% d'émissions depuis 2010 ou -30% depuis 2012 (teqco2).

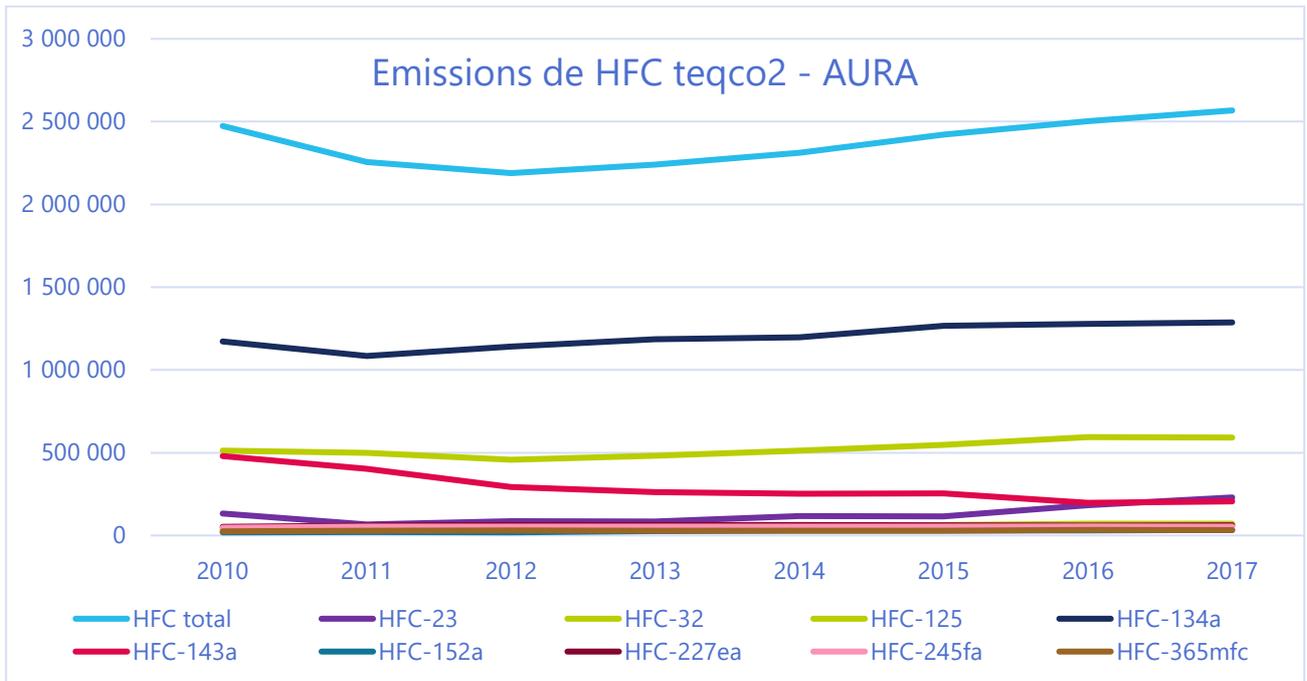


Figure 58 - Emissions de HFC (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

Les émissions totales (teqco2) de **PFC** depuis 2010 sont assez variables (Figure 59), principalement dû aux émissions du PFC-14, le PFC le plus émissif. Ce gaz est issu de l'industrie hors froid, dont la source de données est la base de données GEREP. La baisse significative des émissions (teqco2) en AURA de 2012 et 2013 est principalement justifiée par l'hétérogénéité des données des industries déclarantes. Enfin, on note une baisse de -62% d'émissions des PFC en AURA depuis 2012.

Les émissions de SF<sub>6</sub> et de NF<sub>3</sub> sont en baisse depuis 2010, avec respectivement -34% et -68% d'émissions (Figure 60).

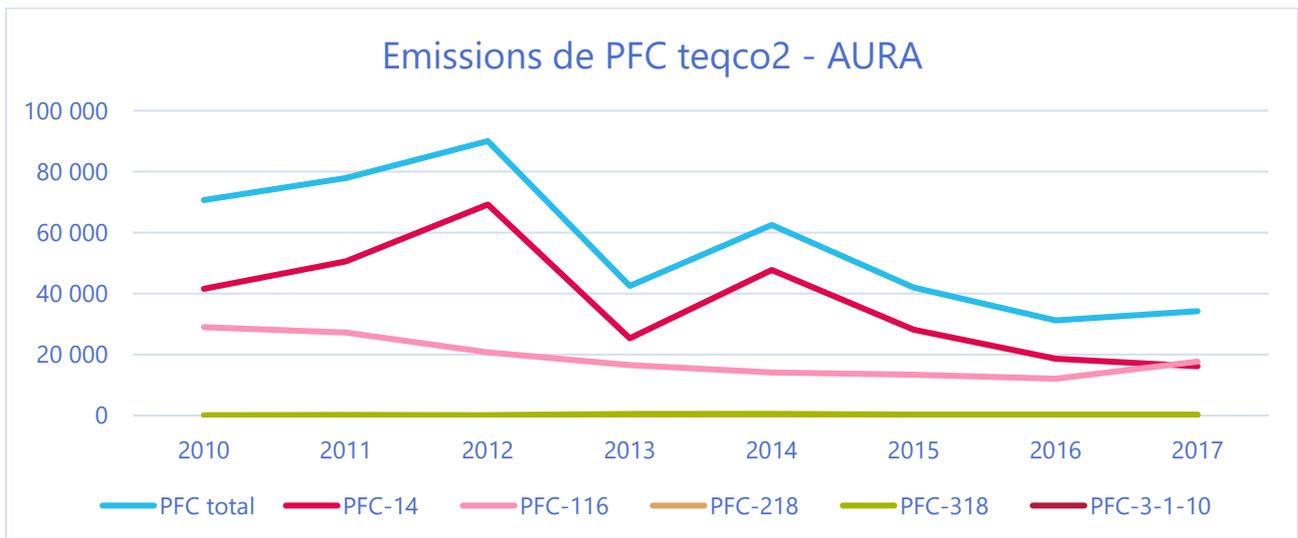


Figure 59 - Emissions de PFC (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

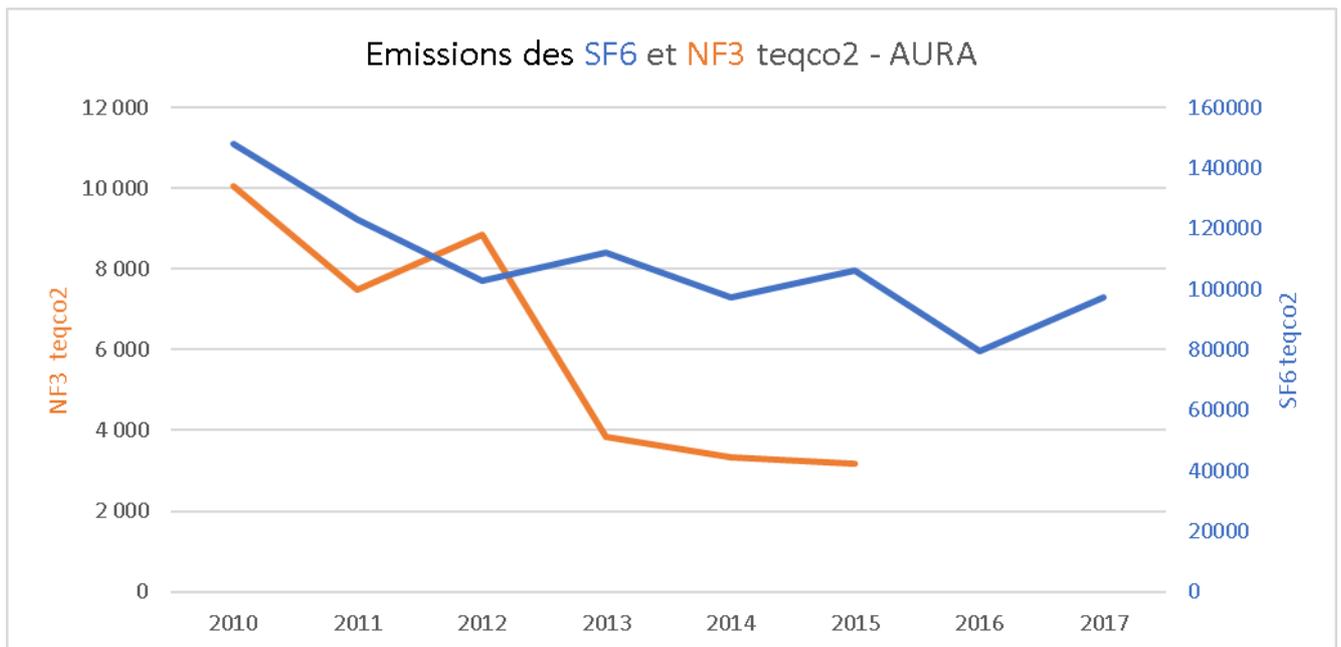


Figure 60 - Emissions de SF6 et NF3 (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017

Les émissions de HFC, PFC et SF<sub>6</sub> d’Auvergne-Rhône-Alpes sont comparées aux émissions nationales (kteqco2) publiées par le SECTEN (Figure 61). La part régionale des SF<sub>6</sub> est la plus importante avec 16 à 20% selon les années. Pour les HFC, les émissions régionales représentent en 2017 près de 14% des émissions nationales. Cette part est en constante croissance avec +2% depuis 2012. La part des PFC des émissions régionales par rapport aux émissions nationales est nettement plus modeste : 3% en 2017 et n’excède pas 5% selon les années.

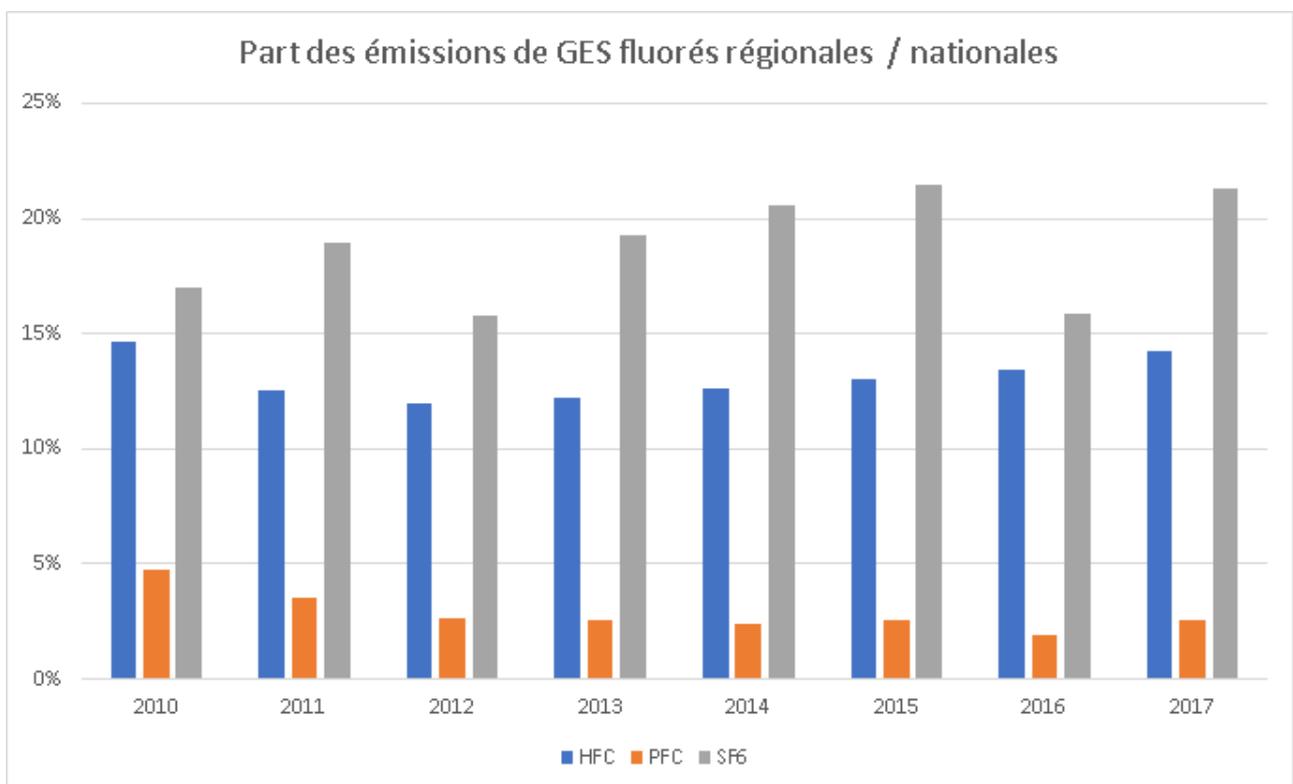


Figure 61 : Pourcentage des émissions (teqco2) régionales par rapport aux émissions nationales (SECTEN) de HFC, PFC et SF6 de 2010-2017

## 4. Conclusion

Ce document présente les résultats de l'inventaire des Gaz à Effets de Serre fluorés de la région Auvergne-Rhône-Alpes pour les années 2010 à 2017. Les émissions de HPC, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub> et PFC ont été recensés en provenance de quatorze secteurs d'activités.

Les émissions des GES fluorés sont en constante augmentation (kg/an) depuis 2010, mais les secteurs sont inégalement émissifs. Suite à l'interdiction des HCFC et des CFC, les émissions de HFC (les gaz de substitution) ont fortement augmentées depuis 2010. Les émissions de SF<sub>6</sub>, NF<sub>6</sub> et des PFC sont quant à elles en baisse.

Le HFC-134a est le HFC majoritairement employé, tous secteurs d'activité confondus. Les secteurs actuellement les plus émissifs sont les aérosols, la climatisation (embarquée et fixe) et l'industrie (hors froid). Cette tendance ne semble pas s'inverser. Les GES fluorés les plus polluants sont utilisés dans des secteurs spécifiques où les contraintes techniques et de sécurité semblent limiter la possibilité de trouver des alternatives (industrie, aérosols pharmaceutiques par exemple). De nouvelles réglementations mises en place récemment n'ont pas encore d'effet recensé car certaines transitions technologiques prennent du temps. Leurs impacts sur les émissions de Gaz à Effet de Serre fluorés ne seront quantifiables que dans quelques années. Ils demeurent cependant des leviers d'action à suivre car ils possèdent un haut PRG.

Par comparaison avec les chiffres de l'inventaire publié par ATMO Grand-Est<sup>10</sup>, la répartition des émissions par secteur entre ces deux régions est globalement similaire hormis pour la climatisation, ce qui s'explique essentiellement par une différence de zone climatique, prise en compte dans les calculs.

Proportionnellement aux émissions nationales, les SF<sub>6</sub> occupent une part notable (16 à 20% selon l'année), les HPC représentent également 12 à 15%, seuls les PFC contribuent moins aux chiffres nationaux (2 à 5%).

L'inventaire annuel jusqu'alors réalisé en Auvergne-Rhône-Alpes ne concerne que trois Gaz à Effet de Serre : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), et méthane (CH<sub>4</sub>). La part représentée par les GES fluorés vis-à-vis des GES « historiquement inventoriés » est représentée sur la figure ci-dessous : elle varie peu. Les gaz à effet de serre fluorés ne représentent qu'une faible part (~5%) des gaz à effet de serre (hors fluorés) à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes avec une tendance à l'augmentation au fil des ans.

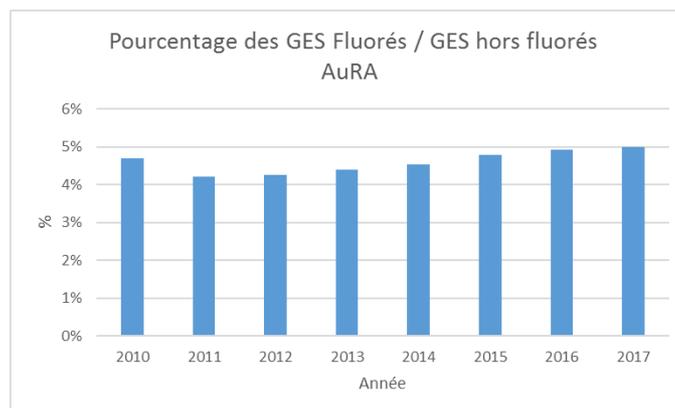


Figure 62 : Part des GES fluorés / GES (hors fluorés) en Auvergne-Rhône-Alpes

Précédemment à ce travail, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes avait réalisé en 2012 un inventaire des GES Fluorés sur l'ancienne région Rhône-Alpes.

Ce travail a permis de mettre à jour les chiffres pour la partie rhônalpine<sup>11</sup> et d'étendre les calculs à la zone auvergnate. Le premier inventaire de des GES fluorés sur l'ensemble de la nouvelle région a donc ainsi été établi. Sa déclinaison à l'échelle communale est attendue pour 2020.

<sup>10</sup> Présenté en annexe

<sup>11</sup> Comparaison aux chiffres 2012 présentée en annexe

# 5. Annexes

## 5.1 Les réglementations européennes et nationales

Les réglementations internationales, européennes et nationales encadrent les émissions des GES et tendent à limiter leur impact.

Le règlement n° 842/2006/CE a pour objet de confiner, de prévenir et de réduire les émissions de gaz à effet de serre fluorés visés par le protocole de Kyoto (SF6, HFC et PFC). Il a été abrogé par le règlement n° 517/2014/CE dit « F-Gaz II ». Dans ce dernier, les exigences du règlement de 2006 sur la certification des entreprises et des personnes sont globalement maintenues, toutefois, il y est instauré un calendrier de diminution progressive de mise sur le marché des substances à fort PRG, ou « Phase Down » : de 100 % en 2015 jusqu'à 21 % en 2030 des quantités en teqco2 mises en moyenne sur le marché dans les années 2009 à 2012<sup>12</sup>.

La traduction en droit français des directives européennes touche les secteurs :

- Secteur froid et climatisation : les articles R. 543-75 à R. 543-123 du Code de l'environnement réglementent les conditions de mise sur le marché, d'utilisation, de récupération et de destruction des fluides frigorigènes.
- Secteurs protection incendie, haute-tension et solvants : par le décret n°2011-396 du 13 avril 2011, de nouveaux acteurs de la filière des gaz fluorés doivent déclarer depuis deux ans à l'ADEME des informations relatives aux flux de distribution, de collecte et de traitement de gaz fluorés.

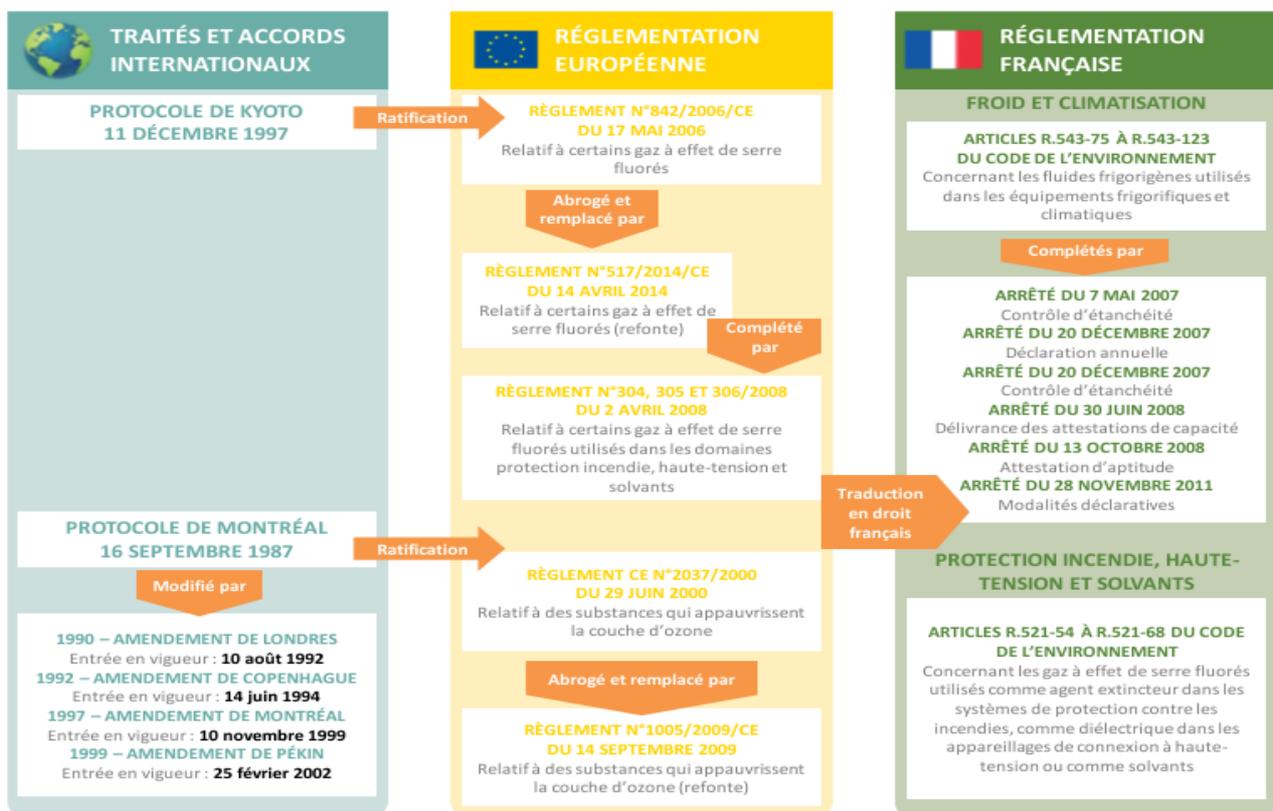


Figure 63 - Réglementation concernant les GES fluorés. Source ADEME, Observatoire des gaz fluorés 2016

<sup>12</sup> source ADEME Observatoire des gaz fluorés 2016

## 5.2 Sources des données par secteur

Secteurs	Source
<b>Extincteurs d'incendie</b>	CITEPA – BDD Ominea - 2019 INSEE – Connaissance Locale de l'Appareil Productif (CLAP) - 2017
<b>Aérosols</b>	Comité Français des Aérosols - Le marché des aérosols (statistiques), 2017 CITEPA – Rapport OMINEA, 2019 Eurostat – Population régionale et nationale, 2019 Gerep - Déclaration des émissions par les industriels, 2017
<b>Froid domestique</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes ; Inventaires des Emissions des fluides frigorigènes, 2016. INSEE, Nombre de Résidence principale France & par région, 2016.
<b>Froid commercial</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes – Inventaire des fluides frigorigènes, 2016 Eurostat - Population, 2017 INSEE – Connaissance Locale de l'Appareil Productif (CLAP) - 2017
<b>transports frigorifiques</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes, Emissions totales routier, 2016 Citepa, base OMINEA km/an parcourus par PL, VUL, Bus et car, 2019 Traffic routier, Km/an en région, 2019
<b>Climatisation embarquée</b>	Emissions totales nationales de la climatisation Automobile, Véhicules Industriels, Autobus et Autocars, Trains - Centre Energétique des Systèmes, 2015 Parc des véhicules – SoeS, 2019 Données climatisation des Tramways - SEMITAG, KEOLIS, SMTTC, TRANSDEV, 2019
<b>Mousse</b>	Eurostat, Population nationale & régionale, 2017 EREIE, Inventaires d'émissions de gaz fluorés dans le secteur d'activité des mousses d'isolation, 2012 Insee, nombre de résidence principale nationale & régionale, 2017 Citepa, base OMINEA km/an parcourus par PL, VUL, Bus et car, 2019 Traffic routier, Km/an en région, 2019
<b>Equipements électriques</b>	RTE – Statistiques, 2017 ERDF – Bilan d'émission GES, 2017 GEREP – Déclaration des émissions des industriels, 2017
<b>Pompe à chaleur</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes – Inventaire des fluides frigorigènes, 2016 Eurostat - Population, 2019
<b>Groupe refroidisseur d'eau</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes – Inventaire des fluides frigorigènes, 2016 Eurostat - Population, 2019
<b>Climatisation</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes – Inventaire des fluides frigorigènes, 2016 Eurostat - Population, 2019 Ministère de la Transition écologique et solidaire – Répartition géographique des équipements de climatisation en France, 2009 Arrêté du 29 novembre 2000 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments - Annexe 1 : zones climatiques définies par la RT2000, 2000.
<b>Froid dans l'industrie hors Agro-alimentaire</b>	Gerep - déclaration des émissions, 2017 Syndicat des patinoires - annuaire des patinoires en AURA, 2017 Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES) - Inventaires des Emissions des fluides frigorigènes en France, 2017 Ministère de la transition écologique et solidaire - Base des installations classes, 2017
<b>Froid dans l'industrie Agro-alimentaire</b>	Centre Efficacité énergétique des Systèmes - Inventaires des Emissions des fluides Frigorigènes, 2016 ; AGRESTE – Données production régionale du lait, de la viande et du vin, 2017 ; INSEE – données Connaissance locale de l'appareil productif, 2017

Le site du Registre des Emissions Polluantes (IREP) <https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep-registre-des-emissions-polluantes>, rend public les émissions des sites industriels français conformément au règlement (CE) n° 166/2006 du 18 janvier 2006. Cet arrêté fixe les conditions des déclarations d'émissions que les exploitants

sont tenus d'effectuer annuellement depuis 2007. Le système de télédéclaration, sous l'application dédiée GEREP, permet de satisfaire chaque année les obligations communautaires et internationales de la France en la matière.

Les données rendues publiques ne sont pas détaillées par polluant, seul le total de HFC et PFC sont mis à disposition, et le NF3 n'est pas disponible. ATMO AuRA a accès à une base plus complète des émissions déclarées par les principaux industriels d'Auvergne-Rhône-Alpes de 2007 à 2017. Elle apporte une information supplémentaire sur le type de HFC (Hfc-134a, HFC-23, etc) ou de PFC (PFC-14, PFC-116, etc) émis et en quelle quantité. Pour cet inventaire, cette base a été exclusivement utilisée.

Incertitude sur les données GEREP

Les déclarations d'émissions dans GEREP sont à considérer avec précaution, la liste des déclarants n'est pas exhaustive, certains sites industriels n'ont pas l'obligation de déclarer sous un certain seuil, et les données déclarées peuvent avoir une marge d'erreur.

## 5.3 Mélanges commerciaux

	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a
<b>R-134a</b>				100%	
<b>R-407c</b>		23%	25%	52%	
<b>R-410a</b>		50%	50%		
<b>R-404a</b>			44%	4%	52%
<b>R-507</b>			50%		50%
<b>R-422D</b>			65%	32%	
<b>R-427A</b>		15%	25%	50%	10%
<b>R-417a</b>			47%	50%	
<b>R-407f</b>		30%	30%	40%	

## 5.4 Comparaison avec les chiffres clés de Grand-Est<sup>13</sup>

L'inventaire transmis par Grand-Est ne contient pas les données concernant l'industrie afin de respecter le secret statistique. Il n'y a donc pas de comparaison possible pour les émissions de SF6, PFC et NF3. Seul le HFC et les secteurs hors industries et équipements électriques du présent inventaire d'Auvergne-Rhône-Alpes pour 2017 sont pris en compte dans cette comparaison.

Il apparaît dans le tableau que la climatisation représente 13% des émissions pour AURA et seulement 3% pour Grand-Est, cette différence est principalement expliquée par la localisation géographique de ces deux régions. Grand-Est est situé dans la zone climatique d'été 'Bassin Parisien' pour laquelle la climatisation ne représente que 18% des installations. Auvergne-Rhône-Alpes appartient en partie aux zones « Sud-Ouest et centre-Est » et « Rivage Méditerranéen » qui représente 76% des installations de climatisation française. De plus la population, utilisée en clef de ventilation des émissions nationales pour ce secteur, est supérieure en AURA, par rapport à celle de Grand-Est.

Hormis pour la climatisation, il n'y a pas d'écart notable pour les autres secteurs. La répartition des émissions par secteur en AURA et Grand-Est est donc globalement similaire.

<sup>13</sup> Méthodologie employée par Grand-Est : [https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Rapport%20final%20CONSO-EMI%20V2019\\_vf.pdf](https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Rapport%20final%20CONSO-EMI%20V2019_vf.pdf)

Tableau 4: Répartition des émissions par secteur pour la région Grand Est (GE) et la Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) en 2017

Secteurs	%part GE	%part AURA	diff %
Aérosols	52%	48%	-4%
Climatisation	3%	13%	10%
Climatisation embarquée	20%	17%	-2%
Extincteur	0%	0%	0%
Froid commercial	8%	7%	-1%
Froid domestique	1%	1%	0%
Groupe Refroidisseur d'Eau	6%	6%	-1%
Mousse	7%	6%	-1%
Pompe à Chaleur	1%	1%	0%
Transport Frigorifique	1%	1%	0%

## 5.5 Comparaison avec les émissions de GES fluorés estimées en 2012 en Rhône-Alpes

ATMO AuRA avait réalisé en 2012 un inventaire des GES Fluorés sur l'ancienne région Rhône-Alpes. Le tableau ci-dessus présente les comparaisons des inventaires à l'échelle de la nouvelle région d'Auvergne-Rhône-Alpes pour les émissions correspondant à l'année 2012. La différence en valeur absolue et en part (%) par secteurs a été calculée.

Tableau 5: Répartition des émissions de 2012 par secteur pour l'ancienne région Rhône-Alpes et la nouvelle région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA)

GES kg/an	RA - 2012	RA - 2012 %	AURA - 2012	AURA - 2012 %	diff	diff %
Aérosols	301 556	32,4%	521 940	38,7%	220 384	6,3%
Climatisation à air	53 461	5,7%	129 575	9,6%	76 114	3,9%
Climatisation embarquée	204 928	22,0%	266 469	19,8%	61 541	-2,2%
Equipement Electrique	1 578	0,2%	3 559	0,3%	1 981	0,1%
Froid commercial	128 129	13,8%	129 338	9,6%	1 209	-4,2%
Froid domestique	13 839	1,5%	16 473	1,2%	2 634	-0,3%
Froid industriel	33 252	3,6%	43 036	3,2%	9 784	-0,4%
Groupe refroidisseur d'eau	57 516	6,2%	82 262	6,1%	24 746	-0,1%
Industrie (hors froid)	119 230	12,8%	132 515	9,8%	13 286	-3,0%
Pompe à chaleur	9 129	1,0%	11 077	0,8%	1 948	-0,2%
Transport frigorifique	8 204	0,9%	11 435	0,8%	3 231	0,0%
Total général	930 821	100,0%	1 347 679	100,0%	416 858	0,0%

## 6. Bibliographie

CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) (2017) - OMINEA 2017 : Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France – <http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/ominea>

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2006) - GIEC 2006 : Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K. (eds). Publié : IGES, Japon – 2006. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/>

## 7. Glossaire

AGRESTE : Service de la statistique et de la prospective du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AURA : Auvergne-Rhône-Alpes

BDREP : Déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets

CES : Centre Efficacité énergétique des Systèmes

CLAP : Connaissance locale de l'appareil productif

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

GES – Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IAA : Industrie Agro-Alimentaire

IREP : Registre des Emissions Polluantes <https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep-registre-des-emissions-polluantes>, qui rend public les émissions des sites industriels français conformément au règlement (CE) n° 166/2006 du 18 janvier 2006. Cet arrêté fixe les conditions des déclarations d'émissions que les exploitants sont tenus d'effectuer annuellement depuis 2007. Le système de télédéclaration, sous l'application dédiée GEREP, permet de satisfaire chaque année les obligations communautaires et internationales de la France en la matière.

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

OMINEA : Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques

PCIT : Pôle de Coordination national sur les Inventaires d'émission Territoriaux

SNAP : Selected Nomenclature for Air Pollutants

## 8. Table des illustrations

Figure 1 - Années de disponibilité des données par secteurs (en vert si présent) .....	8
Figure 2 - Présence de Gaz à Effet de Serre fluorés (GES) par secteur (en vert si présent) .....	9
Figure 3 - Polluants considérés dans le présent inventaire, classés du plus fort PRG (2007) au plus faible. ....	9
Figure 4 - Logigramme de calcul des émissions du secteur des Extincteurs. ....	11
Figure 5 - Emissions de HFC (kg/an) dues aux extincteurs de 2000-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes.....	12
Figure 6 - Emissions de HFC (teqco2) dues aux extincteurs de 2000-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes .....	12
Figure 7 - Logigramme de calcul des émissions du secteur des Aérosols.....	13
Figure 8 - Emissions de HFC (kg/an) dues au Aérosols en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017.....	14
Figure 9 - Emissions de HFC (teqco2) dues au Aérosols en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017. ....	14
Figure 10 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du Froid Domestique .....	15
Figure 11 - Emissions de HFC-134a (kg/an) dues au froid domestique en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	16
Figure 12 - Emissions de HFC-134a (teqco2) dues au froid domestique en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	16
Figure 13 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du Froid Commercial.....	17
Figure 14 - Répartition des émissions selon sous-secteur du froid commercial en Auvergne-Rhône-Alpes en 2017 (sources CLAP INSEE).....	17
Figure 15 - Emissions de HFC (kg/an) dues au froid commercial en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	18
Figure 16 - Emissions de HFC (teqco2) dues au froid commercial en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	18
Figure 17 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du transport frigorifique.....	19
Figure 18 - Emissions de HFC (kg/an) dues au transport frigorifique en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017 .....	20
Figure 19 - Emissions de HFC (teqco2) dues au transport frigorifique en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017 .....	20
Figure 20 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la climatisation embarquée.....	21
Figure 21 - Emissions de HFC (kg/an) dues à la climatisation embarquée en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017 .....	22
Figure 22 - Emissions de HFC (teqco2) dues à la climatisation embarquée en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017 .....	22
Figure 23 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la mousse .....	23
Figure 24 - Emissions de HFC (kg/an) dues à la mousse en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017 ..	24
Figure 25 - Emissions de HFC teqco2 dues à la mousse en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017... ..	24
Figure 26 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la mousse .....	25
Figure 27 - Emissions de SF <sub>6</sub> (kg/an) dues aux équipements électriques en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017 .....	25
Figure 28 - Emissions de SF <sub>6</sub> teqco2 dues aux équipements électriques en Auvergne-Rhône-Alpes de 2000-2017 .....	26

Figure 29 - Répartition des émissions par type d'industrie (Hors froid), en Auvergne-Rhône-Alpes 2017. ...	26
Figure 30 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de l'industrie hors froid.....	27
Figure 31 - Emissions de GES (kg/an) dues à l'industrie hors froid en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	27
Figure 32 - Emissions de GES (teqco2) dues à l'industrie hors froid en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	28
Figure 33 - Emissions (kg/an) de GES pour les semi-conducteurs en Auvergne-Rhône-Alpes 2000-2017.....	29
Figure 34 - Emissions (teqco2) de GES pour les semi-conducteurs en Auvergne-Rhône-Alpes 2000-2017 ..	29
Figure 35 - Logigramme de calcul des émissions du secteur pompe à chaleur.....	30
Figure 36 - Emissions (kg/an) de HFC pour les pompes à chaleur en Auvergne-Rhône-Alpes 2005-2017 ....	31
Figure 37 - Emissions (teqco2) de HFC pour les pompes à chaleur en Auvergne-Rhône-Alpes 2005-2017 ..	31
Figure 38 - Logigramme de calcul des émissions du secteur groupe refroidisseur d'eau .....	32
Figure 39 - Emissions des HFC (kg/an) dues aux Groupes Refroidisseur d'Eau en Auvergne-Rhône-Alpes de 2004-2017 .....	32
Figure 40 - Emissions des HFC (teqco2) dues aux groupes refroidisseurs d'eau en Auvergne-Rhône-Alpes de 2004-2017 .....	33
Figure 41 - Zones climatiques été et hiver d'après RT2000 .....	34
Figure 42 - Logigramme de calcul des émissions du secteur de la climatisation .....	34
Figure 43 - Emissions (kg/an) de HFC de la climatisation en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2005-2017	35
Figure 44 - Emissions (teqco2) de HFC de la climatisation en région Auvergne-Rhône-Alpes de 2005-2017 .....	35
Figure 45 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du froid dans l'industrie hors Industrie Agro-Alimentaire.....	36
Figure 46 - Répartition des sources d'émissions HFC dans le secteur industrie hors IAA en 2017 .....	36
Figure 47 - Emissions (kg/an) des HFC de l'industrie hors Agro-Alimentaire en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	37
Figure 48 - Emissions (teqco2) des HFC de l'industrie hors Agro-Alimentaire en Auvergne-Rhône-Alpes de 2007-2017 .....	37
Figure 49 - Logigramme de calcul des émissions du secteur du froid dans l'industrie hors Industrie Agro-Alimentaire.....	39
Figure 50 - Emissions (kg/an) de HFC dues au froid dans l'industrie Agro-Alimentaire (IAA) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017 .....	40
Figure 51 - Emissions (teqco2) de HFC dues au froid dans l'industrie Agro-Alimentaire (IAA) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017 .....	40
Figure 52 - Emissions (kg/an) de GES fluorés de 2010-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes .....	41
Figure 53 - Emissions (teqco2) de GES fluorés de 2010-2017 en Auvergne-Rhône-Alpes.....	42
Figure 54 - Répartition des émissions de GES fluorés (kg/an) en AURA, 2017 .....	43
Figure 55 - Répartition des émissions de GES fluorés (teqco2) en AURA, 2017.....	44
Figure 56 - Présence des GES aux plus forts PRG pour les 3 secteurs au plus haut PRG.....	45
Figure 57 - Répartition des émissions de GES (% teqco2) fluorés de 2015 en Auvergne-Rhône-Alpes.....	45
Figure 58 - Emissions de HFC (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017.....	46

Figure 59 - Emissions de PFC (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017.....	46
Figure 60 - Emissions de SF6 et NF3 (teqco2) en Auvergne-Rhône-Alpes de 2010-2017 .....	47
Figure 61 : Pourcentage des émissions (teqco2) régionales par rapport aux émissions nationales (SECTEN) de HFC, PFC et SF6 de 2010-2017.....	47
Figure 62 : Part des GES fluorés / GES (hors fluorés) en Auvergne-Rhône-Alpes.....	48
Figure 63 - Réglementation concernant les GES fluorés. Source ADEME, Observatoire des gaz fluorés 2016 .....	49
Tableau 1 : Liste des gaz à effet de serre fluorés pris en compte dans l'inventaire .....	8
Tableau 2 : SNAPS et secteurs de l'inventaire.....	10
Tableau 3 : Sources par secteurs traités dans l'inventaire .....	10
Tableau 4: Répartition des émissions par secteur pour la région Grand Est (GE) et la Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) en 2017.....	52
Tableau 5: Répartition des émissions de 2012 par secteur pour l'ancienne région Rhône-Alpes et la nouvelle région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA).....	52