



UTILISATION ET EMISSIONS DE GAZ FLUORES EN REGION SUD

Avril 2024

Date de parution

Avril 2024

Contact

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier, sylvain.mercier@atmosud.org

Pilote de projet : Damien Bouchard damien.bouchard@atmosud.org

Références

Gaz fluorés / rapport 01 / Louis Reniers – Damien Bouchard – Ludovic Lelandais – Damien Piga

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie la Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur, sans qui ce travail n'aurait pu se faire, pour son accompagnement technique et financier dans le cadre de son Plan Climat « gardons une COP d'avance. AtmoSud exprime également sa gratitude à Atmo Grand-Est pour le partage de leur outil et de leurs méthodologies de calcul pour estimer les émissions de ce secteur, ainsi que pour leur collaboration.

PARTENAIRES

Conseil régional de la région SUD Provence Alpes Côte d'Azur



AUTEURS DU DOCUMENT

Louis Reniers – AtmoSud, Ludovic Lelandais – AtmoSud

SOMMAIRE

I	Introduction et contexte	5
II	Définitions.....	5
II.1	Activités responsables des émissions.....	7
II.2	Fluides frigorigènes et polluants	7
II.2.1	Gaz et pouvoir de réchauffement global	7
II.2.2	Composition des fluides.....	9
III	Méthodologie	10
III.1	Méthodologie nationale.....	10
III.1.1	La nature des émissions.....	11
III.1.1.1	Les émissions à la charge.....	11
III.1.1.2	Les émissions durant la durée de vie.....	12
III.1.1.3	Les émissions lors de la fin de vie	12
III.1.1.4	La gestion des conteneurs.....	13
III.1.2	Les activités émettrices de gaz fluorés	14
III.1.2.1	Froid domestique	14
III.1.2.2	Froid commercial.....	14
III.1.2.3	Groupes de refroidisseurs à eau.....	14
III.1.2.4	Transport frigorifique	14
III.1.2.5	Climatisation embarquée	15
III.1.2.6	Climatisation et les pompes à chaleur	15
III.1.2.7	Climatisation de postes électriques.....	15
III.1.2.8	Aérosols.....	15
III.1.2.9	Expanseurs de mousses.....	16
III.1.2.10	Extincteurs.....	16
III.2	Ventilation régionale et communale par type d'activité	17
III.2.1	Froid domestique.....	17
III.2.2	Froid commercial	17
III.2.3	Groupes refroidisseurs à eau	17
III.2.4	Transport frigorifique.....	17
III.2.5	Climatisation embarquée.....	18
III.2.6	Climatisation et les pompes à chaleur	18
III.2.7	Climatisation des postes électriques.....	19
III.2.8	Aérosols	19
III.2.9	Expanseurs de mousses	19
III.2.10	Extincteurs	19
IV	Résultats	20
IV.1	Emissions régionales par rapport aux émissions nationales	20

IV.1.1	Froid domestique.....	20
IV.1.2	Froid commercial.....	20
IV.1.3	Groupes refroidisseurs à eau.....	20
IV.1.4	Transport frigorifique.....	20
IV.1.5	Climatisation embarquée.....	21
IV.1.6	Climatisation et les pompes à chaleur.....	21
IV.1.7	Climatisation de postes électriques.....	21
IV.1.8	Aérosols.....	21
IV.1.9	Expanseurs de mousses.....	21
IV.1.10	Extincteurs.....	22
IV.2	Secteurs et activités émettrices en région.....	22
IV.3	Proportions de polluants émis.....	23
IV.4	Résultats finaux.....	24
V	Conclusion et Perspectives.....	26

I INTRODUCTION ET CONTEXTE

Les gaz fluorés, bien que moins répandus que d'autres gaz à effet de serre, possèdent un pouvoir de réchauffement global extrêmement élevé, amplifiant leur impact sur le changement climatique. Leur utilisation dans diverses activités telles que la réfrigération et la climatisation en font des gaz très présents dans le quotidien des habitants de la région Sud.

Ces gaz ne sont pas pris en compte pour l'instant dans l'inventaire des émissions réalisé par AtmoSud, mais le calcul d'inventaire a été rendu possible grâce au financement de la région Sud, ainsi qu'au partage de la méthodologie de calcul par Atmo Grand-Est. Le présent rapport vise à fournir une analyse des émissions de gaz fluorés dans la région Sud, en mettant en lumière les sources principales, les tendances actuelles et les implications environnementales associées.

II DEFINITIONS

Les gaz fluorés sont des gaz d'origine synthétique contenant du fluor utilisés principalement pour la production de froid, mais également dans d'autres applications comme agents gonflants ou encore comme propulseurs d'aérosols. Ces derniers participent à la destruction de la couche d'ozone et sont de puissants gaz à effet de serre (GES). De plus les gaz fluorés ont des durées de vie dans l'atmosphère très variables pouvant aller de quelques années (comme le HFC-152a qui perdure en moyenne 1,4 ans dans l'atmosphère GIEC, AR6,2021) à plusieurs siècles (comme le HFC-23 qui perdure en moyen 260 ans dans l'atmosphère (GIEC, AR6,2021).

Ces gaz ont donc un effet durable sur l'atmosphère qui démontre la nécessité d'inclure leurs émissions dans l'inventaire régional.

Les gaz fluorés existent dans de nombreuses formes et sont regroupés en familles qui sont succinctement présentées ci-dessous. Dans les inventaires d'AtmoSud seuls les HFC et le SF₆ sont pour le moment comptabilisés actuellement :

- Les chlorofluorocarbures (CFC) sont des dérivés des alcanes, où tous les atomes d'hydrogène ont été substitués par des atomes de chlore et de fluor. Leurs propriétés physico-chimiques, leurs faibles coûts de production et leur stabilité leur ont valu un grand intérêt industriel notamment dans les aérosols et comme agents réfrigérants. Leurs utilisations ont par la suite été interdites à l'échelle mondiale par le protocole de Montréal en 1987 à la suite de la découverte de leur rôle dans la destruction de l'ozone stratosphérique par la libération du chlore qui les constituent lorsqu'ils sont détruits. Aujourd'hui les émissions de CFC ont été remplacées par d'autres composés contenant moins de chlore : les hydro-chlorofluorocarbures (H-CFC) ou pas du tout : les hydrofluorocarbures (HFC).
- Les hydrochlorofluorocarbures (H-CFC) sont des composés dérivés des alcanes, caractérisés par le remplacement partiel des atomes d'hydrogène par des atomes de chlore et de fluor. Leur attrait réside dans leurs propriétés physico-chimiques adaptées à diverses applications industrielles, ainsi que dans leur relative accessibilité économique et leur stabilité. Ils ont été largement utilisés dans des domaines tels que les systèmes de réfrigération et les aérosols. Cependant, leur utilisation a été progressivement restreinte en raison de leur contribution à la détérioration de la couche d'ozone. Conscient des risques environnementaux, le Protocole de Montréal a progressivement restreint leur utilisation, incitant les industries à rechercher des alternatives moins nocives.

De nos jours les CFC et HCF-C ne sont quasiment plus du tout émis en France et dans le monde à la faveur des différentes réglementations et ne sont donc pas considérés dans notre inventaire régional.

- Les hydrofluorocarbures (HFC) sont des composés chimiques qui ont été de plus en plus utilisés comme substituts aux chlorofluorocarbures (CFC) et aux hydrochlorofluorocarbures (H-CFC). Ils

se caractérisent par l'absence d'atomes de chlore dans leur structure, ce qui les rend non toxiques pour la couche d'ozone. Leur développement a été motivé par les préoccupations croissantes concernant l'impact des substances précédemment utilisées sur l'environnement. Les HFC ont été largement adoptés dans des applications telles que la climatisation, la réfrigération et les aérosols. Cependant, malgré leur moindre impact sur la couche d'ozone, les HFC ne sont pas sans défaut, car ils contribuent au réchauffement climatique en tant que gaz à effet de serre. Par conséquent, de nouveaux efforts sont déployés pour trouver des alternatives encore plus respectueuses de l'environnement. Actuellement l'inventaire d'AtmoSud pour les gaz fluorés se concentre sur les émissions de HFC qui sont majoritairement utilisés et pour lesquels des données fiables sont disponibles. Parmi les HFC 7 composés sont quantifiés :

HFC-125 ; HFC-134a ; HFC-143a ; HFC-152a ; HFC-227ea ; HFC-23 ; HFC-32

- Le dernier gaz fluoré estimé dans notre inventaire est l'hexafluorure de soufre (SF_6). C'est un gaz inerte, inodore et incolore largement utilisé dans diverses industries, notamment l'électronique et l'électricité, en raison de ses excellentes propriétés d'isolation électrique. Cependant, le SF_6 est un gaz à effet de serre extrêmement puissant, avec un potentiel de réchauffement global bien plus élevé que celui du dioxyde de carbone. Son utilisation contribue donc de manière significative au réchauffement climatique. Des efforts sont entrepris pour réduire l'émission de SF_6 dans l'atmosphère, notamment par le développement de technologies alternatives et la mise en place de réglementations visant à limiter son utilisation et à favoriser la gestion appropriée des équipements contenant du SF_6 .
- En plus des composés mentionnés précédemment, il existe d'autres gaz fluorés tels que le trifluorure d'azote (NF_3) et les bromofluorocarbures, qui sont également utilisés dans diverses applications industrielles. Le NF_3 est principalement utilisé dans la production de semi-conducteurs et d'écrans plats, tandis que les bromofluorocarbures sont souvent employés comme agents gonflants dans les mousses isolantes et comme agents extincteurs dans les systèmes d'extinction d'incendie. Bien que ces composés présentent des propriétés chimiques spécifiques adaptées à leurs applications respectives, ils contribuent également aux problèmes environnementaux tels que le réchauffement climatique et la destruction de la couche d'ozone. Enfin Les perfluorocarbones (PFC) sont des composés organiques fluorés dans lesquels tous les atomes d'hydrogène ont été substitués par des atomes de fluor. Leur structure chimique stable et leur inertie les rendent utiles dans diverses applications industrielles, notamment comme agents de transfert de chaleur, agents de nettoyage et gaz propulseurs. Ils étaient principalement émis par la fabrication d'aluminium dans les années 1990 pour désormais être émis principalement par l'utilisation de solvant (CITEPA, SECTEN 2023). Les PFC représentaient moins de 0.1% des émissions de GES à l'échelle nationale en 2022 (CITEPA, SECTEN 2023).

II.1 Activités responsables des émissions

Les gaz fluorés sont utilisés dans une variété d'applications industrielles et domestiques en raison de leurs propriétés spécifiques. Les applications les plus communes qui sont prises en compte dans le calcul d'inventaire sont :

- Réfrigération et Climatisation : les gaz fluorés sont utilisés comme fluides frigorigènes dans les systèmes de climatisation, de réfrigération et de congélation. Ils absorbent et dissipent la chaleur pour maintenir une température basse dans ces appareils qui sont très présents dans de nombreux secteurs (climatisation des bâtiments et des véhicules, réfrigérateurs, etc.)
- Aérosols : certains gaz fluorés sont utilisés comme propulseurs dans les aérosols. Ils permettent de libérer le contenu de l'aérosol sous forme de spray.
- Isolation Thermique : certains gaz fluorés sont utilisés comme agents gonflants dans la production de mousses isolantes, qui sont utilisées dans la construction pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.
- Équipements Électriques : certains gaz fluorés sont utilisés dans les équipements électriques, tels que les transformateurs et les disjoncteurs, pour leur capacité à isoler l'électricité et à refroidir les composants.

La composition des émissions par type d'activité est détaillée dans les sous sections correspondantes de la section 4.

II.2 Fluides frigorigènes et polluants

II.2.1 Gaz et pouvoir de réchauffement global

Les gaz fluorés, bien que leur concentration dans l'atmosphère soit faible par rapport aux autres gaz, ont un fort impact sur le changement climatique en raison de leur puissant effet de serre. Le pouvoir de réchauffement global (PRG) est un indicateur de l'effet de serre d'un gaz qui permet sa comparaison au CO₂. Par exemple un gaz qui a un PRG de 1000 signifie que ce gaz a le potentiel de réchauffer 1000 plus le climat que le CO₂ à quantité égale émise.

Les PRG sont issus du cinquième rapport du groupe intergouvernemental des expert du climat (GIEC, AR5,2013).

Gaz	SF ₆	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-365mfc	HFC-43-10mee
PRG 100		12400	675	3170	1300	4800	138	2640	804	1650

Tableau 1 : pouvoir de réchauffement global (PRG) sur 100 ans des gaz fluorés les plus communs (GIEC, AR5,2013)

Une réglementation des gaz fluorés a été mise en place pour limiter l'utilisation des gaz au plus fort PRG qui ont déjà fait l'objet d'interdiction par le passé. Ainsi, les chlorofluorocarbures (CFC) et les hydro chlorofluorocarbures (HCFC) ont été peu à peu éliminés des appareils frigorifiques à la suite de l'adoption du protocole de Montréal en 1987. Cet accord international a été établi dans l'objectif de réduire l'utilisation de CFC et de HCFC pour préserver la couche d'ozone stratosphérique.

Ces gaz ont été remplacés par les hydrofluorocarbures (HFC) qui ont également un fort impact

environnemental, qui sont aujourd'hui régulés par le Règlement (UE) n° 517/2014 qui définit des quotas de quantité de fluide mis sur le marché, et peut interdire l'utilisation pour certains usages. Depuis 1990, la demande en HFC en France a fortement augmenté pour donner suite aux besoins de remplacement des CFC et HCF-C dans la charge des équipements neufs comme l'illustre la figure 1. Les demandes pour certains HFC comme le HFC 143a et le HFC 134a semblent se stabiliser depuis les années 2015 aux alentours des 45000 – 50000 Mg. A l'inverse, les demandes pour d'autres HFC comme le HFC 125 ou le HFC 32 ne cessent d'augmenter depuis l'émergence du besoin de ces composés dans les années 1995-1998 (figure 1).

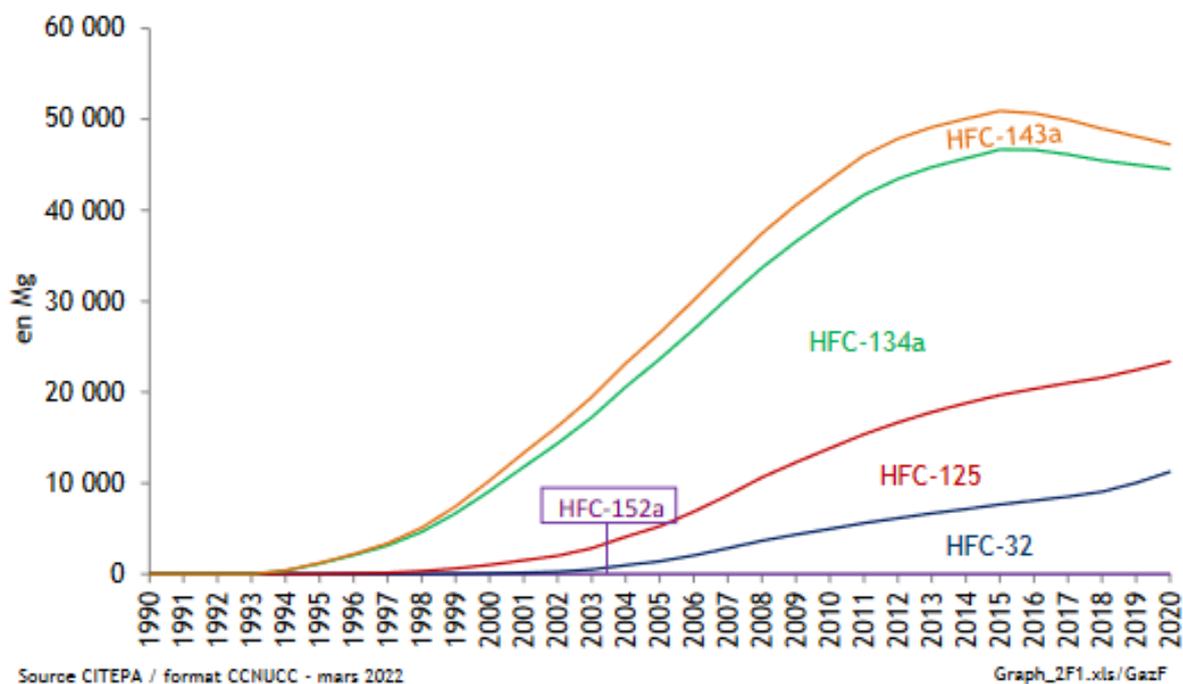


Figure 1 : Évolution du besoin en HFC en France pour la production et la charge des équipements neufs (Périmètre Kyoto) source : CITEPA-OMINA 2023

Malgré la demande croissante des HFC pour la charge d'équipements neufs (illustré en figure 1), la quantité des HFC utilisés et émis n'augmente pas de façon continue en corrélation directe avec la demande (figure 2). En effet certains des émissions de certains HFC diminuent depuis les années 2015 - 2018 tels que le HFC 134a, le HFC 125 et le HFC 143a (figure 2). Ces diminutions sont attribuables à l'évolution des réglementations qui limite désormais l'utilisation de ces gaz pour certains usages comme le HFC-134a qui a été interdit dans les

nouveaux types de véhicules du marché européen depuis l'adoption du Règlement (UE) n° 517/2014.

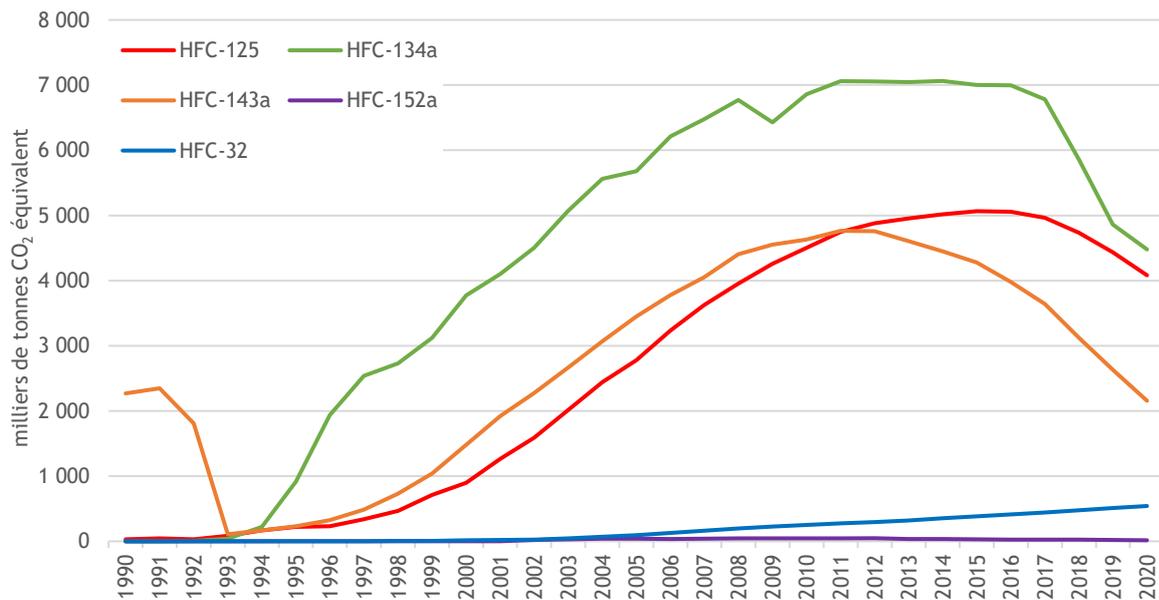


Figure 2 : Évolution des émissions de HFC en France source : CITEPA-OMINA 2023

II.2.2 Composition des fluides

Les fluides utilisés dans les équipements frigorifiques sont en réalité des mélanges de plusieurs gaz fluorés. La composition de ces fluides est choisie pour leurs propriétés thermodynamiques adaptées à des applications spécifiques, tout en respectant les normes environnementales et de sécurité.

Les fluides sont donc choisis en fonction du type d'équipement utilisé mais la réglementation dirige cette utilisation vers des fluides constitués de gaz au PRG moins élevé.

	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a
R-134a				100%	
R-407c		23%	25%	52%	
R-407a		20%	40%	40%	
R-410a		50%	50%		
R-404a			44%	4%	52%
R-507			50%		50%
R-422D			65%	32%	
R-427A		15%	25%	50%	10%
R-417a			47%	50%	
R-448A		26%	26%	21%	
R-449A		24%	25%	26%	
R-450a				42%	
R-452a		11%	59%		
R-454c		21,5%			
R-455a		21,5%			
R-513a				44%	
R-407f		30%	30%	40%	

Tableau 2 : Composition des principaux fluides frigorigènes (tableau non exhaustif) source GIEC.

III METHODOLOGIE

La méthodologie actuellement employée pour obtenir des résultats régionaux et communaux consiste à ventiler des résultats nationaux fournis par le CITEPA selon des clés de ventilation basées sur des données locales ou régionales. Dans cette section, la méthodologie nationale qui se base sur les recommandations internationales sera explicitée afin de présenter les types d'émissions et sous-secteurs associés responsables d'émissions de gaz fluorés ce qui permettra d'appréhender les origines des données utilisées lors de la ventilation. Par la suite la ventilation des données nationales à l'échelle régionale puis communale sera explicitée pour chaque sous-secteur.

III.1 Méthodologie nationale

La méthodologie nationale repose sur les recommandations du GIEC, les améliorations apportées par les CES (centre de recherche commun) de Mines-ParisTech et des travaux de thèse. Le schéma global présentant les sous-secteur et types d'émissions responsables de l'émission de gaz fluorés est présenté ci-dessous (figure 3). La méthodologie mise en place par le CITEPA, qui dresse les inventaires d'émissions à l'échelle nationale prend en compte 5 types d'émissions :

- l'élimination ou la diminution progressive des CFC et des HCFC
- les émissions ayant lieu durant la charge de l'équipement
- les émissions la durée de vie de l'équipement,
- les émissions de démantèlement en fin de vie de l'équipement
- la gestion des conteneurs à fluides frigorigènes.

Pour que les différentes émissions soient cohérentes, le calcul est réalisé à partir de la quantité totale de fluide frigorigène contenues dans les équipements formant le parc national. La banque de fluides frigorigènes en cours est calculée à partir des données sur les marchés d'équipements, des charges moyennes par type d'équipements, des fluides utilisés et de la durée de vie moyenne des équipements. La banque correspond donc aux quantités de fluides frigorigènes présentes, une année donnée, dans les équipements formant le parc d'installation. Elle va donc dépendre des quantités d'équipements présentes et de la quantité de fluide contenue dans chaque équipement, ainsi que la durée de vie ceux-ci. Afin de calculer la banque de façon la plus réaliste possible, il a été choisi de calculer les charges réelles des équipements et de prendre en compte une courbe de survie, traduisant la part des équipements d'un millésime donné présente sur le parc une année donnée. Les émissions de gaz fluorés ont donc plusieurs natures qui sont détaillées ci-dessous.

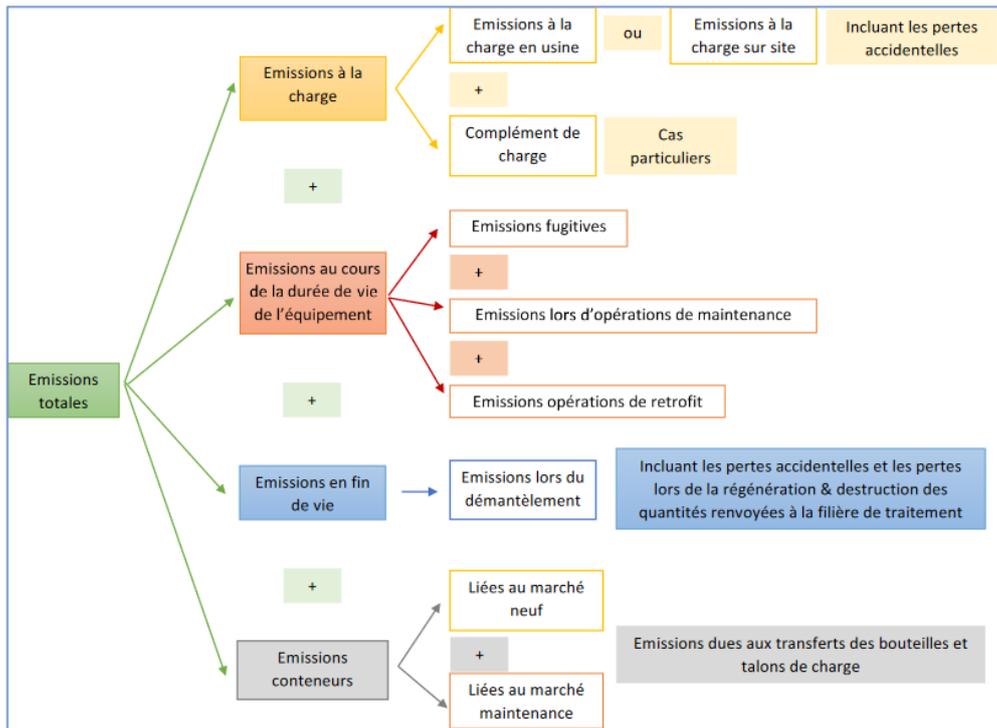


Figure 3 : Principe de la méthode de calcul des émissions nationales de fluides frigorigènes (CITEPA-OMINEA 2023)

III.1.1 La nature des émissions

III.1.1.1 Les émissions à la charge

Les émissions à la charge correspondent aux pertes et fuites lors de la charge de l'équipement en fluide frigorigène. Cela comprend la charge en usine et sur site mais également des cas particuliers où des éventuels compléments de charge sont nécessaires après la mise en fonctionnement de l'équipement.

Les calculs des émissions à la charge sont réalisés en proportion de la quantité de fluide frigorigène chargé dans les équipements neufs et utilise un facteur d'émission différent pour chaque sous-secteur. En effet la charge d'un climatiseur, d'un aérosol ou d'un extincteur n'aura pas le même facteur d'émissions car les méthodologie et techniques de charges sont différentes mais aussi car la quantité de fluides injectée dans chaque équipement est différente. De plus la méthode utilisée pour charger l'appareil impacte la quantité de fuite. En usine, le facteur d'émission est plus faible lorsque les équipements sont chargés sur place manuellement (comme lors de l'installation d'un climatiseur chez un particulier par exemple).

EQUATION 7.12
SOURCES OF EMISSIONS WHEN CHARGING NEW EQUIPMENT

$$E_{charge, t} = M_t \cdot \frac{k}{100}$$

Where:

$E_{charge, t}$ = emissions during system manufacture/assembly in year t , kg

M_t = amount of HFC charged into new equipment in year t (per sub-application), kg

k = emission factor of assembly losses of the HFC charged into new equipment (per sub-application), percent

Calcul des émissions à la charge selon le GIEC, 2006

III.1.1.2 Les émissions durant la durée de vie

Les émissions au cours de la durée de vie de l'équipement prennent en compte

- Les émissions fugitives accidentelles : fuite de fluide lors de l'utilisation de l'équipement
- Les émissions lors des opérations de maintenance : lorsque les émissions fugitives font baisser la charge de l'équipement en dessous d'un certain seuil, une opération de maintenance est nécessaire. Ces émissions sont une proportion du complément de charge (calculé dans la charge)
- Les opérations de retrofit : à la suite de l'interdictions de plusieurs fluides frigorigènes, certaines installations utilisant ces fluides qui ne parviennent pas en fin de vie sont converties vers l'utilisation d'un autre fluide frigorigène. Cette conversion correspond aux émissions de fin de vie de l'équipement initial et à la charge de l'équipement converti.

Le calcul est réalisé en proportion de la banque, c'est-à-dire la quantité totale de fluide en circulation dans le type d'activité concerné.

EQUATION 7.13
SOURCES OF EMISSIONS DURING EQUIPMENT LIFETIME

$$E_{lifetime,t} = B_t \cdot \frac{x}{100}$$

Where:

$E_{lifetime,t}$ = amount of HFC emitted during system operation in year t , kg

B_t = amount of HFC banked in existing systems in year t (per sub-application), kg

x = annual emission rate (i.e., emission factor) of HFC of each sub-application bank during operation, accounting for average annual leakage and average annual emissions during servicing, percent

In calculating the refrigerant bank (B_t) all systems in operation in the country (produced domestically and imported) have to be considered on a sub-application by sub-application basis.

Calcul des émissions pendant la durée de vie selon le GIEC, 2006

III.1.1.3 Les émissions lors de la fin de vie

En fin de vie des équipements, ces derniers sont démantelés et envoyés vers une usine de destruction ou de régénération. Le calcul prend en compte les émissions accidentelles lors du démantèlement et lors de la destruction ou de la régénération et dépend de la qualité de l'intervention pour décharger l'équipement de son fluide frigorigène.

Le calcul est fait en proportion de la charge réelle au moment du démantèlement.

EQUATION 7.14
EMISSIONS AT SYSTEM END-OF-LIFE

$$E_{\text{end-of-life}, t} = M_{t-d} \cdot \frac{p}{100} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{rec}, d}}{100}\right)$$

Where:

$E_{\text{end-of-life}, t}$ = amount of HFC emitted at system disposal in year t , kg

M_{t-d} = amount of HFC initially charged into new systems installed in year $(t-d)$, kg

p = residual charge of HFC in equipment being disposed of expressed in percentage of full charge, percent

$\eta_{\text{rec}, d}$ = recovery efficiency at disposal, which is the ratio of recovered HFC referred to the HFC contained in the system, percent

Calcul des émissions de fin de vie selon le GIEC, 2006

III.1.1.4 La gestion des conteneurs

Ce sont les émissions liées à la manipulation des conteneurs et le transfert de fluides frigorigènes utilisés pour fournir le marché. Afin de les évaluer, il est nécessaire de connaître le besoin en fluides frigorigènes pour la production et la charge d'équipements neufs ainsi que pour la maintenance du parc et le rétrofit des installations. A ce besoin doivent être ajoutés les talons de charge correspondant aux quantités restant dans les bouteilles lorsqu'elles sont retournées aux distributeurs. Cette quantité est évaluée, selon les distributeurs à environ 15% du marché.

EQUATION 7.11
SOURCES OF EMISSIONS FROM MANAGEMENT OF CONTAINERS

$$E_{\text{containers}, t} = RM_t \cdot \frac{c}{100}$$

Where:

$E_{\text{containers}, t}$ = emissions from all HFC containers in year t , kg

RM_t = HFC market for new equipment and servicing of all refrigeration application in year t , kg

c = emission factor of HFC container management of the current refrigerant market, percent

Calcul des émissions de la gestion des conteneurs selon le GIEC, 2006

III.1.2 Les activités émettrices de gaz fluorés

Les gaz fluorés sont utilisés dans de nombreux domaines, et l'origine des émissions dépend en partie du domaine dans lequel les gaz fluorés sont utilisés. En effet un gaz fluoré utilisé comme agent propulseur dans un aérosol ou un extincteur sera en grande partie émis dans l'atmosphère lors de l'utilisation de celui-ci tandis qu'un gaz fluoré utilisé comme agent refroidissant sera le plus émis à travers des fuites qui peuvent avoir lieu à différents stades de vie de l'équipement. Les émissions de gaz fluorés dépendent donc aussi des usages et de l'activité pour lesquels ils sont employés.

Le CITEPA a déterminé 10 types d'activités responsables de l'émissions de gaz fluorés qui sont listés ci-dessous et sont attribuées à un ou plusieurs secteurs d'activité à la fois.

III.1.2.1 Froid domestique

L'activité du froid domestique comprend les émissions de HFC des congélateurs et réfrigérateurs utilisés dans le cadre domestique et sont ainsi à inclure dans l'inventaire du secteur résidentiel. La totalité des émissions de cette activité sont des HFC-134A, qui ont remplacé les CFC et HCFC à la suite de leur interdiction en 2002. On considère alors que cette interdiction est respectée et que la totalité des fluides utilisés sur le marché ont été remplacés.

III.1.2.2 Froid commercial

Le froid commercial comprend les émissions liées à l'utilisation des congélateurs, réfrigérateurs et tout autre équipement frigorifique dans un cadre commercial (hypermarchés, supermarchés, petits commerces), mais ne prend pas en compte le transport frigorifié des marchandises, qui est calculé dans la partie transport frigorifique. Ces émissions sont donc à prendre en compte dans l'inventaire du secteur tertiaire. Les fluides frigorigènes utilisés dans les commerces sont beaucoup plus nombreux que ceux utilisés dans le domestique (R-134a, R-404A, R-407A, R-407C, R-407F, R-410A, R-417A, R-422D, R-448A, R-449A, R-450A, R-454C, R-455A, R-507, R-513A), qui sont des mélanges de HFC-32, HFC-125, HFC-134a et de HFC-143a.

III.1.2.3 Groupes de refroidisseurs à eau

Les groupes refroidisseurs à eau (chiller) sont des équipements qui permettent le refroidissement de l'eau et sont utilisés principalement dans les commerces et dans les aquariums même si des usages industriels et domestiques existent également mais avec une utilisation moins intensive (refroidissement de machines, consommation d'eau potable froide, etc.).

Les données nationales de la base de données OMINEA (catégorie chillers) différencie trois tailles de groupes : petit, moyen et grand ; et leur attribue une utilisation de plusieurs fluide frigorigènes (R-134a, R-32, R-407C, R-410A, R-422D et R-427A) qui sont des mélanges de HFC-32, de HFC -125, de HFC -134a et de HFC -143a qui sont les gaz émis par ce type d'activité.

III.1.2.4 Transport frigorifique

Cette section regroupe les émissions liées à l'utilisation des HFC dans le refroidissement des véhicules transportant des marchandises frigorifiées hors la climatisation de la cabine.

Les fluides frigorigènes utilisés sont le R-134a, le R-404A, le R-410A, le R-450A, le R-452A et le R-513A qui sont des mélanges de HFC -32, de HFC -125, de HFC -134a et de HFC -143a.

III.1.2.5 Climatisation embarquée

Cette section regroupe les émissions liées à l'utilisation de la climatisation dans les véhicules particuliers, dans les véhicules utilitaires légers (cabine), les poids lourds (cabine), les bus, les cars et les trains.

Le gaz utilisé pour la climatisation des véhicules routier est exclusivement du HFC-134a. Les bus et cars utilisent également un peu de HFC-125 (moins de 0,5% OMINEA, 2023). Les trains quant à eux utilisent pour leur climatisation surtout du HFC-134a mais également du HFC-125 (quelques pourcents en 2021) et de HFC-32 (~14% en 2021).

III.1.2.6 Climatisation et les pompes à chaleur

Cette section comptabilise les émissions liées à l'utilisation de la climatisation dans les climatiseurs de « petite taille », les « splits » et les « rooftop units » et des pompes à chaleurs.

III.1.2.7 Climatisation de postes électriques

Les émissions de SF₆ concernent les postes de RTE, EDF et ENEDIS. Un poste correspond à une installation ou un site où sont effectuées des opérations spécifiques liées à la gestion et à la distribution d'électricité. Ces postes sont généralement des points de connexion importants dans le réseau électrique, où l'électricité est transformée, distribuée ou surveillée. Les fuites de SF₆, normalement très localisées sur quelques postes liées à des incidents techniques, la vieillisse de certaines installations ou des erreurs de manipulations, se retrouvent lissées sur le territoire.

III.1.2.8 Aérosols

Les aérosols utilisant des gaz fluorés sont divisés en deux catégories, les aérosols techniques et les aérosols pharmaceutique. Pour ces deux types d'aérosols les trois sources d'émissions sont à considérer pour les aérosols :

- Les émissions à la charge en usine lors du conditionnement :
 - Aérosols techniques : il existe un grand nombre de petits producteurs et conditionneurs. Les émissions sont estimées à partir des quantités totales de HFC consommées et conditionnées en France pour ce type d'aérosol et d'un facteur d'émission. De plus, afin de tenir compte du fait que les importations d'aérosols techniques sont plus importantes que les exportations, un facteur de 15% appelé estimation du solde des importations est appliqué.
 - Aérosols pharmaceutiques : il existe peu de sites producteurs. Les émissions sont déclarées chaque année aux DREAL.
- Les émissions à l'usage : l'usage des aérosols est dit "totalement émissif", le gaz du propulseur est totalement mis l'atmosphère.
- Les émissions en fin de vie : si l'aérosol n'est pas totalement utilisé, la destruction, les gaz restants sont émis également. Cette source n'est pas considérée, les émissions étant supposées avoir lieu en totalité à l'usage.

Les statistiques sur les aérosols sont détaillées par type d'aérosols : produits pour le corps, produits pour la maison, produits pharmaceutiques, produits pour l'automobile...

Les propulseurs utilisés pour les aérosols sont les suivants :

- Aérosols techniques : HFC-134a et HFC-152a,
- Aérosols pharmaceutiques : HFC-134a et HFC-227ea.

III.1.2.9 Expandeurs de mousses

Les HFC sont utilisés en tant qu'agent d'expansion dans les mousses d'isolation pour diverses applications. Les applications principales sont dans les chauffe-eaux, pour l'isolation des bâtiments et pour isolation des véhicules de transport frigorifique. Différents types de HFC sont utilisés en fonction du secteur d'application et de la famille de mousse : HFC-134a, HFC-227ea, HFC-365mfc, HFC-152a et HFC-245fa.

Les émissions de HFC liées à l'utilisation des mousses sont attribuées à différents secteurs selon l'usage finale des mousses et de chaque secteur.

Elles sont réparties selon leur usage par secteur d'activité de la manière suivante d'après les proportions indiquées dans le rapport : « *Inventaires d'émissions de gaz fluorés dans le secteur d'activité des mousses d'isolation – Résultats* (EReIE, novembre 2012) :

- Chauffe-eaux : 44% résidentiel et 56 % tertiaire
- Transport frigorifique : 100% trafic routier
- Isolation des bâtiments : 75% résidentiel et 25% tertiaire

III.1.2.10 Extincteurs

Pour des applications spécifiques comme la protection des salles contenant des systèmes informatiques, une catégorie d'extincteurs utilise des HFC dont les propriétés permettent une action rapide.

Les HFC sont utilisés depuis le milieu des années 1990 en remplacement des CFC et HCFC qui ont été interdits.

Deux types de HFC sont consommés : le HFC-227ea en très grande majorité (~96%) et le HFC-23 (~4%) (OMINEA, 2023). Les quantités de HFC vendus dans cette application sont en diminution depuis le milieu des années 2000. Le HFC-23 n'est plus mis sur le marché depuis le 1er janvier 2016 à la suite de l'application du règlement n°517/2014. Néanmoins, le HFC-23 a pu être récupéré sur des équipements en fin de vie ou en maintenance, puis être recyclé avant réintégration dans de nouveaux équipements. Ainsi, il apparaissait encore une (très faible) part de nouveaux équipements contenant du HFC-23 jusqu'en 2018 (ADEME, OMINEA 2023). Toutefois, plus aucun nouvel équipement mis en service ne consomme ce gaz depuis 2019 (ADEME, OMINEA 2023) ;

Trois sources d'émissions sont à considérer :

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

III.2 Ventilation régionale et communale par activité

La méthode de calcul des émissions des gaz fluorés est une adaptation de l'outil de calcul d'ATMO Grand-Est. Pour chaque activité, décrites en section 1.2, la méthode générale est une ventilation des données nationales de la base de données OMINEA qui sont ventilées vers un résultat régional avec une clé de ventilation qui diffère en fonction de l'activité.

Le résultat régional est ensuite ventilé à la commune avec une clé de ventilation parfois différente de la ventilation régionale.

Certaines données nationales distinguent les émissions à la charge des émissions à l'usage et en fin de vie selon les activités. Néanmoins la distinction entre les différents types d'émissions n'est pas toujours disponible à l'échelle régionale et selon l'usage. Lors de la ventilation régionale les éventuelles distinctions entre les types d'émissions (à la charge, à l'usage et en fin de vie) disponibles pour certaines activités sont donc agrégées. Une des améliorations possibles des prochaines versions de cet inventaire sera la prise en compte des différents types d'émissions par activité afin d'améliorer nos connaissances sur l'origine des émissions de gaz fluorés sur nos territoires.

III.2.1 Froid domestique

Le calcul régional réalisé est une ventilation des données issues de la base de données OMINEA en fonction de la population.

Le résultat régional est ensuite ventilé à la commune en fonction du nombre de résidences principales présentes sur la commune.

III.2.2 Froid commercial

Le résultat régional est obtenu en ventilant les données nationales de la base de données OMINEA sur le nombre de commerces sur le territoire par rapport au nombre de commerce national (par catégorie de commerce).

Les émissions régionales sont ensuite ventilées de la même manière à la commune. Les nombres de commerces sont mis à disposition par l'agence centrale des organismes de sécurité sociale (ACOSS) (caisse nationale des unions de recouvrement des cotisations de sécurité sociale et d'allocations familiales (URSSAF)).

III.2.3 Groupes refroidisseurs à eau

Les données nationales sont ventilées pour le territoire au prorata de la population de la région par rapport à la population nationale, et la donnée régionale est ensuite ventilée à la commune au prorata du nombre de salariés dans le tertiaire.

III.2.4 Transport frigorifique

La base de données OMINEA différencie le refroidissement des véhicules de type poids lourd et des véhicules de type véhicule utilitaire léger. Ces deux catégories d'émissions sont donc ventilées séparément pour obtenir un résultat régional au prorata des trafics respectifs. Le résultat régional est ventilé à la commune de la même manière.

III.2.5 Climatisation embarquée

La ventilation régionale des données de la base nationale OMINEA se fait au prorata du trafic routier de chaque catégorie de véhicule. Pour les trains, la ventilation est faite en fonction du budget TER de 2011, ce qui représentait 7% du budget national pour la région Sud.

La ventilation des résultats régionaux sont ensuite ventilés à la commune pour les véhicules et les trains au prorata des kilomètres parcourus pour chaque catégorie de véhicule.

Actuellement, la climatisation des rames de tramway et métro n'est pas comptabilisée.

III.2.6 Climatisation et les pompes à chaleur

Les installations sont réparties inégalement sur le territoire national, c'est pourquoi les données de la base OMINEA sont ventilées en fonction des zones climatiques illustrées en figure 4. Le territoire de la région Sud est entièrement situé en région climatique « tempéré chaud sec » (figure 4) (« warm temperate dry ») aussi nommée « Ed » par le GIEC et dans la suite de ce rapport. Selon le ministère de l'écologie cette région concentre 46% des équipements installés en France. Par hypothèse 46% des émissions liées aux climatisations et pompes à chaleurs sont donc attribuées à cette région. Le résultat de la région est ensuite calculé au prorata de la population de la région Sud par rapport à celle de la région climatique.

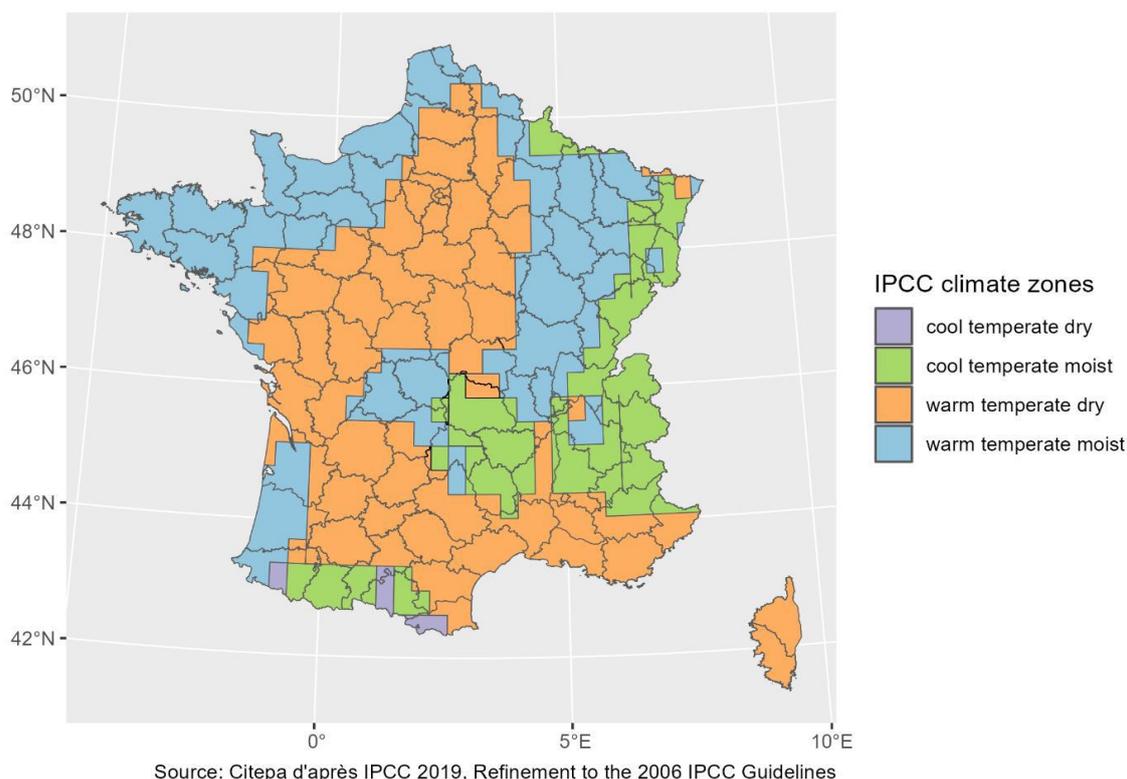


Figure 4 : Limites des zones climatiques définies par le GIEC et utilisées par le CITEPA pour la France métropolitaine

Les émissions sont ensuite réparties entre utilisation résidentielle et tertiaire en fonction de la consommation d'électricité réelle des équipements de climatisation. La consommation énergétique étant bien plus élevée dans un usage tertiaire d'après nos inventaires de consommation d'électricité et d'usages, c'est dans ce secteur que va être représentée la majorité des émissions (environ 99% en fonction des années).

Ces émissions sont ensuite ventilées à la commune au prorata de la population pour les émissions domestique et au prorata des salariés du tertiaire pour les émissions du tertiaire.

III.2.7 Climatisation des postes électriques

Les émissions de SF₆ sont attribuées à la région au prorata du nombre de postes présents sur le territoire par rapport au total des postes nationaux.

Les données sur les émissions nationales de SF₆ dans les postes RTE sont fournies par RTE, les autres émissions (EDF et ENEDIS) sont estimées à partir de l'inventaire national de l'OMINEA.

La ventilation communale est actuellement réalisée au prorata de la population, mais une amélioration possible serait d'affecter les émissions directement sur les communes où les postes sont situés.

III.2.8 Aérosols

Les émissions nationales à la charge et à l'utilisation sont additionnées avant la ventilation, notre inventaire ne détaillant pas les sous types d'émissions.

La ventilation des données nationales de la base de données OMINEA est réalisée au prorata de la population pour avoir les émissions régionales.

La totalité des émissions des aérosols techniques est attribuée au secteur industriel, tandis que les émissions des aérosols pharmaceutiques sont réparties équitablement entre le secteur domestique et le secteur tertiaire (pour les activités médicales et vétérinaires principalement).

Pour ventiler les émissions au niveau communal, une clé de ventilation distincte est utilisée en fonction du secteur d'activité. Pour les émissions d'aérosols techniques, qui sont entièrement attribuées au secteur industriel, elles sont ventilées proportionnellement au nombre de salariés dans l'industrie par commune par rapport au nombre total de salariés dans l'industrie à l'échelle régionale. Pour les émissions d'aérosols pharmaceutiques, la moitié est ventilée proportionnellement à la population de chaque commune par rapport à la région (pour le secteur résidentiel) et l'autre moitié proportionnellement au nombre de salariés du secteur tertiaire de chaque commune (pour le secteur tertiaire).

III.2.9 Expandeurs de mousses

Les émissions attribuées à chaque secteur d'activité sont ventilées à la région et à la commune avec une clé de ventilation différente :

- Résidentiel : prorata de la population
- Tertiaire : prorata du nombre de salariés dans le tertiaire
- Transport frigorifique : nombre de kilomètres parcourus par des poids lourds et des véhicules utilitaires légers

III.2.10 Extincteurs

Les émissions sont attribuées entre le secteur tertiaire et industriel en fonction du nombre de salariés dans chaque secteur. La ventilation régionale et communale se font au prorata du nombre de salariés dans le secteur industriel pour les émissions du secteur industriel et au nombre de salariés tertiaire pour les émissions du secteur tertiaire.

IV RESULTATS

Les résultats présentés sont ceux de la première version de calcul de l'inventaire des émissions de gaz fluorés réalisée en 2023, pour les années d'inventaire allant de 2007 à 2021.

Il est important de garder à l'esprit que les nombres et analyses énoncés ci-dessous représentent l'état actuel des connaissances des émissions de gaz fluorés à l'échelle de la région qui est appelé à évoluer au cours des prochaines années avec l'amélioration de nos connaissances et méthodologies.

IV.1 Emissions régionales par rapport aux émissions nationales

IV.1.1 Froid domestique

En 2021, les émissions de gaz fluorés pour la création de froid domestique dans la région sont estimées à environ 4 t de HFC134a tandis que les émissions nationales étaient estimées à 50t. La région représente donc environ 8% des émissions nationales. Entre 2007 et 2021 les émissions de HFC 134a associées au froid domestique ont connu une augmentation passant de 57t en 2007 à 121t en 2014 avant de diminuer à nouveau pour atteindre 50t en 2021. La part des émissions imputables à la région SUD par rapport aux émissions nationale en revanche ne cessent d'augmenter passant 6% en 2007 à 7,9% en 2021.

IV.1.2 Froid commercial

En 2021, les émissions de gaz fluorés pour la création de froid commercial dans la région sont estimées à environ 200t de gaz fluorés tandis que les émissions nationales étaient estimées à 1400t. La région représente donc environ 8% des émissions nationales en 2021.

Entre 2007 et 2021 les émissions de gaz fluorés associées au froid domestique ont connu une augmentation passant de 2500t en 2007 à 3200t en 2012 avant de diminuer à nouveau pour atteindre 1400t en 2021. La part des émissions imputables à la région SUD par rapport aux émissions nationale en revanche ne cessent d'augmenter passant 4% en 2007 à 8% en 2021.

IV.1.3 Groupes refroidisseurs à eau

Les émissions de fluorés régionales associées aux groupes de refroidissements à eau sont calculées au prorata de la population de la région par rapport à la population française. La région SUD abrite près de 7,8% des Français. C'est donc environ 7,8% des émissions de fluorés liées aux groupes de refroidissement à eau qui sont associées à la région. Cela représente environ 30t de gaz fluorés (dont principalement du HFC134a ~50% en 2021) qui sont associés à cette activité.

IV.1.4 Transport frigorifique

Les émissions régionales liées aux transports frigorifiques sont estimées à partir du nombre de kilomètre parcourus en région SUD par les poids lourd et les utilitaires par rapports aux kilomètres parcourus dans toute la France. En 2021 la proportion de kilomètre parcouru par les poids lourds et utilitaires en région Sud PACA était estimée à environ 9,3 %. En 2007, la part régionale de kilomètre parcouru en région représentait 12.3%, et donc les émissions associées au transport frigorifique en région étaient estimées à environ 11t contre 5,2t (9,3% des kilomètres parcourus) en 2021.

IV.1.5 Climatisation embarquée

Tout comme le transport frigorifique, les émissions de fluorés associées à la climatisation embarquée en région sont estimées selon le prorata des kilomètres parcourus en région par les véhicules type poids lourd, car et utilitaire par rapport aux kilomètres parcourus en France. La proportion des kilomètres parcourus en région est estimée à respectivement 8%, 7% et 6% pour les utilitaires, les poids lourds et les cars / bus. Les émissions concernant les trains en région sont estimées à 7% des émissions nationales.

IV.1.6 Climatisation et les pompes à chaleur

Les émissions de fluorés liées aux pompes à chaleurs sont estimées en région selon la population régionale par rapport à la population nationale tout comme les émissions liées aux groupes refroidisseurs à eau c'est-à-dire estimée à environ 7-8% des émissions nationales.

Les émissions liées aux climatiseurs sont néanmoins estimées différemment pour tenir compte de la région climatique. Les émissions régionales représentent environ 25% des émissions de fluorés liées à l'utilisation de climatiseurs à l'échelle nationale ; En effet la région SUD représente environ 55-60% de la population de la région climatique (figure 4) qui elle-même représente 43% des installations de climatiseurs à l'échelle nationales.

Ces émissions étaient estimées à environ 140 t en 2007 pour atteindre 308t en 2021 qui sont ensuite réparties pour la région entre le secteur tertiaire (~99%) et le secteur résidentiel (~1%).

IV.1.7 Climatisation de postes électriques

La Région Sud possède près de 14% des postes électriques présents en Métropole et donc 14% des émissions nationales. Ainsi ces 14% d'émissions nationales représentaient environ 3t de gaz fluorés composé uniquement de SF₆ qui étaient émises par les postes électriques et maintenance dans la région SUD en 2007. En 2021, ces 14% représentaient 1,7t de SF₆ émis à la faveur d'une réduction nationale des émissions de SF₆ liées à cette activité.

IV.1.8 Aérosols

Les émissions de gaz fluorés liées à l'utilisation des aérosols en PACA est estimée à travers la part de la population régionale tout comme les émissions liées aux groupe refroidisseurs à eau et les pompes à chaleurs et représentent donc 7-8% des émissions nationales. Les émissions à la charge et à l'utilisations ne sont pas distinguées dans notre inventaire. Il est estimé qu'en 2007 108t de gaz fluorés étaient émis en région Sud contre 22t en 2021.

IV.1.9 Expanseurs de mousses

Les proportions d'émissions de la région par rapport aux émissions nationales liées aux expanseurs de mousses diffèrent selon le secteur d'utilisation des mousses. Une fois les données ventilées avec les proportions indiquées en section III.1.2.9 et III.2.9. Les émissions régionales de gaz fluorés liées à l'utilisation de mousses représentaient environ 26% en 2021.

IV.1.10 Extincteurs

Les émissions de gaz fluorés liées aux extincteurs en région Sud représentent près de 9% des émissions nationales. Elles étaient estimées à environ 3t en 2007 et 0,9t en 2021 en région contre respectivement 41t en 2007 et 10t en 2021.

IV.2 Secteurs et activités émettrices en région

Pour qu’une comparaison de l’impact réel de chaque activité sur le climat soit possible, les émissions sont converties en CO₂ équivalent, c’est-à-dire la quantité de CO₂ qui aurait un impact équivalent sur le climat, en utilisant les PRG de chaque gaz.

Les activités qui présentent le plus d’émissions de gaz fluorés en 2021 sont le froid commercial ainsi que la climatisation des bâtiments et des véhicules. Ceci peut s’expliquer par le volume du parc d’installation qui est très important par rapport aux autres activités et par l’utilisation directe ou indirecte par la majorité de la population. Ces trois activités cumulées représentent en 2021 environ deux tiers des émissions en CO₂ équivalent.

En répartissant chaque activité dans les secteurs classiques des inventaires d’émissions (figure 5), le secteur le plus émetteur de gaz fluorés est le secteur tertiaire qui contribue à 69% aux émissions totales de gaz fluorés (figure 5).

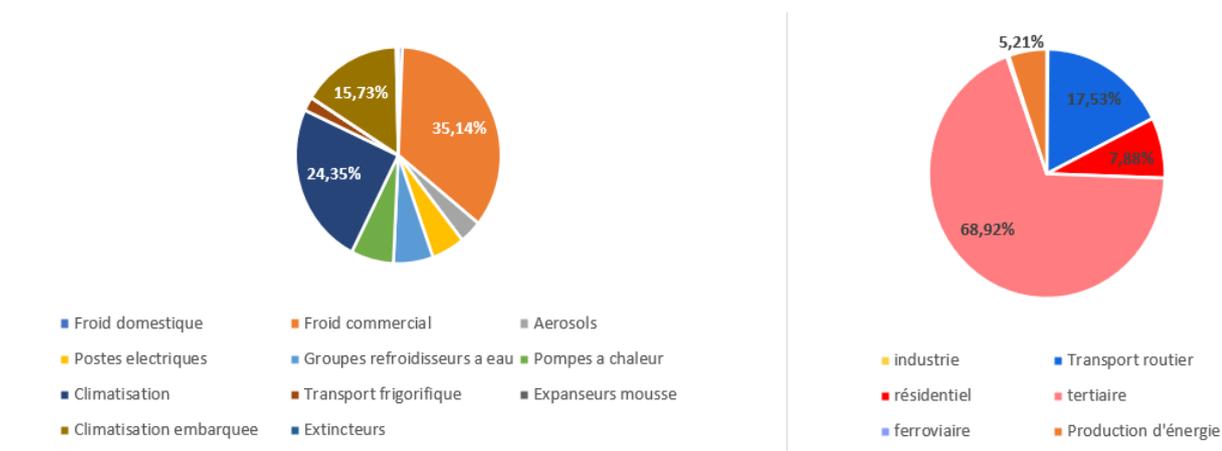


Figure 5 : Répartition des émissions de gaz fluorés en CO₂ équivalent en 2021 par activité (gauche) et par secteur (droite)

Cette répartition évolue au cours du temps même si la climatisation et le froid commercial restent les activités les plus émettrices. Le secteur tertiaire présente notamment la plus forte baisse des émissions en CO₂ équivalent notamment grâce à la réduction de l’utilisation de HFC-134a (figure 6) au profit de fluides au pouvoir de réchauffement global (PRG) plus faible ainsi qu’à l’évolution du parc d’installation vers des appareils avec moins d’émissions fugitives. Cette baisse est observée dans tous les secteurs qui suivent également ces réglementations (figure 6).

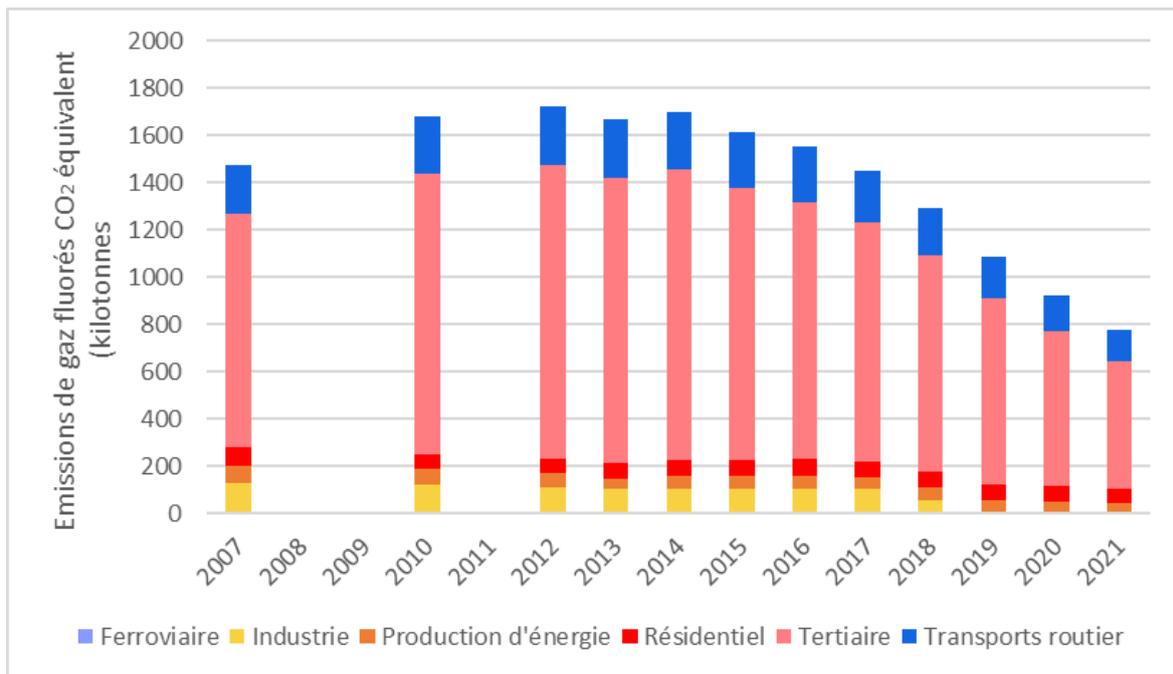


Figure 6 : Evolution des émissions de gaz fluorés en CO₂ équivalent par secteur de la région Sud

IV.3 Proportions de polluants émis

La réglementation en vigueur a en effet un fort impact sur les émissions puisqu'elle force la transition de l'utilisation des gaz fluorés à fort PRG vers des fluides à l'impact climatique moins important.

Ainsi, les émissions des gaz fluorés au plus fort PRG sont progressivement réduites. C'est le cas notamment du HFC-134a et du HFC-143a (fortement utilisé dans la réfrigération et climatisation) dont l'utilisation est peu à peu remplacée par du HFC-32 au PRG nettement plus bas, qui lui voit ces émissions augmenter mais le bilan en CO₂ équivalent est en conséquence bien plus faible (figure 7) .

D'autres gaz sont cependant difficiles à remplacer car ils ont une application spécifique. C'est le cas du HFC-125 qui est utilisé comme agent d'expandeur de mousses et comme extincteur principalement, ou encore du SF₆ qui est utilisé dans le refroidissement des systèmes informatiques (figure 7).

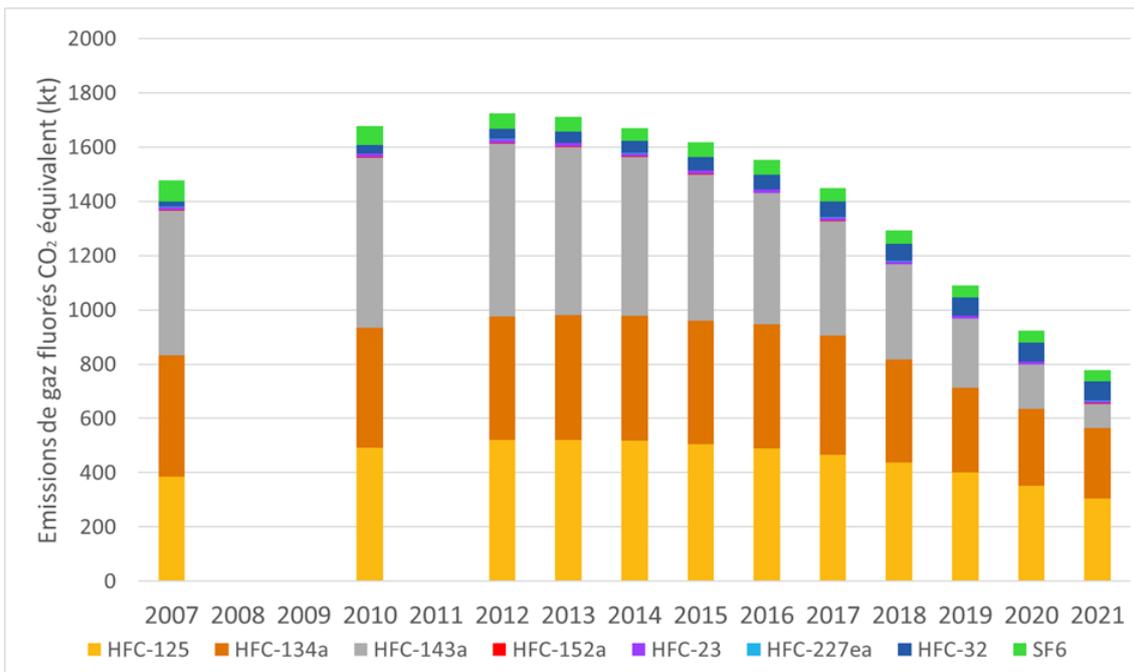


Figure 7 : Evolution des émissions de chaque gaz fluoré en kt équivalent CO₂ de la région Sud.

IV.4 Résultats finaux

Les émissions de gaz fluorés en région étaient en hausse jusqu'en 2012 mais sont depuis en forte baisse (figure 7). Les raisons de cette baisse sont la transition vers des alternatives à faible PRG, mais également grâce à l'innovation technologique qui a permis l'amélioration de la fiabilité des équipements ainsi que le rétrofit des installations.

Ainsi, après avoir atteint un pic en 2012 d'environ 1700 kilotonnes de CO₂ équivalent les émissions sont en baisse constante depuis grâce à l'abandon des gaz aux forts PRG.

Cependant, leur impact sur le bilan de gaz à effet de serre (GES) régional demeure à ne pas négliger puisque en 2021 les gaz fluorés représentaient près de 2% des émissions de GES quantifiés dans l'inventaire V10.1 tous secteurs confondus (figure 8). Bien que cette part ait diminuée de moitié depuis 2012, des efforts supplémentaires sont donc encore nécessaires pour réduire l'impact climatique des émissions de gaz fluorés de la région et atteindre la neutralité carbone.

La part des gaz fluorés dans le bilan de GES émis par la région suit la tendance nationale comme l'illustre la figure 8. Les gaz fluorés ont représenté jusqu'à 4% du total de GES émis (en équivalent CO₂) entre 2012 et 2014. En 2021 ils représentaient 2% à l'échelle régionale et 2,6 % à l'échelle nationale.

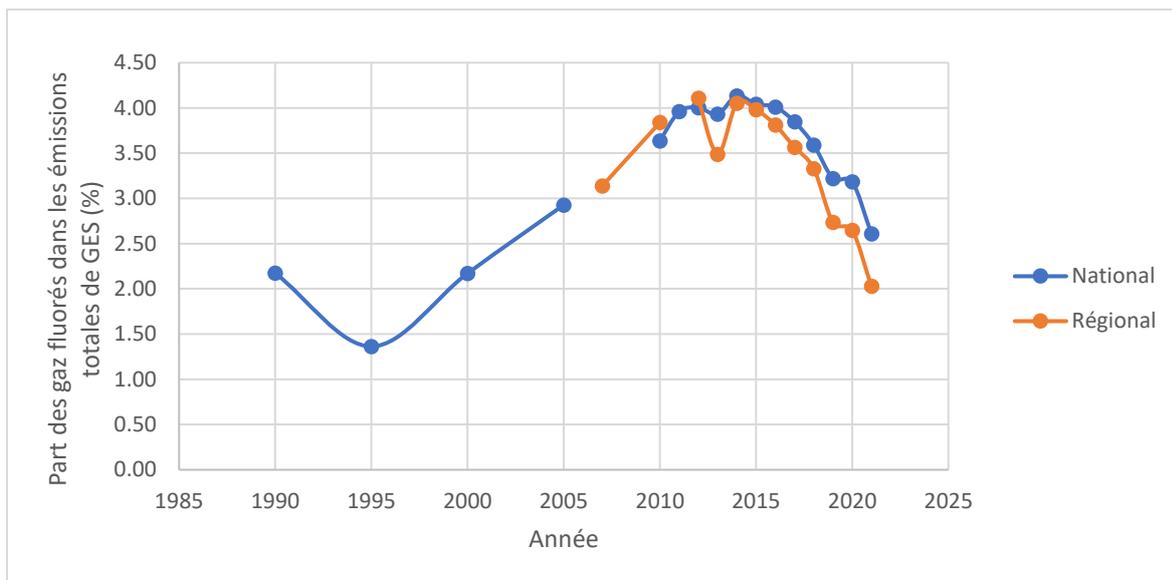


Figure 8 : Evolution de la part des émissions de gaz fluorés (converties en CO₂ équivalent) dans le bilan total des GES.

Il semblerait que les émissions de gaz fluorés de la région représentent une part de moins en moins grande dans le bilan national. En effet, elles représentaient près de 9% des émissions nationales de gaz fluorés en 2010 contre 7% en 2021. Les émissions nationales de gaz fluorés (présentées en figure 9) ont baissé d'environ 41% entre 2010 et 2021 passant de 18 Mt de CO₂ équivalent à 10,8 Mt de CO₂ équivalent (CITEPA, Secten 2023). Les émissions régionales de gaz fluorés ont quant à elles diminué de 53% passant de 1,7 Mt de CO₂ équivalent en 2010 à 0,8 Mt en 2021 (figure 9).

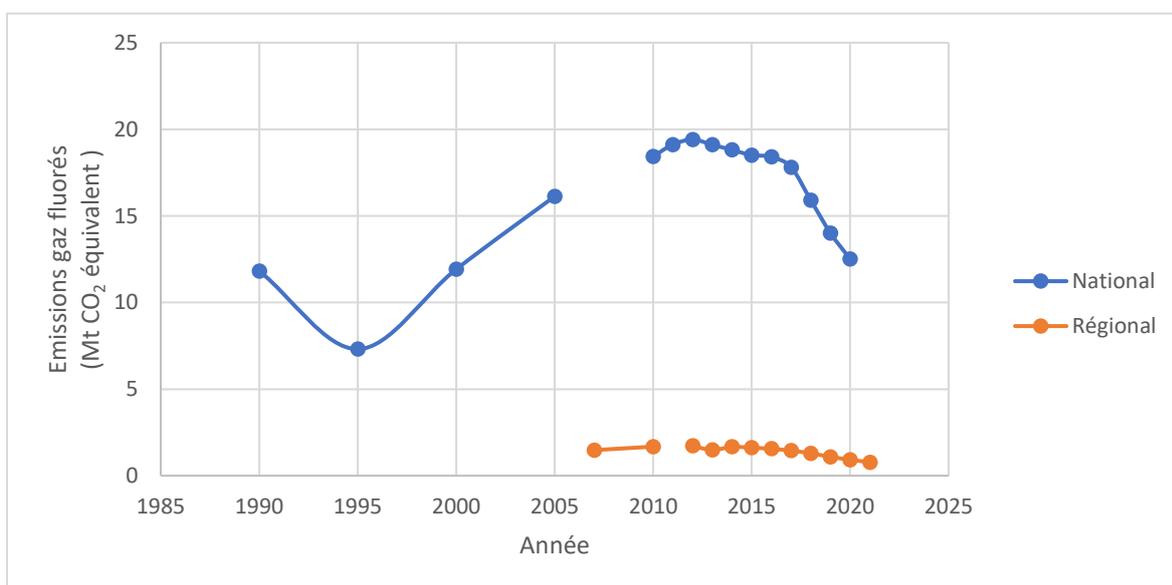


Figure 9 : Evolution des émissions de gaz fluorés (en Mt de CO₂ équivalent) à l'échelle nationale et régionale

V CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les émissions de gaz fluorés en équivalent CO₂ ont connu une augmentation significative jusque dans les années 2000 en raison de leur utilisation répandue dans diverses applications. À ce stade, des réglementations internationales et nationales, telles que le Protocole de Montréal et les amendements successifs, ainsi que d'autres accords et réglementations, ont commencé à limiter l'utilisation de certains de ces gaz.

Des efforts accrus ont été réalisés pour réduire les émissions de HFC en raison de leur fort pouvoir de réchauffement global. Ces mesures ont conduit à une tendance à la baisse des émissions de certains types de gaz fluorés au cours des dernières années. La diminution progressive de l'utilisation des gaz fluorés est visible en en région Sud avec notamment une baisse importante des émissions de gaz fluorées passant de 1700 kt de CO₂ équivalent émis en 2012 à 800 kt émis en 2021. En 2021, les émissions de gaz fluorés représentent encore 2% des émissions régionales de CO₂ équivalent. Ces émissions proviennent essentiellement du secteur tertiaire qui représente 69% des émissions suivit par le transport routier qui représente près de 17% des émissions de gaz fluorés en 2021. Il est important de noter que malgré ces progrès, il reste du travail à faire pour continuer à réduire les émissions de gaz fluorés et atténuer leur impact sur le changement climatique, d'autant plus que la région Sud est un grand consommateur de fluides frigorigènes en conséquence de son climat doux et méditerranéen induisant notamment des étés très secs et chauds.

Références

- [1] ADEME – Observatoire des Fluides Frigorigènes
- [2] CITEPA, SECTEN 2023. Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022. Rapport Secten éd. 2023.
- [3] CITEPA, OMINEA 2023. Rapport OMINEA – 20ème édition
- [4] EReIE – Inventaires d’émissions de gaz fluorés dans le secteur d’activité des mousses d’isolation – résultats, novembre 2012
- [5] GIEC 2006, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, préparé par
- [6] le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K.,
- [7] Ngara T. et Tanabe K. (eds). Publié : IGES, Japon.
- [8] GIEC,AR5,2013 : GIEC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- [9] GIEC, AR6,2021 : GIEC 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:[10.1017/9781009157896](https://doi.org/10.1017/9781009157896).

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances*

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



www.atmosud.org

A propos d'AtmoSud

Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex
Tel. 04 91 32 38 00
Fax 04 91 32 38 29
Contact.air@atmosud.org

Etablissement de Martigues

06Route de la Vierge
13500 Martigues
Tel. 04 42 13 01 20
Fax 04 42 13 01 29

Etablissement de Nive

37 bis avenue Henri Matisse
06200 Nice
Tel. 04 93 18 88 00

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – NAF : 7120B – TVA intracommunautaire : FR 65 324 465 632

AtmoSud
Inspirer un air meilleur