

# Rapport

## Synthèse des travaux réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pour le PPA de l'agglomération de Clermont-Ferrand

---

2021-2022

Diffusion : Avril 2022 – version 1

---

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



# Conditions de diffusion

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 le site [www.atmo-auvergnerhonealpes.fr](http://www.atmo-auvergnerhonealpes.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 2022 Synthèse des travaux réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pour le PPA de l'agglomération de Clermont-Ferrand.*

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

# » Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Contexte au sujet du PPA</b> .....	<b>11</b>
1.1. Contexte réglementaire.....	11
1.2. Contexte sanitaire .....	11
<b>2. Diagnostic qualité de l'air du périmètre d'étude du PPA de Clermont-Ferrand</b> <b>12</b>	<b>12</b>
2.1. Le périmètre d'étude .....	12
2.2. Les réglementations de la pollution de l'air.....	13
2.2.1. Réglementation des concentrations dans l'air ambiant .....	13
2.2.2. Réglementation des émissions.....	16
2.3. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air et description des phénomènes de transport et de diffusion de la pollution .....	17
2.3.1. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air .....	17
2.3.2. Phénomènes de transport et de diffusion de la pollution.....	19
2.4. Justification du choix de l'année de référence (2017) .....	21
2.5. Analyse des différentes sources de pollution .....	21
2.5.1. Présentation de l'inventaire des émissions.....	21
2.5.2. Les principales sources d'émissions à l'échelle du périmètre d'étude.....	34
2.5.3. Analyses de l'historique des émissions depuis 2000 .....	35
2.5.4. Analyse des émissions par EPCI .....	39
2.6. Evaluation de la qualité de l'air à l'échelle du périmètre d'étude .....	41
2.6.1. Présentation des outils de modélisation .....	42
2.6.2. Le dioxyde d'azote .....	44
2.6.3. Les particules fines PM10 .....	46
2.6.4. Les particules fines PM2,5 .....	47
2.6.5. L'ozone .....	51
2.6.6. Focus sur quelques polluants émergents.....	52
2.6.7. Analyse de la contribution des régions voisines à la pollution chronique locale.....	55
2.6.8. Les épisodes de pollution.....	57
2.6.9. Conclusions sur la qualité de l'air.....	59
<b>3. Evaluation prospective</b> .....	<b>60</b>
3.1. Méthodologie déployée .....	60
3.2. Polluants étudiés.....	60
3.3. Outils et hypothèses déployées.....	61
3.3.1. Les hypothèses associées au scénario tendanciel.....	61
3.3.2. Les hypothèses associées au scénario PPA .....	68
3.4. Cadastrage des émissions .....	75
3.5. Evaluation prospective des gains en matière de qualité de l'air.....	75
3.5.1. Rappel du périmètre .....	75
3.5.2. Bilan global de l'évolution des émissions .....	75
3.5.3. Résultats pour les oxydes d'azote (NOx).....	78
3.5.4. Les particules PM2,5.....	83
3.5.5. Particules PM10.....	88
3.5.6. L'ozone .....	93
3.5.7. Oxydes de soufre (SOx).....	96

3.5.8.	Composés organiques volatils (COVNM).....	97
3.5.9.	Ammoniac (NH <sub>3</sub> ).....	99
<b>Conclusions</b>	.....	<b>101</b>
<b>ANNEXES</b>	.....	<b>102</b>
	<b>Annexe 1 : Présentation du scénario tendanciel.....</b>	<b>102</b>
	<b>Annexe 2 : Conversion de VLE en facteur d'émission pour les chaudières biomasse.....</b>	<b>109</b>

# Illustrations

## Figures

Figure 1 : Présentation du périmètre d'étude.....	12
Figure 2 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air .....	14
Figure 3 : Les différents seuils réglementaires de qualité de l'air .....	15
Figure 4 : Comparaison entre les valeurs guides OMS 2005 et 2021 .....	16
Figure 5 : Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air sur le périmètre d'étude.....	18
Figure 6 : Facteurs influençant les concentrations en polluants .....	20
Figure 7: Interactions autour de l'inventaire des émissions .....	22
Figure 8 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions .....	22
Figure 9 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles .....	23
Figure 10 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires .....	26
Figure 11 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier .....	28
Figure 12 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire.....	29
Figure 13 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière .....	30
Figure 14 : Logigramme de calcul des émissions des carrières .....	31
Figure 15 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière ..	32
Figure 16 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel .....	33
Figure 17 : Répartition des matériels d'épandage.....	33
Figure 18 : Répartition des émissions par secteur d'activités Unité : tonne / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020.....	35
Figure 19 : Evolution des émissions de NOx / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	36
Figure 20 : Evolution des émissions de PM10 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	36
Figure 21 : Evolution des émissions de PM2.5 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	37
Figure 22 : Evolution des émissions de COVNM / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	38
Figure 23 : Evolution des émissions de NH3 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	38
Figure 24 : Evolution des émissions de SOx / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	39
Figure 25 : Répartition des émissions polluantes par EPCI en 2017 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020.....	40
Figure 26 : Cartographie des émissions polluantes par EPCI en 2017 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020 .....	41
Figure 27 : Chaîne de modélisation régionale.....	43
Figure 28 : Schéma de calcul de l'exposition de population .....	44
Figure 29 : Historique des moyennes annuelles en NO2 pour les stations de la zone d'étude .....	44
Figure 30 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO2 sur l'année de référence 2017 .....	45

Figure 31 : Exposition de la population des EPCI au dioxyde d'azote en 2017 (concentration >40µg/m »).....	45
Figure 32 : Historique des moyennes annuelles en PM10 sur le périmètre d'étude .....	46
Figure 33 : Concentrations annuelles en PM10 sur le périmètre d'étude.....	47
Figure 34 : Nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2017 .....	47
Figure 35 : Historique des moyennes annuelles en PM2.5 pour les stations de la zone d'étude .....	48
Figure 36 : Concentrations annuelles en PM2,5 en 2017 .....	49
Figure 37 : Population exposée au-dessus de la valeur guide OMS2005 par EPCI en 2017 .....	50
Figure 38 : Concentrations moyennes en PM2,5 auxquelles sont exposés les habitants des EPCI en 2017 .....	50
Figure 39 : Evolution du nombre de jours avec moyenne 8h > 120 µg/m <sup>3</sup> relevées sur les sites de mesure du périmètre d'étude .....	51
Figure 40 : Nombre de jours de dépassement en O3 en 2017.....	52
Figure 41 : Distribution granulométrique moyenne des PUF par site .....	55
Figure 42 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en NO2 .....	56
Figure 43 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM2.5 .....	56
Figure 44 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM10 .....	57
Figure 45 : Reconstitution du nombre de mise en vigilance des bassins d'air du périmètre d'étude de 2011 à 2017) .....	58
Figure 46 : Polluants responsables des mises en vigilance par polluant au niveau du périmètre d'étude de 2011 à 2017.....	58
Figure 47 : Evolution annuelle de la population.....	62
Figure 48 : Evolution annuelle des emplois.....	62
Figure 49 : Répartition par énergie des consommations du résidentiel en GWh en 2013 et 2017 .....	62
Figure 50 : Evolution de la surface par employé sur le périmètre du PPA de Clermont-Ferrand.....	64
Figure 51 - Répartition par énergie des consommations du tertiaire en GWh en 2013 et 2017 .....	64
Figure 52 : Hypothèses d'évolution annuelle des veh.km par type de véhicule .....	65
Figure 53 : Evolutions des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions.....	66
Figure 54 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures.....	68
Figure 55 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais.....	68
Figure 56 - Principe de calcul pour les gains d'émission .....	69
Figure 57 - Principe général d'évaluation .....	69
Figure 58 - Évolution des émissions par polluant pour le scénario tendanciel et PPA sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....	76
Figure 59 – Vérification de l'atteinte des objectifs sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....	77

<b>Figure 60 – Réductions d'émission par rapport au tendancier par polluant et secteur PCAET sur la zone PPA de Clermont-Ferrand</b> .....	<b>77</b>
<b>Figure 61 - Réductions d'émission de NOx par secteur d'activité en tonnes sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>79</b>
<b>Figure 62 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>79</b>
<b>Figure 63 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO2 attendues selon le scénario Actions PPA 2027</b> .....	<b>81</b>
<b>Figure 64 : Différences de concentrations moyennes annuelles en NO2 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendancier 2027</b> .....	<b>81</b>
<b>Figure 65 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote selon l'état de référence (bleu), le scénario tendancier 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)</b> .....	<b>82</b>
<b>Figure 66 - Réductions d'émission de PM2,5 par secteur PCAET sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .	<b>84</b>
<b>Figure 67 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>84</b>
<b>Figure 68 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM2.5 attendues selon le scénario Actions PPA 2027</b> .....	<b>86</b>
<b>Figure 69 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendancier 2027</b> .....	<b>86</b>
<b>Figure 70 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM2.5 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendancier 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)</b> .....	<b>87</b>
<b>Figure 71 - Réductions d'émission de PM10 par secteur PCAET sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> ..	<b>89</b>
<b>Figure 72 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>89</b>
<b>Figure 73 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario Actions PPA 2027</b> .....	<b>91</b>
<b>Figure 74 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendancier 2027</b> .....	<b>92</b>
<b>Figure 75 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendancier 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)</b> .....	<b>92</b>
<b>Figure 76 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en ozone attendues selon le scénario Actions PPA 2027 (à gauche)/ Différences de concentration moyennes annuelles d'ozone estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendancier 2027 (à droite)</b> .....	<b>95</b>
<b>Figure 77 - Réductions d'émission de SOx par secteur d'activité en tonnes sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>96</b>
<b>Figure 78 - Réductions d'émission de COVNM par secteur d'activité sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>97</b>
<b>Figure 79 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de COVNM sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b> .....	<b>98</b>
<b>Figure 80 - Réductions d'émission de NH3 par secteur d'activité sur la zone PPA Clermont-Ferrand</b>	<b>99</b>

<b>Figure 81 - Top 5 des actions en termes de réduction d'émission de NH3 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>100</b>
--	------------

**Tableaux**

<b>Tableau 1 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage individuel biomasse (g/GJ).....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau 2 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage collectif biomasse.....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 3 : Evolution annuelle de la consommation régionale par branche non-bâtiment.....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau 4 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018 .....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau 5 : Détail par type de culture des ajustements 2018.....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau 10 - Hypothèses de projection du parc d'appareils de chauffage au bois domestique.....</b>	<b>71</b>
<b>Tableau 14 - Coefficients d'évolution utilisés pour les actions R5-R6 / T.2.2.....</b>	<b>72</b>
<b>Tableau 15 - Hypothèses par zone PPA et type de ZFE.....</b>	<b>72</b>
<b>Tableau 2 - Coefficients d'évolution appliqués à l'action E1.....</b>	<b>73</b>
<b>Tableau 4 - Consommation par combustible de l'hôpital Gabriel Montpied en 2018 (source : BDREP) .....</b>	<b>73</b>
<b>Tableau 5 - Emissions par polluant et par combustible de l'hôpital Gabriel Montpied en 2018 (source : BDREP).....</b>	<b>73</b>
<b>Tableau 6 - Evolution de la consommation d'énergie.....</b>	<b>74</b>
<b>Tableau 8 - Évolution des émissions après mise en place de l'action .....</b>	<b>74</b>
<b>Tableau 9 - Coefficients d'évolution appliqués aux émissions tendanciennes pour l'action E4.....</b>	<b>75</b>
<b>Tableau 15 - Objectifs de réduction d'émissions (en tonnes) sur la zone PPA Clermont-Ferrand.....</b>	<b>76</b>
<b>Tableau 34 - Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>78</b>
<b>Tableau 36 – Comparaison des émissions de NOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>78</b>
<b>Tableau 37 - Gains d'émission de NOx par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>80</b>
<b>Tableau 20 : Concentrations moyennes annuelles en NO2 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération clermontoise.....</b>	<b>80</b>
<b>Tableau 38 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand.....</b>	<b>83</b>
<b>Tableau 39 - Réductions d'émission de particules du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>83</b>
<b>Tableau 40 – Réductions d'émission de PM2,5 par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand.....</b>	<b>85</b>
<b>Tableau 31 : Concentrations moyennes annuelles en PM2.5 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération clermontoise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027 .....</b>	<b>85</b>
<b>Tableau 38 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand.....</b>	<b>88</b>
<b>Tableau 39 - Réductions d'émission de particules du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>88</b>
<b>Tableau 40 – Réductions d'émission de PM10 par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand.....</b>	<b>90</b>

<b>Tableau 35 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération clermontoise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027 .....</b>	<b>90</b>
<b>Tableau 41 - Comparaison des émissions de SOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>96</b>
<b>Tableau 42 - Réductions d'émission de SOx par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>96</b>
<b>Tableau 43 - Comparaison des émissions de COVNM entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>97</b>
<b>Tableau 44 - Réductions d'émission de COVNM par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>98</b>
<b>Tableau 45 - Comparaison des émissions de NH3 entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>99</b>
<b>Tableau 46 – Réductions d'émission de NH3 par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand .....</b>	<b>100</b>

# Introduction générale

En région Auvergne-Rhône-Alpes, 4 agglomérations sont concernées par un PPA : les territoires de Lyon, Grenoble et Saint-Etienne dont leur « PPA2 » a été adopté en février 2014, et l'agglomération clermontoise avec un « PPA2 » adopté en décembre 2014.

Ces 4 PPA ont fait l'objet d'une évaluation qualitative et quantitative en 2019-2020, dont les conclusions ont mis en évidence le besoin de révision.

Comme défini dans le cadre de son PRSQA (Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air), Atmo Auvergne-Rhône-Alpes participe aux différentes étapes d'élaboration, mise en œuvre, suivi, évaluation et révision des PPA.

Dans le cadre de la révision de ces quatre PPA, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes en tant qu'observatoire régional de la qualité de l'air, est très impliqué, tout d'abord en réalisant le diagnostic de la situation initiale de la qualité de l'air et en participant à l'identification des enjeux des territoires (partie 2).

Pour chaque projet de PPA révisé, des propositions de périmètres ont été étudiées en tenant compte des tonnages d'émissions de polluants par EPCI, ainsi que des niveaux d'exposition des habitants.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a aussi aidé à la définition de l'état prévisionnel du territoire à 5 ans.

Pendant la période d'ateliers, l'observatoire a procédé à un travail d'évaluation qualitative des actions des 4 PPA. Un travail plus poussé a été engagé pour certains leviers d'actions afin d'apporter des éléments chiffrés (globaux et estimation de gain d'actions), l'objectif étant de guider au dimensionnement des actions et aux paramètres nécessaires pour en faire l'évaluation.

Une évaluation prospective (partie 3) a été réalisée sur la base de deux scénarios :

- 2027 tendanciel sur la base du descriptif d'évolution du territoire à 5 ans (sans PPA),
- 2027 actions PPA3 (avec la mise en œuvre d'actions proposées dans le PPA3).

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a contribué aussi à la relecture des fiches actions, notamment pour s'assurer que les indicateurs des fiches actions seront pertinents et exploitables.

L'observatoire apporte bien sûr son expertise lors des COTECH, COPIL, ateliers, plénières, certaines réunions de l'équipe projet.

Pour chaque territoire, l'analyse finale s'apprécie au travers de plusieurs paramètres que sont les émissions de polluants atmosphériques, leurs concentrations dans l'air ambiant, le nombre de personnes exposées à des dépassements, pour 3 scénarii :

- un scénario de référence : « référence 2017 »,
- un scénario tendanciel : « 2027 tendanciel » : évaluation de la qualité de l'air à l'horizon 2027 sans mise en œuvre des actions du PPA3,
- un scénario actions PPA : « 2027 actions PPA3 » : évaluation de la qualité de l'air à l'horizon 2027 avec prise en compte des actions validées dans le cadre du PPA3.

La comparaison des scénarii tendanciel et actions PPA met en évidence la plus-value des actions du PPA.

# 1. Contexte au sujet du PPA

## 1.1. Contexte réglementaire

La directive européenne 2008/50/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentrations de polluants atmosphériques sont dépassées, les Etats membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes.

En France, c'est le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), mis en place par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (loi LAURE du 30/12/1996), qui doit permettre d'assurer le respect des normes de qualité de l'air fixées à l'article R. 221-1 du Code de l'Environnement. Outre les zones où les normes de qualité de l'air sont dépassées ou risquent de l'être, des Plans de Protection de l'Atmosphère doivent aussi être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants.

Le PPA est un plan d'actions dont l'élaboration est pilotée par le Préfet et qui définit les objectifs et les mesures locales préventives et correctives, d'application permanente ou temporaire, pour réduire significativement les émissions polluantes. Il comporte des mesures réglementaires mises en œuvre par arrêtés préfectoraux, ainsi que des mesures volontaires concertées et portées par les collectivités territoriales et les acteurs locaux.

## 1.2. Contexte sanitaire

Le PPA est un outil réglementaire établi pour répondre à une problématique sanitaire de qualité de l'air. La pollution de l'air extérieur et les matières particulaires sont aujourd'hui classées comme cancérigènes certains pour l'homme par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) depuis octobre 2013.

Il a par ailleurs été montré que la pollution de l'air peut diminuer l'espérance de vie des personnes affectées de quelques mois et contribue à l'apparition de maladies graves, telles que des maladies cardiaques, des troubles respiratoires et des cancers. De manière plus précise, près de 5 à 7 mois d'espérance de vie pourraient être gagnés pour les résidents des grandes agglomérations françaises si les niveaux moyens de pollution pour les particules fines (PM<sub>2,5</sub>) étaient ramenés aux seuils recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (étude APHEKOM).

Par ailleurs, habiter à proximité d'axes routiers importants augmenterait de 15 à 30 % les nouveaux cas d'asthme chez l'enfant, ainsi que les pathologies chroniques respiratoires et cardiovasculaires (étude APHEKOM/INVS).

Santé publique France a réévalué en 2020-2021 l'impact que représente la pollution atmosphérique sur la mortalité annuelle en France métropolitaine pour la période 2016-2019. Il ressort de cette réévaluation que chaque année près de 40 000 décès prématurés seraient attribuables à une exposition des personnes âgées de 30 ans et plus aux particules fines (PM<sub>2,5</sub>). L'exposition à la pollution de l'air ambiant représenterait en moyenne pour ces personnes une perte d'espérance de vie de près de 8 mois pour les PM<sub>2,5</sub>.

Par ailleurs, le coût sanitaire de la pollution de l'air est estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an pour la France (estimation réalisée sur des données datant de l'année 2000). Il concerne à la fois l'air intérieur et l'air extérieur.

## 2. Diagnostic qualité de l'air sur le périmètre d'étude du PPA de Clermont-Ferrand

### 2.1. Le périmètre d'étude

Le périmètre d'étude a été défini selon les EPCI qui intersectent la ZAG (Zone à Risques - Agglomération) de Clermont-Ferrand (Arrêté du 26 décembre 2016 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de la qualité de l'air ambiant). Les « zones à risques - agglomération » (ZAG) correspondent aux agglomérations de plus de 250 000 habitants.

Afin de respecter l'engagement pris par la Ministre de la transition écologique (doctrine nationale du 24 juillet 2019), les EPCI ont été intégrées dans leur intégralité au sein du périmètre d'étude.

Il concerne ainsi 4 EPCI représentant le Grand Clermont : Clermont-Auvergne Métropole, Riom Limagne et Volcans, Billom Communauté et Mond'Arverne Communauté.

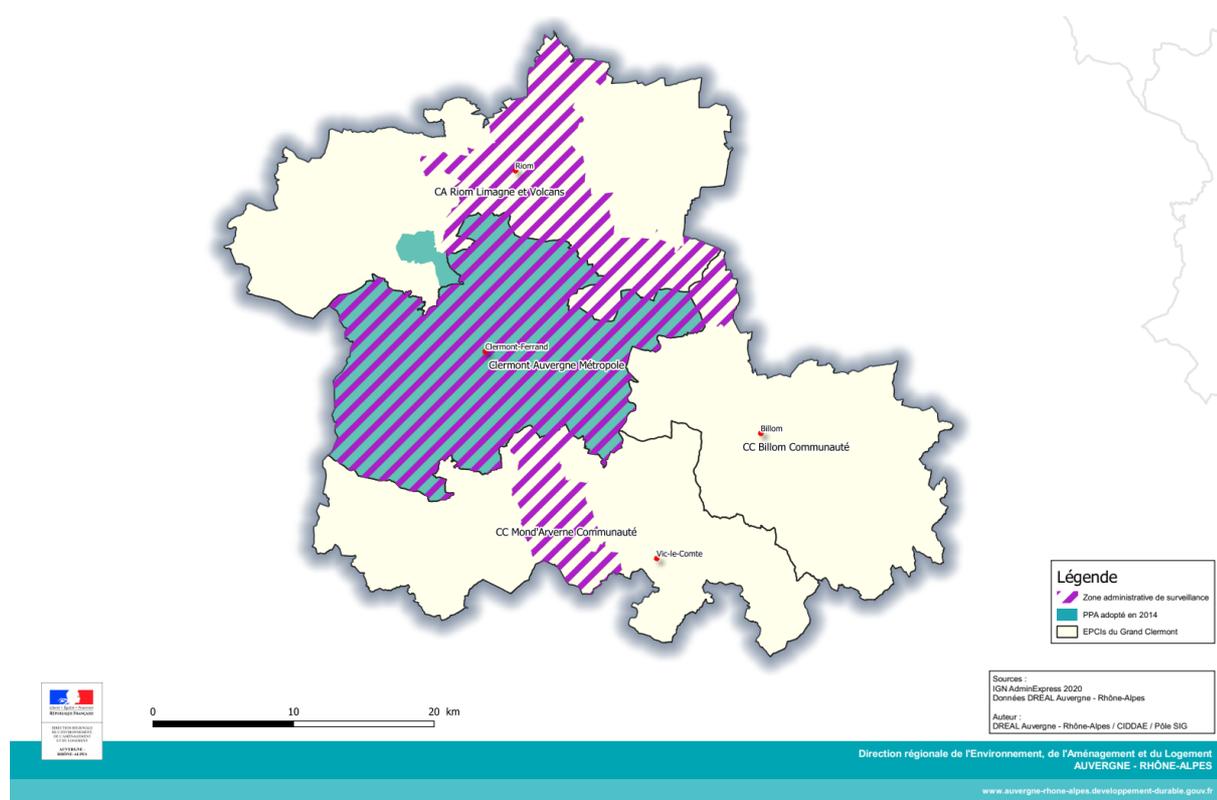


Figure 1 : Présentation du périmètre d'étude

## 2.2. Les réglementations de la pollution de l'air

La pollution atmosphérique est encadrée par plusieurs éléments de réglementation : certains textes précisent des niveaux de concentrations moyens à ne pas dépasser pour plusieurs polluants dits réglementés, tandis que d'autres textes encadrent le niveau des émissions de certains polluants et imposent une trajectoire de baisse progressive de ces émissions.

### 2.2.1. Réglementation des concentrations dans l'air ambiant

La réglementation des concentrations de polluants dans l'air ambiant concerne en particulier 13 polluants cités par l'article R.221-1 du code de l'environnement. Il s'agit notamment du NO<sub>x</sub>, des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, du monoxyde de carbone (CO), de l'ozone (O<sub>3</sub>) des oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) ainsi que 7 autres polluants parmi la famille des métaux lourds, des COV et des HAP.

L'article R.221-1 du code de l'environnement fixe, pour chacun des 13 polluants évoqués ci-avant, une ou plusieurs valeurs réglementaires correspondant à des niveaux de concentration à ne pas dépasser en situation chronique, ou bien qui conditionnent le déclenchement des procédures de gestion des épisodes de pollution. Plusieurs types de valeurs, définies par ce même article du code de l'environnement, permettent de caractériser différentes situations :

- Valeurs limites : niveaux de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser. Ces niveaux sont fixés sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir et de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- Seuil d'information – recommandation : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates à destination de ces groupes et de recommandations pour réduire certaines émissions ;
- Seuil d'alerte : niveau de concentration de substances au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant la mise en place de mesures d'urgence.

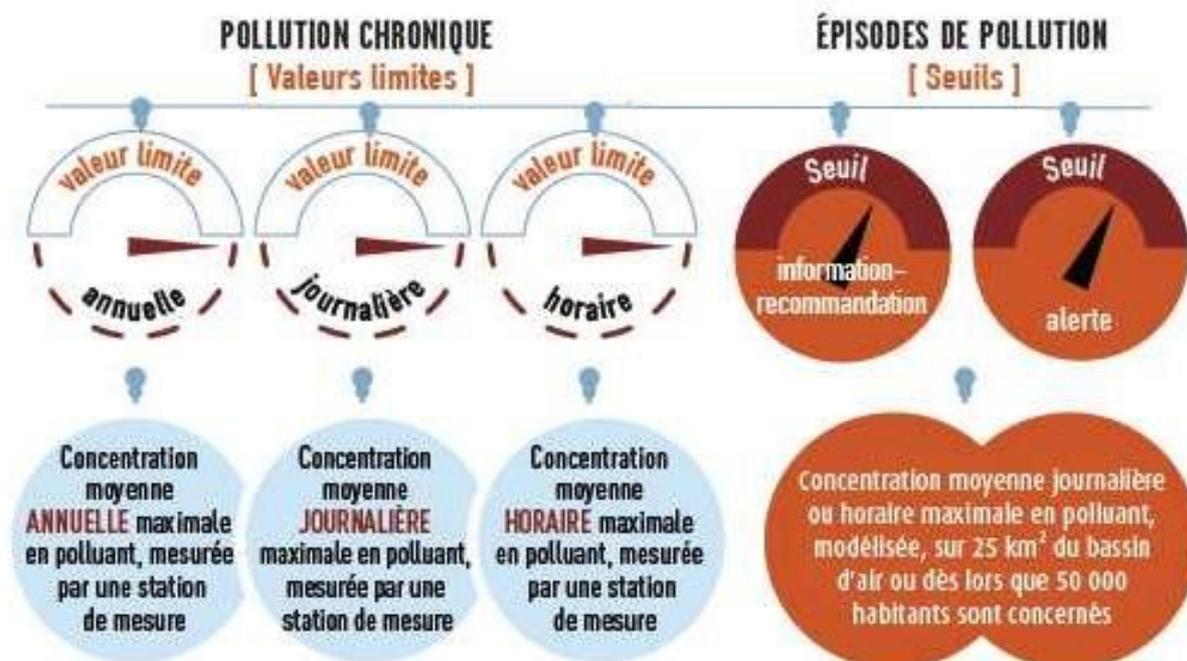


Figure 2 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air

Par ailleurs, en plus de ces valeurs limites réglementaires, dont le respect doit être considéré comme obligatoire, l'article R.221-1 du code de l'environnement définit d'autres types de valeurs : les valeurs cibles, ou encore les objectifs de qualité (OQ) vers lesquelles il faudrait tendre pour limiter encore les impacts sur la santé humaine. En outre, les valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) donnent également une cible à atteindre à long terme pour minimiser ces impacts sanitaires.

- Valeurs cibles : niveaux de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixés afin d'éviter, de prévenir ou réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- Objectifs de qualité de l'air : niveaux de concentration de substances polluantes à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement ;
- Recommandations de l'OMS : basées sur l'analyse par des experts des données scientifiques les plus récentes. Ces valeurs sont des recommandations. Les analyses produites dans ce document se basent très largement sur les valeurs guides publiées par l'OMS en 2005. De nouvelles valeurs guides, plus basses pour la plupart des polluants, ont été publiées le 22 septembre 2021 (cf. tableau ci-après).

Polluant	Seuil réglementaire 1	Seuil réglementaire 2	Objectif de qualité (OQ) annuel
NO <sub>2</sub>	<u>VL Horaire</u> : 200 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile	<u>VL Annuel</u> : 40 µg/m <sup>3</sup>	<u>OQ</u> : 40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	<u>VL Journalier</u> : 50 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile	<u>VL Annuel</u> : 40 µg/m <sup>3</sup>	<u>OQ annuel</u> : 30 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	<u>VL Annuel</u> : 25 µg/m <sup>3</sup>	À venir <u>VL Annuel</u> : 20 µg/m <sup>3</sup>	<u>OQ annuel</u> : 10 µg/m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone (CO)	<u>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</u> : 10 mg/m <sup>3</sup>	-	-
Pb	<u>Annuel</u> : 0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	<u>OQ</u> : 0,25 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	<u>VL Horaire</u> : 350 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile	<u>VL Journalier</u> : 125 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile	<u>OQ</u> : 50 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	<u>VC</u> : <u>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</u> : 120 µg/m <sup>3</sup> , à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne sur 3 ans)	-	<u>OQ</u> : <u>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</u> : 120 µg/m <sup>3</sup>
Benzène (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	<u>VL Annuel</u> : 5 µg/m <sup>3</sup>	-	<u>OQ annuel</u> : 2 µg/m <sup>3</sup>
Métaux lourds :	<u>VC annuelle</u> (fraction PM <sub>10</sub> ) :		
Hg	-	-	-
Cd	5 ng/m <sup>3</sup>	-	-
As	6 ng/m <sup>3</sup>	-	-
Ni	20 ng/m <sup>3</sup>	-	-
HAP : B(a)P	<u>VC annuelle</u> (fraction PM <sub>10</sub> ) : 1 ng/m <sup>3</sup>	-	-

Figure 3 : Les différents seuils réglementaires de qualité de l'air

(en vert : pas de dépassement, en orange : dépassement faible, en rouge : dépassement fort)

Concernant les concentrations de polluants dans l'air sur la zone du PPA de Clermont-Ferrand :

- La valeur réglementaire pour le NO<sub>2</sub> est respectée depuis 2016,
- , la valeurs cible pour santé et donc l'objectif de qualité concernant l'ozone sont dépassés

- L'objectif de qualité concernant les PM<sub>2,5</sub> est également dépassé mais faiblement.

De nouvelles valeurs guides ont été publiées par l'OMS en septembre 2021 alors que l'élaboration du PPA3 de l'agglomération clermontoise était déjà très avancée. Elles vont dans le sens d'une meilleure prise en compte de la protection de la santé humaine avec en particulier un seuil de référence divisé par 2 pour les PM<sub>2,5</sub> et par 4 pour les NO<sub>x</sub>. Dans le présent rapport, les comparaisons aux valeurs OMS correspondront généralement aux valeurs recommandées de 2005 et seront désignées OMS<sub>2005</sub> afin de limiter l'ambiguïté à cet égard.

Polluants	Durée	Seuils de référence OMS 2005 (ref)	Seuils intermédiaires				Seuils de référence OMS 2021 (ref)
			1	2	3	4	
PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Année	10	35	25	15	10	5
	24 heures <sup>a</sup>	25	75	50	37.5	25	15
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Année	20	70	50	30	20	15
	24 heures <sup>a</sup>	50	150	100	75	50	45
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Année	40	40	30	20	-	10
	24 heures <sup>a</sup>	-	120	50	-	-	25
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Pic saisonnier <sup>b</sup>	-	100	70	-	-	60
	8 heures <sup>a</sup>	100	160	120	-	-	100
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	24 heures <sup>a</sup>	20	125	50	-	-	40
CO (mg/m <sup>3</sup> )	24 heures <sup>a</sup>	-	7	-	-	-	4

µg:

<sup>a</sup> 99<sup>e</sup> (3 à jours de dépassement par an)

<sup>b</sup> Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'O<sub>3</sub> sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O<sub>3</sub> a été la plus élevée

Remarque : l'exposition annuelle et l'exposition pendant un pic saisonnier sont des expositions à long terme, tandis que l'exposition pendant 24h et 8heures sont des expositions à court terme.

Figure 4 : Comparaison entre les valeurs guides OMS 2005 et 2021

## 2.2.2. Réglementation des émissions

Au-delà de la réglementation des concentrations dans l'air ambiant, le niveau d'émission de certains polluants dans l'air, ainsi que l'évolution de ces émissions font également l'objet d'un encadrement réglementaire au travers du PREPA (Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Parmi les polluants visés on retrouve les NO<sub>x</sub>, les PM<sub>2,5</sub> et le SO<sub>x</sub> mais aussi d'autres polluants dont les concentrations ne font pas spécifiquement l'objet de valeur limites réglementaires comme les COVnm (composés organiques volatils non méthaniques - précurseurs d'ozone) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) précurseur de poussières.

Le PREPA a été approuvé en 2017. Il vise à répondre aux engagements en matière de réduction des émissions de polluants atmosphériques prévus dans la directive européenne 2016/2284 du 14 décembre 2016.

Instauré par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), ce plan est composé :

- D'un décret qui fixe, à partir d'une année de référence (2005), les objectifs de réduction à horizon 2020, 2025 et 2030 (décret n°2017-949 du 10 mai 2017) des émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), de composés organiques volatils non méthaniques (COVnm), d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et de particules fines (PM<sub>2,5</sub>),

#### Objectifs de réduction fixés pour la France (exprimés en % par rapport à 2005)

	À horizon 2020	À horizon 2030
SO <sub>2</sub>	-55 %	-77 %
NOx	-50 %	-69 %
COVNM	-43 %	-52 %
NH <sub>3</sub>	-4 %	-13 %
PM <sub>2,5</sub>	-27 %	-57 %

- D'un arrêté ministériel qui :
  - Détermine les actions de réduction des émissions anthropique à renforcer ou/et à mettre en œuvre (arrêté du 10 mai 2017), en particulier, concernant les secteurs de l'industrie, de l'habitat, des transports et de la mobilité ;
  - Fixe des orientations concernant la mobilisation des acteurs locaux, l'amélioration des connaissances et l'innovation ou encore concernant les financements à déployer ou pérenniser pour des actions en faveur de la qualité de l'air.

Cette trajectoire nationale de baisse des émissions inscrite au PREPA doit également être prise en compte dans la détermination des objectifs à l'échelle des PPA. Elle conduit de surcroît à prendre en considération, dans le cadre du PPA, des polluants comme le NH<sub>3</sub> et les COVnm dont les concentrations dans l'air ne sont pas réglementées, mais pour lesquels des objectifs spécifiques de baisse d'émissions devront donc être retenus en cohérence avec la trajectoire du PREPA.

## 2.3. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air et description des phénomènes de transport et de diffusion de la pollution

### 2.3.1. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air

Les missions de surveillance et d'information sur la qualité de l'air ont été confiées en France aux AASQA (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air). Pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, cette mission revient à Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. L'évaluation de la qualité de l'air sur la zone d'étude détaillée ci-après se base donc sur les bilans et études publiés par cette association, ainsi que sur les données qui ont été fournies. L'ensemble des bilans annuels de qualité de l'air sont disponibles sur le site internet d'Atmo AURA : [www.atmo-auvergnerhonealpes.fr](http://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr)

La surveillance de la qualité de l'air en Auvergne-Rhône-Alpes est réalisée à partir de différents outils conformément à la directive européenne 2008/50/CE définissant le type de surveillance nécessaire en fonction des niveaux de pollution estimés. Elle est réalisée sur le territoire à partir :

- D'un réseau métrologique composé :
  - De stations de mesures permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond urbain, fond périurbain, proximité trafic, proximité industrielle, observation spécifique) ;

- De stations de mesures temporaires équipées d'analyseurs, ou autres dispositifs de prélèvement ;
- D'un inventaire spatialisé des émissions atmosphériques. Les émissions de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines (cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement, agriculture...) ou par des sources naturelles (composés émis par la végétation et les sols, etc.). L'inventaire des émissions des polluants consiste à identifier et recenser la quantité des polluants émis en masse par unité de temps (généralement en tonnes par an) par une source donnée pour une période donnée. Cet outil permet une restitution des résultats à l'échelle du km<sup>2</sup> ;
- D'une plateforme de modélisation composée :
  - D'un modèle déterministe régional PREVALP d'évaluation de la pollution atmosphérique à une échelle kilométrique ;
  - D'un modèle fine échelle (10 m) permettant une meilleure évaluation de la pollution en proximité du trafic automobile (SIRANE) ;
  - D'un modèle composite regroupant le modèle régional et le modèle fine échelle.

Ces outils permettent d'évaluer l'exposition des territoires et des populations à la pollution de fond mais aussi en proximité d'installations fixes ou d'infrastructures de transports fortement émettrices qui peuvent localement augmenter les concentrations en polluants.

L'implémentation de scénarios d'émissions prospectifs dans les modèles permet de caractériser l'exposition des populations et l'impact de la mise en œuvre d'actions à un horizon donné.

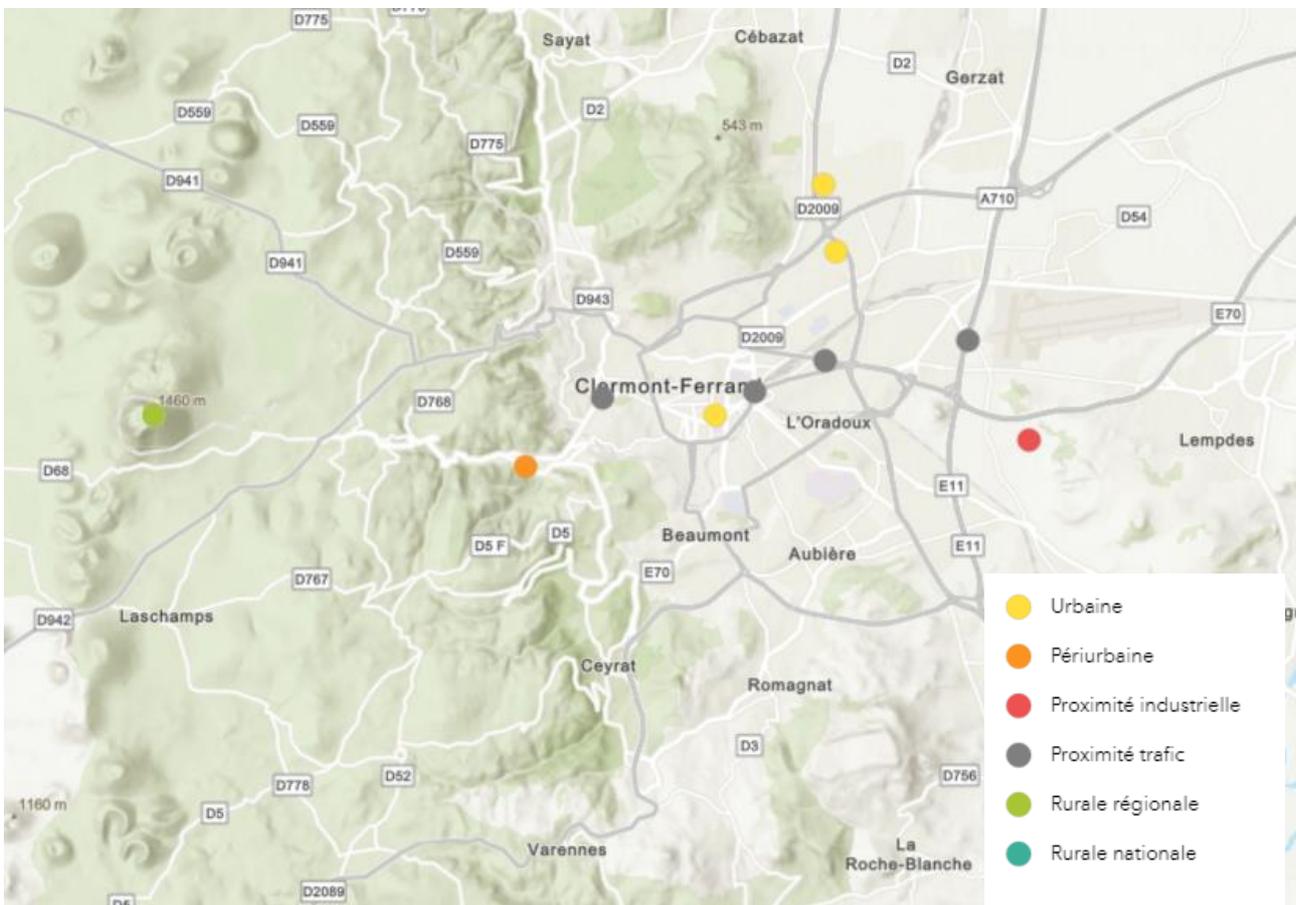


Figure 5 : Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air sur le périmètre d'étude

Les données mesurées au niveau de ces stations sont disponibles au lien suivant :

<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/donnees/acces-par-station/>

## 2.3.2. Phénomènes de transport et de diffusion de la pollution

Les niveaux de concentration des polluants dans l'atmosphère dépendent à la fois de l'intensité des émissions de ces polluants sur le territoire, du caractère plus ou moins persistant dans l'air de ces polluants, mais également des conditions météorologiques et de la topographie qui conditionnent les phénomènes de diffusion et de dispersion. De plus, certains polluants peuvent interagir avec d'autres, entraînant leur transformation par réactions chimiques en d'autres polluants dits secondaires (voir encadré ci-dessous).

### Polluants primaires et secondaires

Les polluants dits « primaires » sont émis directement par une source. C'est notamment le cas du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et des oxydes d'azotes (NO<sub>x</sub>). Leurs concentrations dans l'air sont maximales à proximité des sources, puis tendent à diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celles-ci en raison de leur dispersion.

Les polluants dits « secondaires » sont le produit de la transformation chimique de polluants primaires. C'est le cas de l'ozone, qui se forme à partir de précurseurs comme les oxydes d'azotes et les composés organiques volatils sous l'effet du rayonnement solaire.

### Description simplifiée des divers phénomènes de dispersion

Les paramètres relatifs à la source du polluant (hauteur et température du rejet atmosphérique, ...), ainsi que les conditions météorologiques, climatiques et topographiques jouent un rôle prépondérant dans le transport et la transformation chimique des polluants. Ils ont une incidence importante sur les niveaux de polluants observés au voisinage du sol. Parmi les facteurs pouvant influencer la dispersion des polluants, on peut citer :

- les turbulences et le vent : le vent et les turbulences thermiques par différence de température des masses d'air permettent de disperser les polluants,
- la stabilité ou l'instabilité de la masse d'air : la dispersion est favorisée par une atmosphère instable,
- la pluie : les précipitations ont pour effet de « lessiver » l'atmosphère et ramener les polluants au sol,
- les situations anticycloniques (hautes atmosphériques) : par nature stables avec peu de vent, ces situations sont défavorables à la qualité de l'air en été comme en hiver : la stabilité de la masse d'air s'oppose à la dispersion des polluants et conduit à l'inverse à une accumulation de ceux-ci au niveau des zones d'émissions,
- Géométrie du site : les reliefs, vallées ou encore les rues dites canyon (rues étroites bordées d'immeubles hauts) ne sont pas propices à la dispersion horizontale des polluants. Ainsi, les polluants émis par le trafic automobile s'accumulent à proximité immédiate de l'axe de circulation.

### Zoom sur l'inversion thermique :

Habituellement, la température de l'air décroît avec l'altitude, ce qui permet un brassage vertical des masses d'air, l'air chaud situé près du sol est plus léger et s'élève entraînant avec lui les polluants.

Dans certains cas, il peut se produire un phénomène d'inversion de température ; les couches d'air sont plus chaudes en altitude qu'au niveau du sol, ce qui bloque la dispersion verticale des masses d'air plus froides et plus lourdes situées au niveau du sol. Les polluants se trouvent alors bloqués dans les basses couches.

Les inversions thermiques se produisent notamment en hiver et par ciel clair. Le sol peut ainsi subir un fort refroidissement pendant la nuit, et au matin la température de l'air près du sol devient plus faible que la température de l'air en altitude.

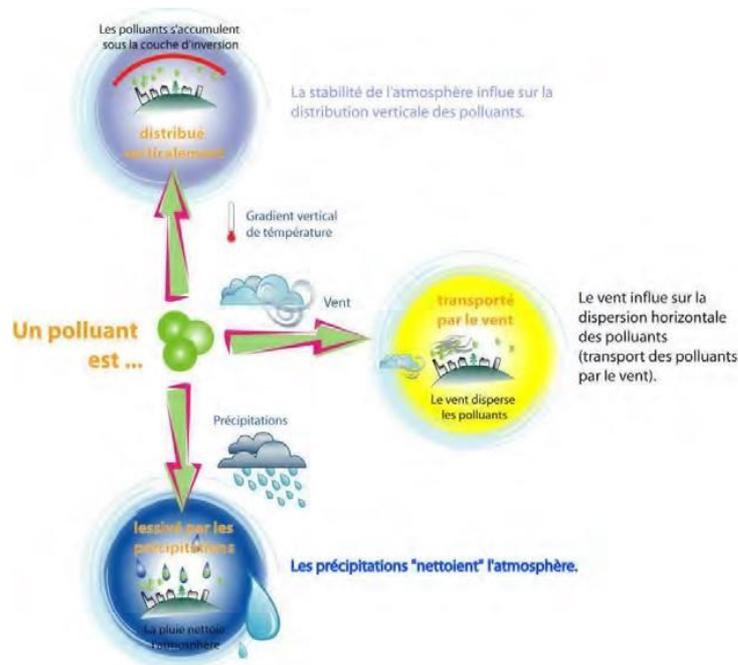
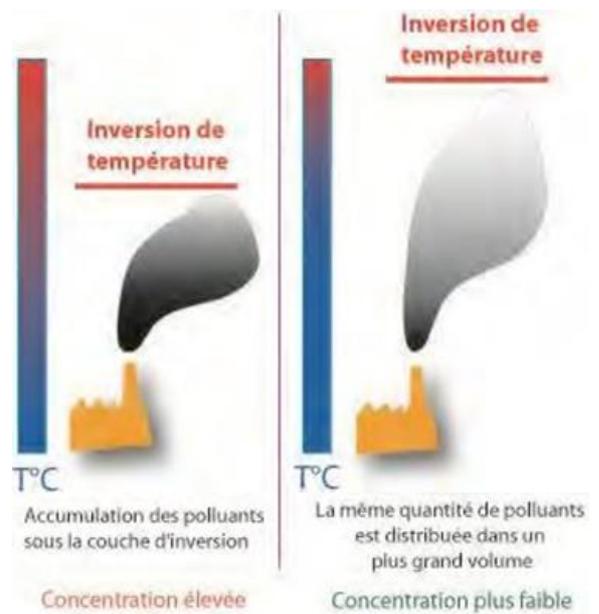


Figure 6 : Facteurs influençant les concentrations en polluants

**Spécificité locale :**

La zone d'étude est contrainte par le relief (formant une demi-cuvette ouverte vers la plaine de Limagne) et soumise à un climat semi-continental (hiver froid avec des nombreuses inversions de températures et été chaud). Ces paramètres favorisent la survenue de conditions météorologiques stables favorables à l'accumulation de pollution (NO2 et particules fines l'hiver et au printemps, O3 l'été).

En zone densément urbanisée, les phénomènes de rue canyon sont fréquemment observés : ce type de rues très encaissées constitue un obstacle à la dispersion horizontale des polluants. Les polluants émis par le trafic automobile s'accumulent à proximité immédiate de l'axe de circulation.

## 2.4. Justification du choix de l'année de référence (2017)

Comme exposé ci-avant, les niveaux de pollution de l'air observés sur un territoire peuvent être influencés en partie par des facteurs météorologiques. D'une année à l'autre, sur un territoire donné, ce facteur météo peut faire varier de manière non négligeable les niveaux moyens de pollution observés en influençant à la fois l'ampleur des émissions des polluants (en particulier les émissions dues au chauffage) et les conditions de dispersion de la pollution.

En premier lieu, le nombre d'épisodes anticyclonique et leur durée peut se traduire par davantage de jours d'épisode de pollution. Ainsi, un été chaud, sec et ensoleillé va se traduire par des niveaux plus élevés d'ozone qu'un été plus frais et marqué par des perturbations fréquentes. De même, un hiver froid, peu agité et peu pluvieux va à la fois se traduire par des émissions de polluants plus importantes en lien avec une utilisation accrue des chauffages, mais également par une moindre dispersion de ces polluants émis, alors qu'un hiver plus doux, humide et perturbé va être favorable à une dispersion fréquente des polluants et partant à une meilleure qualité de l'air.

Compte tenu de ces éléments, il est important, pour assurer une comparabilité adéquate dans les analyses portant sur la qualité de l'air, de retenir une année de référence représentative de la moyenne de la période récente et dont la météo n'a donc pas présenté de caractéristiques atypiques. A ce titre, il a été choisi d'établir ce diagnostic sur l'année de référence 2017. En effet bien que disposant de données plus récentes, cette année apparaît pertinente au regard des conditions rencontrées qui s'avèrent être représentatives de la moyenne de la dernière décennie :

- une température moyenne en France plus élevée que la normale (mais qui reste sous la barre de +1°C contrairement aux années 2018 à 2020),
- un hiver conforme aux normales de températures avec deux épisodes de froid en janvier,
- plusieurs épisodes de fortes chaleurs durant l'été en alternance avec des périodes plus fraîches.

## 2.5. Analyse des différentes sources de pollution

### 2.5.1. Présentation de l'inventaire des émissions

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins pour :

- les modèles d'évaluation de la qualité de l'air,
- les observatoires régionaux ORCAE (Observatoire Régional Climat Air Energie en Auvergne-Rhône-Alpes) et ORHANE (Observatoire Régional Harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des Nuisances Environnementales),
- les diagnostics des différents plans d'actions en faveur de la qualité de l'air, comme les Plans de Protection de l'Atmosphère, les Plans de Déplacements Urbains, les Zones à Faibles Emissions, les Plans Climat Air Energie Territoriaux.

Les méthodes utilisées suivent les guides méthodologiques européens (EMEP/EEA), nationaux (CITEPA/OMINEA) et régionaux (guide méthodologique du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux) qui décrivent, pour toutes les activités susceptibles d'émettre des polluants dans l'atmosphère, les méthodes pour générer les données d'activités les plus fiables possibles.

Les bilans de consommations énergétiques et d'émissions de polluants atmosphériques locaux et de Gaz à Effet de Serre sont élaborés à partir de l'outil ESPACE (Evaluation des inventaires spatialisés Air Climat Energie), développé en interne et s'appuyant sur une base de données PostgreSQL.

Le graphe suivant synthétise les interactions autour de l'inventaire des émissions.

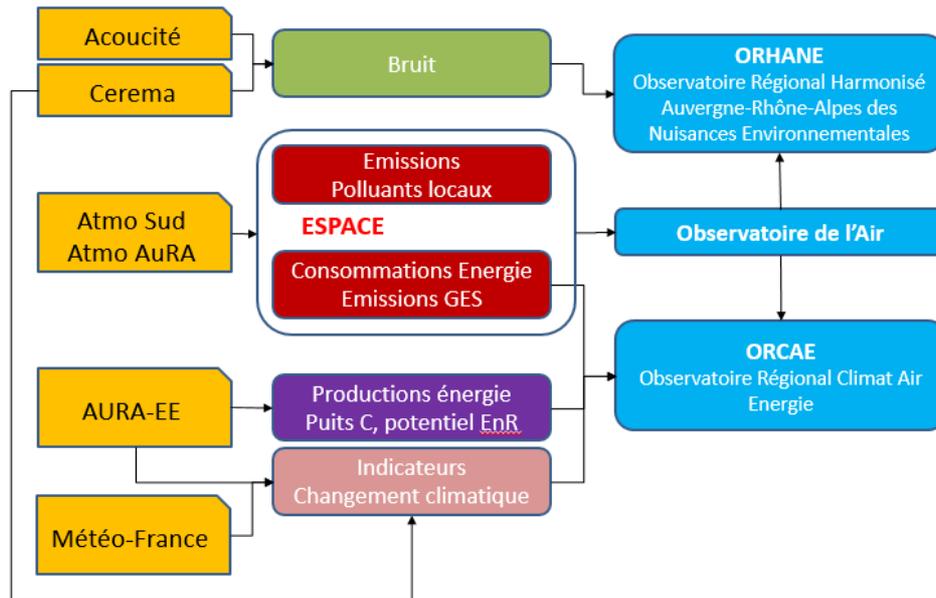


Figure 7: Interactions autour de l'inventaire des émissions

Tout inventaire des émissions obéit à certains critères : exhaustivité des sources, comparabilité entre territoires, cohérence temporelle, traçabilité, validation/bouclage avec des statistiques régionales ou consommations réelles locales, respect des règles de diffusion relatives aux données confidentielles.

La méthode privilégiée pour la réalisation de l'inventaire régional est dite « bottom-up » : elle utilise dans la mesure du possible les données (activités, émissions) les plus fines disponibles à l'échelle infra communale (principales émissions industrielles, comptages routiers, parc local de chauffage au bois, ...).

Ces données sont ensuite agrégées à l'échelle communale pour le calcul des émissions.

Lorsque les données n'existent pas à une échelle fine, des données régionales sont désagrégées à l'échelle communale au moyen de clés de désagrégation connues pour l'ensemble des communes de la région (population, emplois, ...). Les données sont en partie ajustées avec les consommations réelles d'énergie (gaz, électricité, chaleur et froid) disponibles en OpenData ou fournies par les partenaires de l'ORCAE.

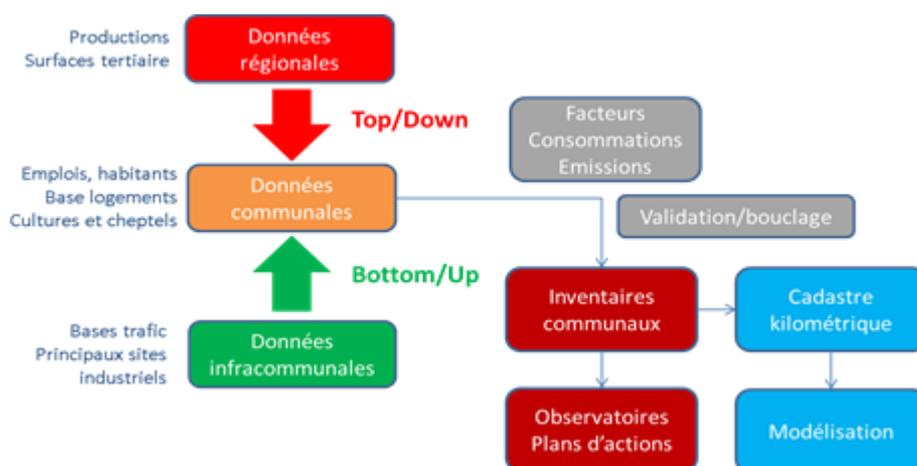


Figure 8 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions

L'inventaire des émissions s'inscrit dans un processus d'amélioration continue. Ainsi sur les dernières années, les améliorations suivantes ont pu être apportées en fonction du territoire :

### Trafic routier :

- Exploitation d'un plus grand nombre de comptages routiers afin de mieux estimer l'évolution des volumes de trafic sur plusieurs années ;
- Intégration des mises à jour des modèles trafics gérés sur les territoires ;
- Mise à jour du réseau routier structurant, en lien avec l'observatoire ORHANE.

### Chauffage biomasse :

- Exploitation du recensement des petites chaufferies biomasse (FIBOIS, ALEC, Grenoble, Région) pour les travaux PPA. Ces informations seront prochainement implémentées dans l'inventaire régional spatialisé.

### Industrie :

- Première exploitation à l'installation des émissions BDREP permettant de préciser les différentes énergies associées aux émissions.

### Agriculture :

- Consolidation à l'échelle EPCI des cheptels et cultures pour l'année 2018 initialement calculés par projection des résultats du dernier recensement général agricole 2010 avec les statistiques Agricoles Annuelles post 2010.

## Résidentiel et tertiaire

### ► Résidentiel

Le logigramme suivant synthétise les étapes de calcul des émissions du secteur résidentiel.

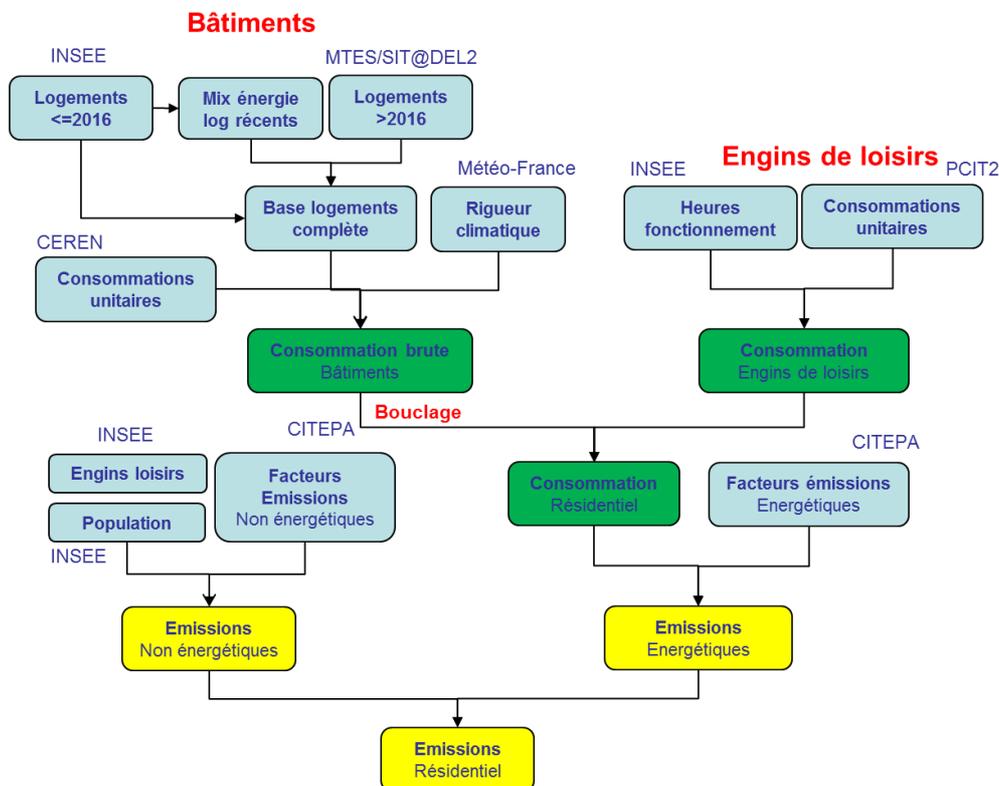


Figure 9 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles

### Sources des émissions

Les émissions du secteur résidentiel proviennent :

- De la consommation d'énergie des logements (chauffage, production d'eau chaude sanitaire, cuisson) ;
- De la consommation d'énergie et de l'abrasion des engins de loisirs (tondeuses, motoculteurs/motobineuses, tronçonneuses et débroussailleuses), cf guide méthodologique PCIT ;
- Du brûlage des déchets végétaux sur la base des principales hypothèses suivantes :
  - 9% des maisons ont recours à cette pratique ;
  - Afin de tenir compte du recul progressif de cette pratique (au vu de son illégalité), une décroissance annuelle de 2%/an a été appliquée après 2008. Cette hypothèse a été déduite de l'analyse des quantités de déchets verts traités sur les plateformes de compostage rhônalpines qui, à nombre de maisons équivalent, augmentent d'environ 2%/an (source SINDRA).

Plus d'informations sont disponibles dans le guide méthodologique PCIT<sup>1</sup> pour les activités domestiques suivantes : protection et travail du bois, utilisation domestique de peinture, de solvants et de produits pharmaceutiques ; utilisation de feux d'artifice ; consommation de tabac ; usure des chaussures.

## **Données d'entrée et méthodes de calcul**

### *Consommation et émissions hors biomasse*

Plusieurs données sont nécessaires aux calculs présentés plus loin :

- Une base communale annualisée des logements à partir des enquêtes détail logements de l'INSEE et de la base SIT@DEL ;
- Un facteur unitaire de consommation par usage fourni par le CEREN ;
- Des données météo permettant de calculer la rigueur climatique de l'année ;
- Des facteurs d'émission nationaux fournis par le CITEPA.

Un facteur unitaire de consommation par usage détaillé selon les caractéristiques des logements est utilisé pour modéliser les consommations des appareils de chauffage électriques, gaz, fioul, GPL (source CEREN). Un facteur d'émission par polluant et combustible (issu du guide méthodologique national OMINEA) permet d'en déduire les émissions associées.

### *Chauffage individuel biomasse*

Contrairement aux autres énergies de chauffage pour lesquelles un facteur d'émission moyen est utilisé, le chauffage biomasse donne lieu à la modélisation d'un parc pluriannuel d'appareils de chauffage individuel au bois à partir de l'enquête régionale menée en 2017.

Après avoir déterminé le parc d'appareils et la consommation, un facteur d'émission par polluant est associé. Les facteurs d'émissions utilisés pour le chauffage individuel proviennent de l'étude ADEME/DPED/SBIO de 2010. Les facteurs d'émissions issus de la dernière étude CARVE ne sont pas utilisés pour l'instant, par cohérence avec les inventaires nationaux.

---

<sup>1</sup> LCSQA, 2019, Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques, disponible sur [https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/MTES\\_Guide\\_methodo\\_elaboration\\_inventaires\\_PCIT\\_mars2019.pdf](https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/MTES_Guide_methodo_elaboration_inventaires_PCIT_mars2019.pdf)

Individuel	Combustible	NOx	PM10	PM2.5	COVNM	NH3	SO2	CH4	N2O
Chaudières	Bûches <2002	60	238	233	1000	43	10	330	4.0
	Bûches >2002	60	95	93	300	43	10	100	4.0
	Bûches Perf	90	52	51	50	43	10	17	4.0
	Granulés	90	29	28	20	23	10	6.7	4.0
	Plaquettes	90	38	37	20	23	10	6.7	4.0
Poêles et cuisinières	Bûches <2002	60	665	651	1600	43	10	530	4.0
	Bûches >2002	60	247	242	400	43	10	130	4.0
	Bûches Perf	60	133	130	250	43	10	80	4.0
	Granulés	60	67	65	20	23	10	6.7	4.0
	Plaquettes	60	177	174	20	23	10	6.7	4.0
Inserts	Bûches <2002	60	665	651	1600	43	10	530	4.0
	Bûches >2002	60	247	242	400	43	10	130	4.0
	Bûches Perf	60	133	130	250	43	10	80	4.0
Foyers ouverts		60	713	698	1700	45	10	565	4.0

Tableau 1 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage individuel biomasse (g/GJ)

### Chauffage collectif biomasse

La connaissance des logements ayant recours au chauffage collectif biomasse se fait au travers d'un inventaire des installations dédiées au résidentiel par croisement entre plusieurs sources de données :

- Agences locales de l'énergie ;
- Recensement FIBOIS ;
- Appel à projet de la région.

Les informations suivantes sont utilisées pour caractériser les consommations annuelles de biomasse :

- Commune ;
- Année de mise en service ;
- Puissance de la chaudière ;
- Combustible utilisé ;
- Type de locaux chauffés ;
- Consommation déclarée sinon consommation calculée selon puissance de sortie divisée par un rendement de 80% multipliée par le nombre d'heures fonctionnement, résultant de la valeur moyenne des installations renseignées :
  - o Secteur industriel ou agricole : 4000h ;
  - o Secteur tertiaire :
    - Puissance <1MW : 2000h ;
    - Puissance >1MW : 3400h ;
  - o Secteur résidentiel :
    - Puissance <1MW : 2000h ;
    - Puissance >1MW : 3600h ;
  - o Secteur résidentiel/tertiaire :
    - Puissance <1 MW : 2000h ;
    - Puissance >1 MW : 2250h.

Concernant les chaufferies collectives biomasse :

- Puissance < 1 MW : en l'absence de VLE réglementaire, les valeurs de l'ADEME sont utilisées ;
- Puissance > 1MW :
  - o Mise en service avant 2013 : VLE PM à 50 mg/Nm3 à 13% d'O2 ;
  - o Mise en service à partir de 2013 : VLE PM à 30 mg/Nm3 à 13% d'O2 (correspondant à la réglementation en zone PPA).

Collectif	Combustible	NOx	PM10	PM2.5	COVNM	NH3	SO2	CH4	N2O
< 1 MW	granulés/plaquettes	90	29/38	28/37	20	23	10	6.7	4.0
> 1MW avant 2013	plaquettes	132	17	17	2.2	37	6.0	6.7	4.0
> 1MW à partir de 2013	plaquettes	132	10	10	2.2	37	6.0	6.7	4.0

Tableau 2 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage collectif biomasse

### ► Tertiaire

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs au secteur tertiaire.

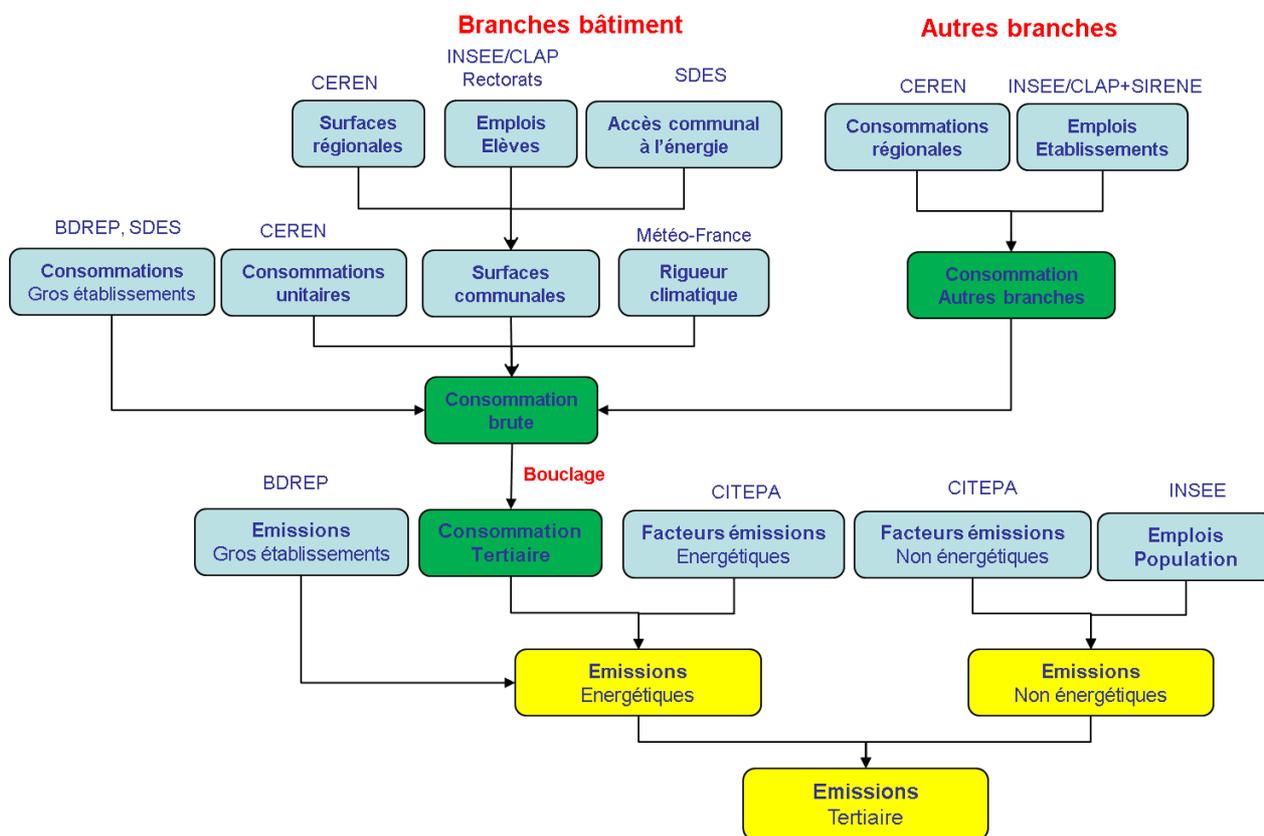


Figure 10 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires

### Sources des émissions

Le secteur tertiaire regroupe :

- une branche « bâtiment » : bureaux, cafés hôtels restaurants, commerces, enseignement/recherche, santé, habitat communautaire, sport, culture et loisirs, et activités liées aux transports (logistique, transports en commun) ;

- une branche « non bâtiment » (consommations générales d'immeubles résidentiels et tertiaires, locaux de la défense nationale, secteur des télécommunications, épuration des eaux usées et distribution d'eau potable, secteur de l'édition, collecte des déchets, et datacenters).

Sont regroupées les émissions liées au chauffage et aux autres usages (eau chaude sanitaire, cuisson, usages spécifiques de l'électricité) telles que définies par le CEREN.

### **Données d'entrée et méthodes de calcul**

Contrairement au secteur résidentiel, les données disponibles pour le secteur tertiaire sont en général régionales. La répartition communale s'appuie sur plusieurs variables (ou clés) de répartition :

- Nombre d'élèves pour la branche Enseignement (niveaux 1, 2 et 3) ;
- Base emplois CLAP de l'INSEE pour les autres branches.

Des données locales existent cependant pour quelques branches.

#### *Branche « bâtiment »*

Les enquêtes CEREN 1992, 1999, 2007, 2010 et 2013 permettent de disposer d'une consommation unitaire annualisée par branche, énergie et usage (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, usages spécifiques de l'électricité – climatisation et autres usages). Les années manquantes avant 2013 sont interpolées, pour les autres, une extrapolation de la tendance 2010-2013 est réalisée.

Les émissions des chaufferies biomasse sont également intégrées lorsqu'elles desservent tout ou en partie des bâtiments communaux (cf. chapitre résidentiel).

Des facteurs d'émissions par polluant et combustible (issus du guide méthodologique national OMINEA) permettent d'en déduire les émissions associées.

#### *Branche « non bâtiment »*

Les consommations régionales 2010 par branche sont fournies par le CEREN. Une évolution annuelle à dire d'expert est appliquée pour chacune de ces branches:

Branche	désagrégation communale	Evol an
Consommations générales d'immeubles résidentiels et tertiaires	Emplois	-1.0%
Frigo	Emplois	1.0%
Locaux de la défense nationale	Emplois	-2.0%
Secteur des télécommunications	Emplois	2.5%
Epuration eaux usées et distribution eau potable	Emplois	1.0%
Secteur de l'édition	Emplois	-4.0%
Collecte des déchets	Emplois	1.0%
Datacenters	Etablissements	1.0%

*Tableau 3 : Evolution annuelle de la consommation régionale par branche non-bâtiment*

## Transports

### ► Transport routier

#### Sources des émissions

Le calcul des émissions est réalisé pour chaque type de véhicule en distinguant :

- les opérations de moteurs chauds stabilisés : ces émissions peuvent parfois dépendre de l'âge du véhicule ;
- la phase de chauffage (les émissions à froid) : définie en fonction du type de parcours (urbain, péri-urbain ou autoroutier) et de la température extérieure ;
- les sources d'évaporation (distinction entre évaporations au roulage, diurnes et suite à l'arrêt du véhicule). Ces deux derniers types sont évalués à partir du parc statique connu annuellement à l'échelon départemental ;
- l'usure des pneus, des plaquettes de freins et des routes : un facteur d'émission moyen par kilomètre est attribué selon le type de véhicule pour les particules ;
- la remise en suspension des particules déposées sur la chaussée : cette source n'est calculée que pour des besoins de modélisation fine échelle (exclue des bilans d'émissions pour éviter tout double compte).

Le logigramme suivant synthétise la démarche retenue pour le calcul des émissions du transport routier à chaud et à froid.

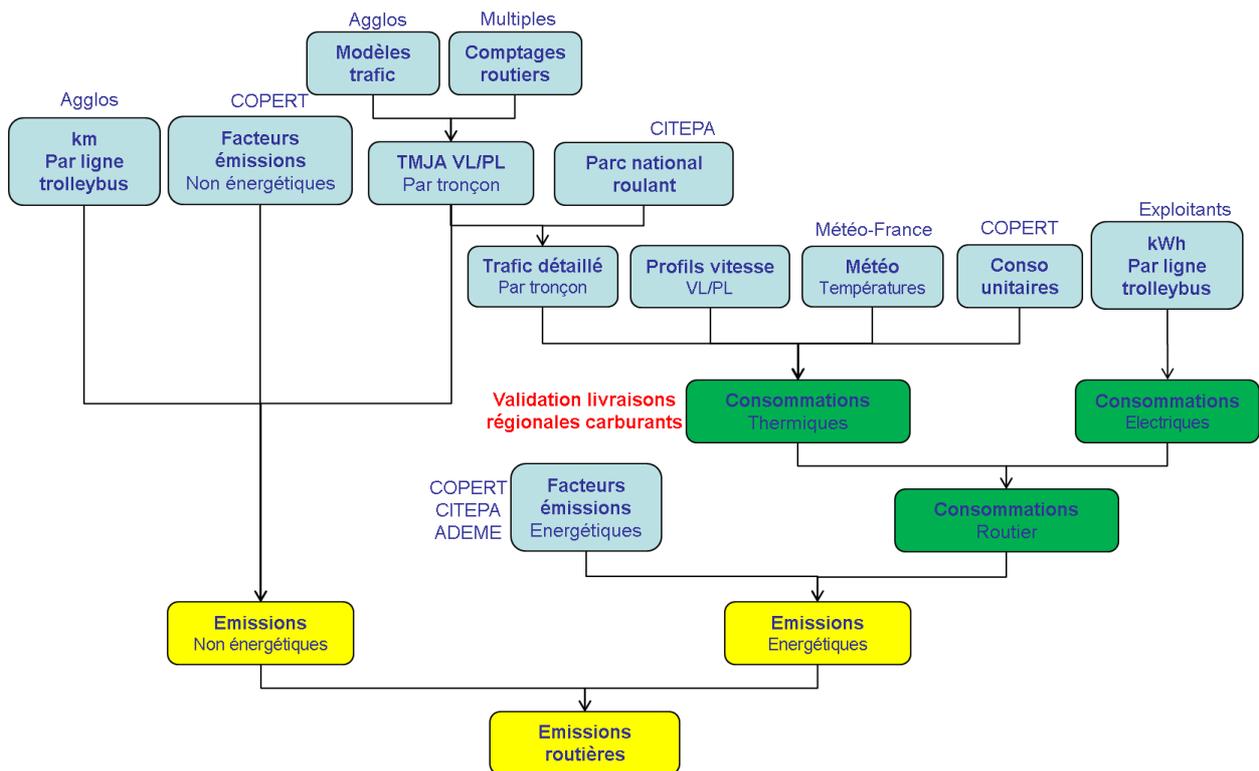


Figure 11 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier

### ► Transport ferroviaire

Le logigramme suivant résume l'approche méthodologique.

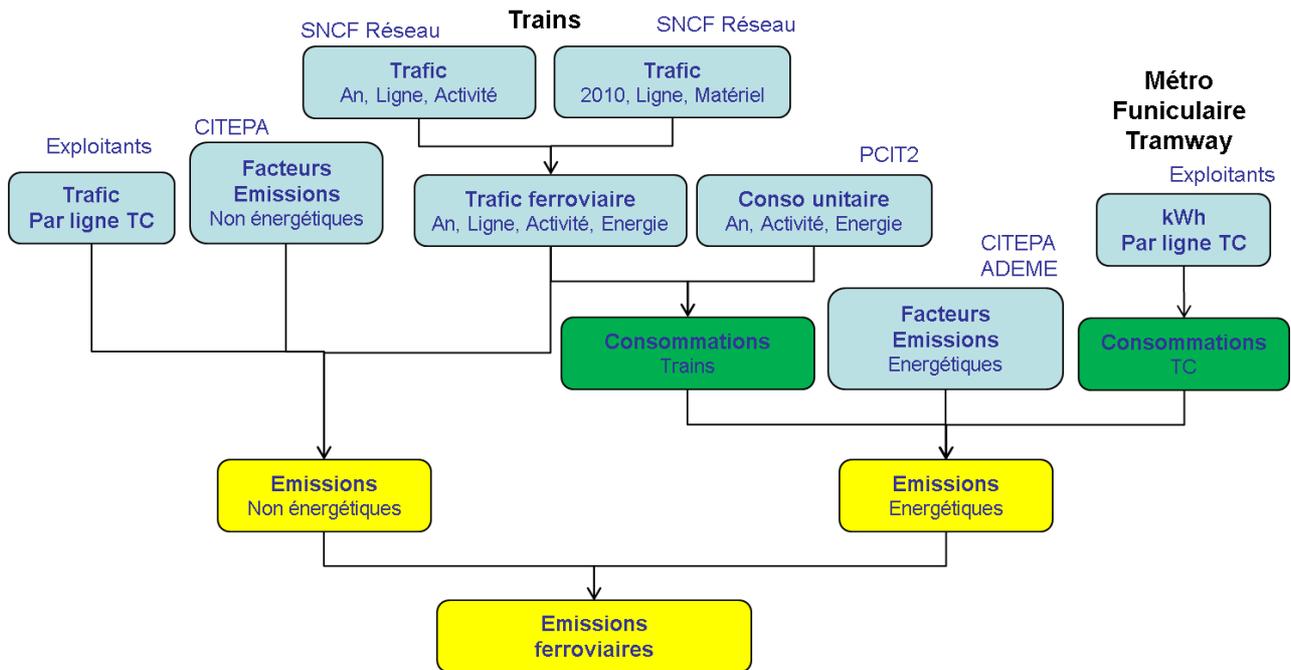


Figure 12 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire

Sont traités également dans ce secteur les transports en commun électriques (tramway) pour lesquels les données de parc roulant, de kilométrage et de consommations d'énergie sont fournies par les exploitants.

### Sources des émissions

Les sources d'émissions ferroviaires sont multiples :

- locomotives diesel circulant majoritairement sur les lignes non électrifiées ;
- usure des roues, rails et freins, à l'origine d'émissions de poussières ;
- usure des caténaires (lignes électrifiées), à l'origine d'émissions de poussières et cuivre.

Les principales sources de données utilisées sont les suivantes :

- Les volumes de trafic annuels par tronçon sont fournis par SNCF Réseau sur chaque section du réseau ferroviaire, avec distinction des activités (fret, grandes lignes/TGV et TER) ;
- Une étude détaillée réalisée par SNCF Réseau en 2009 permet de disposer d'informations relatives aux types de matériel roulant et d'en déduire la part des locomotives à traction électrique et diesel (certaines lignes électrifiées pouvant accueillir des locomotives diesel) ;
- Les consommations unitaires des locomotives diesel (moyenne pour tous les types de locomotives évoluant dans le temps) et électriques (valeur fixe dans le temps mais distinguant le fret, les grandes lignes et les TER) ont également été fournies par SNCF.

#### ► Transport fluvial

Sur le PPA clermontois, le secteur fluvial n'est pas considéré.

#### ► Transport aérien

Sur le territoire du PPA, les émissions de l'aéroport de Clermont-Ferrand Auvergne provenant des aéronefs sont calculées à partir du nombre annuel de mouvements distinguant le trafic domestique/international, les types d'avions, les différents phases LTO (déplacement au sol, poussée, décollage et atterrissage). Les

émissions des activités au sol (groupes électrogènes thermiques, antigivrage et dégivrage des avions, tondeuses, push, loader, ...) ne sont pour l'instant pas évaluées par manque de données.

## Industries

### ► ICPE

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs au secteur de l'industrie manufacturière.

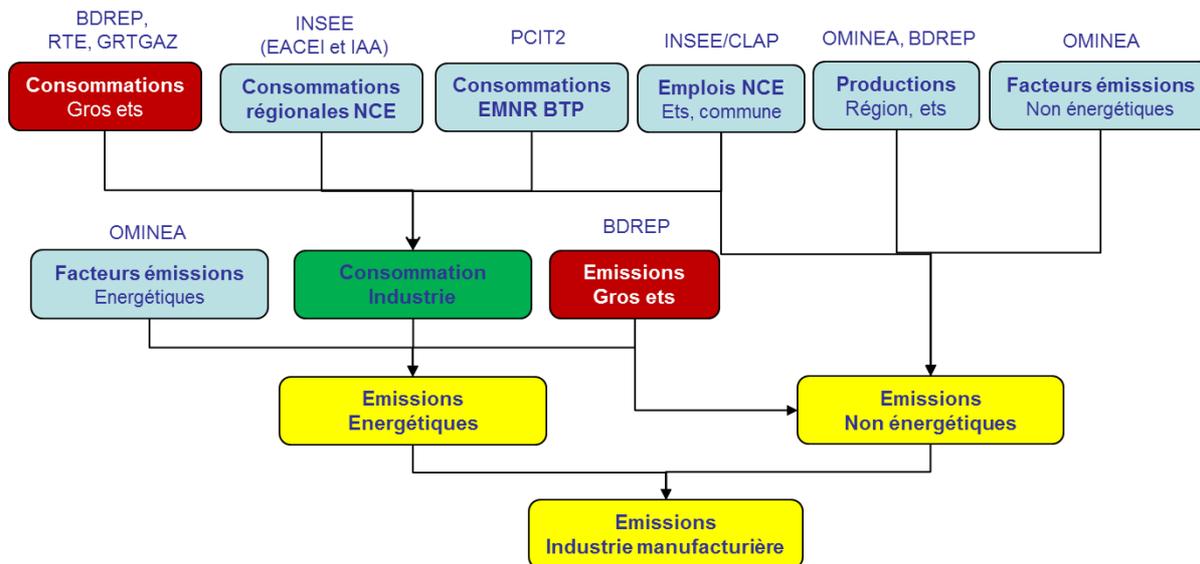


Figure 13 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière

## Données d'entrée et méthodes de calcul

### ► Consommations et émissions énergétiques

Les données utilisées reposent majoritairement sur les données « réelles » pour les installations importantes des territoires :

- **BDREP** : les ICPE déclarent annuellement à l'Etat leurs consommations d'énergie (sauf électricité) et émissions de polluants (GES et Air), ces informations sont disponibles et complètes depuis 2005. Concernant les années antérieures (dans la perspective de la production d'un bilan consolidé 1990) :
  - Consommations d'énergie : aucune information avant 2003
  - Emissions de GES : aucune information avant 2000, certaines données avant 2005 étant partielles (par exemple CO<sub>2</sub> procédé non renseigné pour certains industriels)
  - Emissions de polluants locaux :
    - NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> : bien renseigné depuis 1991 ;
    - PM, COVNM : partiellement renseigné depuis 1991 ;
- **RTE** : les consommations réelles d'électricité à l'IRIS, disponibles à l'échelle de l'IRIS en OpenData depuis 2012, sont associées manuellement au client industriel.
- **GRTGAZ** : les consommations réelles de gaz (à usage énergétique, voire en tant que matière première), disponibles à l'échelle de l'IRIS en OpenData depuis 2008, sont associées manuellement au client industriel. Elles viennent en complément des données BDREP.

Les enquêtes régionales EACEI et IAA de l'INSEE permettent d'estimer les consommations et émissions des autres établissements :

- Le solde de consommation régionale est obtenu par déduction entre les consommations régionales par NCE et les consommations régionales provenant de la grosse industrie :

- Cette consommation est ensuite ventilée au prorata des salariés par regroupement NCE des activités.

### ► Emissions non énergétiques

Les émissions d'origine non énergétique sont estimées à partir des données régionales de productions industrielles ventilées au prorata des emplois associés.

Pour plus d'informations : Se référer aux guides méthodologiques régionaux et PCIT mentionnés dans la section bibliographie.

### Hypothèses d'évolution des émissions 2018-2027

La moyenne des émissions 2014-2018 a été considérée pour caractériser les émissions tendanciennes 2027.

### ► Carrières

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs aux émissions des carrières :

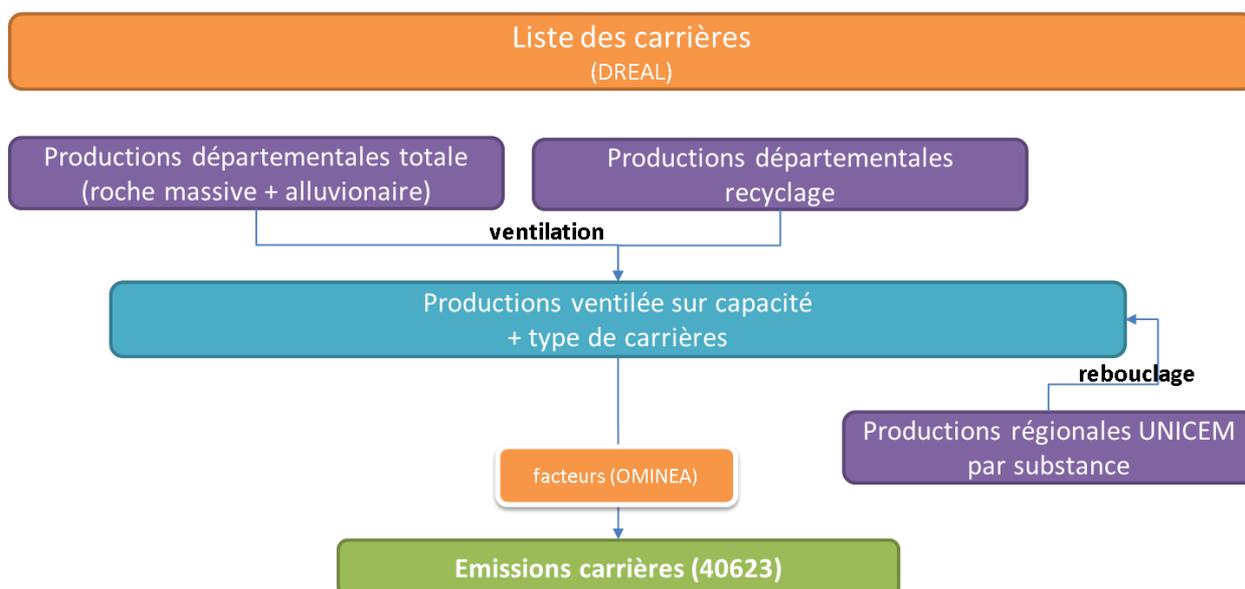


Figure 14 : Logigramme de calcul des émissions des carrières

### Données d'entrée et méthodes de calcul

Les émissions des carrières sont calculées de deux manières :

- Pour les plus importantes d'entre elles, les émissions proviennent des déclarations BDREP.
- Pour les autres : on ventile les productions départementales de matériau au prorata des capacités de chacune des carrières (dont la liste a été établie avec la DREAL). Pour chaque carrière, on distingue le traitement de la roche massive de celui des alluvions (une quantité de matériaux recyclés est aussi calculée), les facteurs d'émissions associés à ces types de matériaux étant très différents. Dans le cadre des travaux du PPA, les quantités de matériaux par site ont été collectées pour l'année 2018, ce qui a permis d'ajuster les valeurs estimées antérieurement.

Le facteur d'émission national utilisé ne détaille pas les différentes activités émettrices. Une étude récente menée par Atmo Sud sur une de ses carrières permet de se faire une idée de la répartition des émissions de particules entre les principaux postes émetteurs.

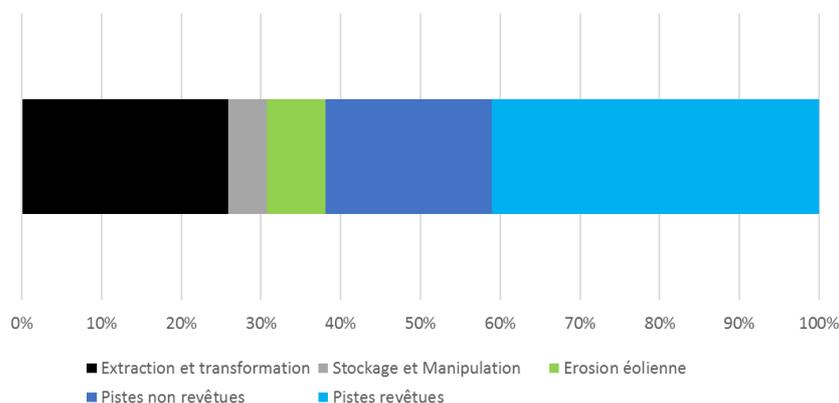


Figure 15 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière

### ► Chantiers/BTP

Les émissions des chantiers/BTP proviennent de deux sources :

- Emissions issues des différentes opérations d'un chantier sans détail : démolition éventuelle, terrassement, disqueuse, perçage... Estimation à partir des surfaces de chantier issues des permis de construire SITADEL (habitations et locaux tertiaire/industrie) auxquelles est appliqué un facteur d'émission national exprimée en g/ha.
- Emissions des **engins de chantiers** : une consommation régionale de carburant (GPL et GNR) est estimée à partir des enquêtes régionales EACEI puis ventilée au prorata des surfaces communales de chantiers. Des facteurs d'émissions (annualisés pour tenir compte du renouvellement progressif du parc de véhicules) sont ensuite appliqués à ces consommations.

### Agriculture

Les émissions agricoles sont d'origine :

- Énergétique : engins agricoles/sylvicoles et chauffage des bâtiments
- Non énergétique selon trois principales sources :

### ► Elevage

L'évaluation des émissions issues de l'élevage s'appuie sur :

- Des données communales par catégories de cheptel ;
- La répartition des déjections entre bâtiment et stockage ;
- La répartition des types de déjections animales.

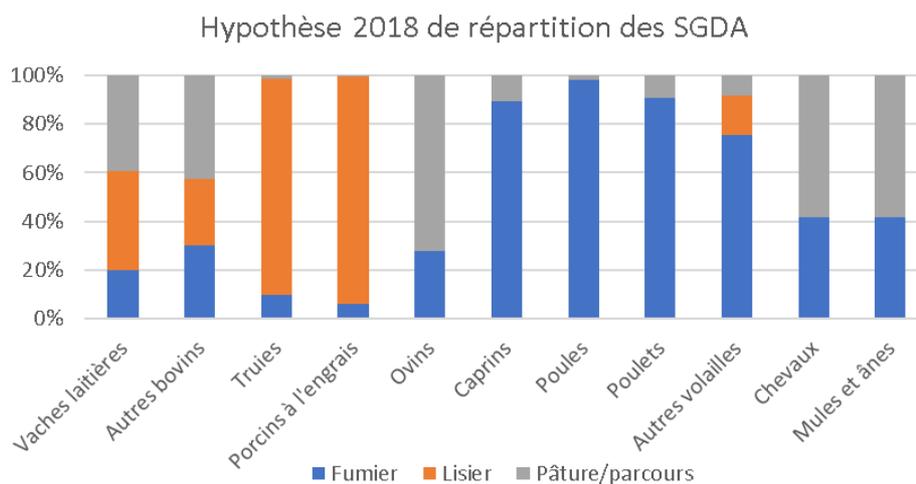


Figure 16 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel

## ► Epannage

Les épandages d'engrais organiques et minéraux sont réalisés au prorata des surfaces cultivées (terres arables, cultures permanentes et vergers) sans distinction des cultures (par manque d'informations précises).

**Epannages minéraux** : les quantités épandues s'appuient sur les ventes régionales de la campagne N-1/N réparties selon 8 catégories.

**Epannages organiques** : les quantités épandues sont calculées selon :

- Les quantités d'azote ammoniacal contenues dans les déjections épandues par catégorie animale et par type de déjection ;
- Les facteurs d'émission à l'épandage par catégorie animale et par type de déjection (EMEP/EEA) ;
- L'hypothèse que l'ensemble des déjections produites à l'échelle régionale sont épandues sur le territoire (ni import, ni export de déjections) ;
- Le type de matériel utilisé à l'échelle nationale pour l'épandage de lisier bovins et porcins et de facteurs d'ajustement (FA) par technique (d'après les enquêtes bâtiment nationales).

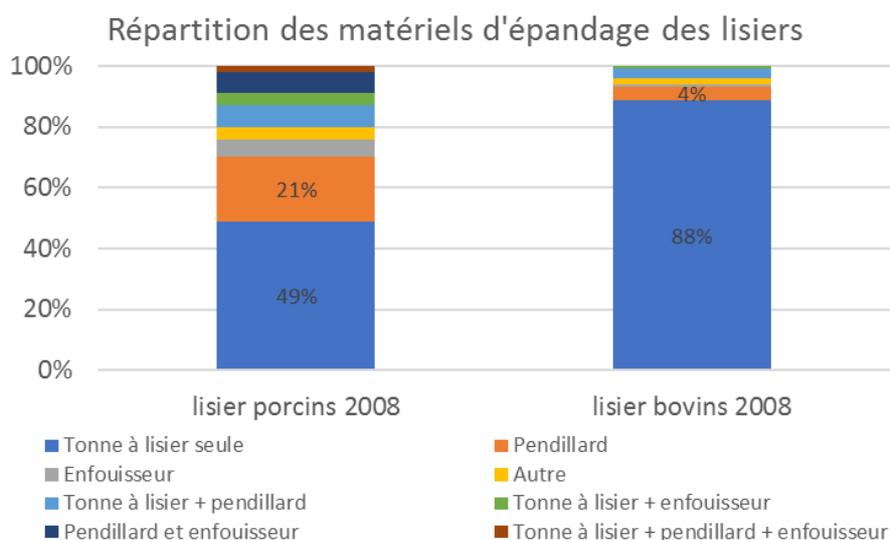


Figure 17 : Répartition des matériels d'épandage

## 2.5.2. Les principales sources d'émissions à l'échelle du périmètre d'étude

L'analyse des émissions développée ci-après prend en considération 6 polluants :

- les **NO<sub>x</sub>**, les **PM<sub>2,5</sub>**, les **PM<sub>10</sub>** qui sont les polluants primaires réglementés dans l'air ambiant,
- les **COVnm** et le **NH<sub>3</sub>** qui représentent un enjeu dans le cadre des objectifs de réduction d'émissions fixés par le PREPA et qui constituent en outre des polluants primaires impliqués dans la formation d'autres polluants à enjeux pour le PPA ;
- les **SO<sub>x</sub>** : polluant dont la concentration est réglementée, mais sans que ça ne pose de difficulté majeure sur le territoire, et qui présente surtout un enjeu dans le cadre des objectifs de réduction d'émissions fixés par le PREPA.

Concernant les autres polluants réglementés :

- l'ozone, polluant secondaire et donc non-émis directement par les activités humaines, est traité dans la partie concernant les concentrations ;
- le monoxyde de carbone (CO), le benzo-(a)-pyrène (B-[a]-P), le benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> et les métaux lourds (plomb, nickel, arsenic, cadmium, mercure) ne présentent pas ou plus d'enjeux, en ce qu'ils respectent assez largement les valeurs limites réglementaires ou/et les valeurs cibles sur le périmètre d'étude considéré. Les données mesurées pour attester ce constat sont en outre disponibles sur le site internet d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes sur les pages suivantes : <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/donnees/acces-par-station> et <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/acces-aux-mesures-differees>

Concernant les six polluants considérés, sur le périmètre d'étude du PPA, les émissions représentent en 2017 environ 4 130 tonnes pour les NO<sub>x</sub>, 1 400 tonnes pour les PM<sub>10</sub>, dont 1 050 tonnes de PM<sub>2,5</sub> ; 4 000 tonnes de COVnm, 2 900 tonnes d'ammoniac et 120 tonnes de SO<sub>x</sub>. Le poids relatif des différentes sources d'émissions est très variable d'un polluant à l'autre.

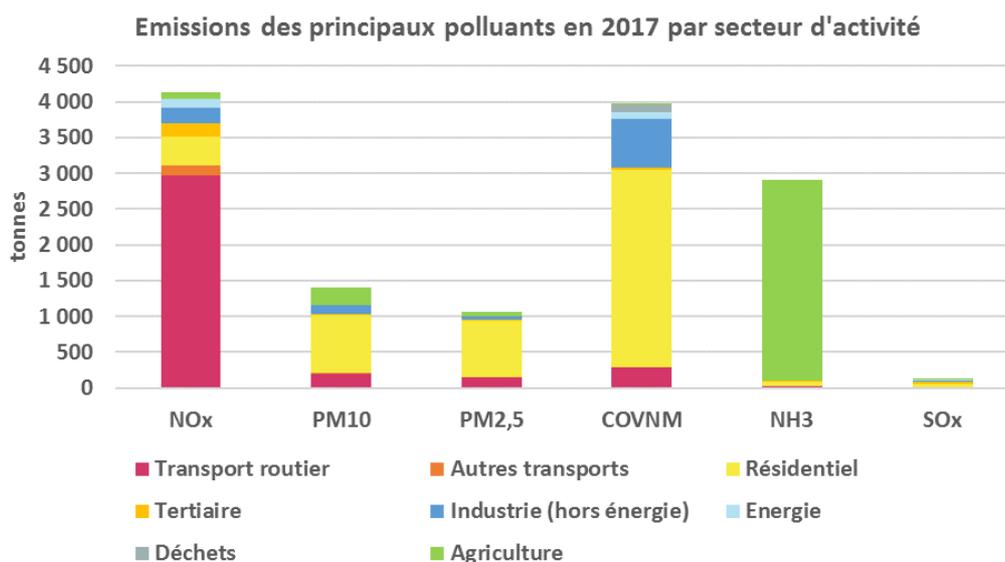


Figure 18 : Répartition des émissions par secteur d'activités Unité : tonne / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

NB : Le secteur de la production d'énergie regroupe entre autres : le chauffage urbain et les chaufferies associées, les raffineries, les UIOM/ISDND/méthaniseurs (avec valorisation énergétique), les centrales thermiques, les centrales nucléaires. Chacun de ces sites est considéré dans l'inventaire comme une source ponctuelle et est traité individuellement.

Concernant les NO<sub>x</sub>, près de trois-quarts des émissions sont issues du transport routier, le deuxième secteur le plus émetteur étant le secteur résidentiel.

Pour les PM<sub>10</sub> plus de la moitié provient du secteur résidentiel, de même que près des 3/4 des émissions de PM<sub>2.5</sub>. Le chauffage individuel au bois en est la principale source. Les autres secteurs émetteurs de particules sont l'agriculture en particulier pour les particules PM<sub>10</sub> plus grossières (17% des émissions) puis le transport routier (14% des PM<sub>10</sub> et des PM<sub>2.5</sub>).

Les émissions de COVnm, précurseurs de l'ozone, sont principalement issues du secteur résidentiel (70%), là encore en lien avec le chauffage au bois, mais également en raison de l'utilisation de produits chimiques (produits d'entretien, peintures, solvants, etc.). Le second contributeur majeur en COVnm est l'industrie avec 17% des émissions.

Les émissions de NH<sub>3</sub> sont pour la quasi-totalité issues du secteur agricole.

Les émissions d'oxydes de soufre relativement faibles proviennent des secteurs résidentiels et tertiaire

### 2.5.3. Analyses de l'historique des émissions depuis 2000

Depuis les années 2000, les émissions de polluants sont en assez nette diminution sur l'ensemble de la zone d'étude. Les principaux facteurs expliquant cette évolution favorable sont les durcissements réglementaires concernant les émissions industrielles et les véhicules routiers. L'amélioration de l'efficacité énergétique des logements et l'amélioration des systèmes de chauffage y contribuent aussi.

## Evolution des émissions de NOx

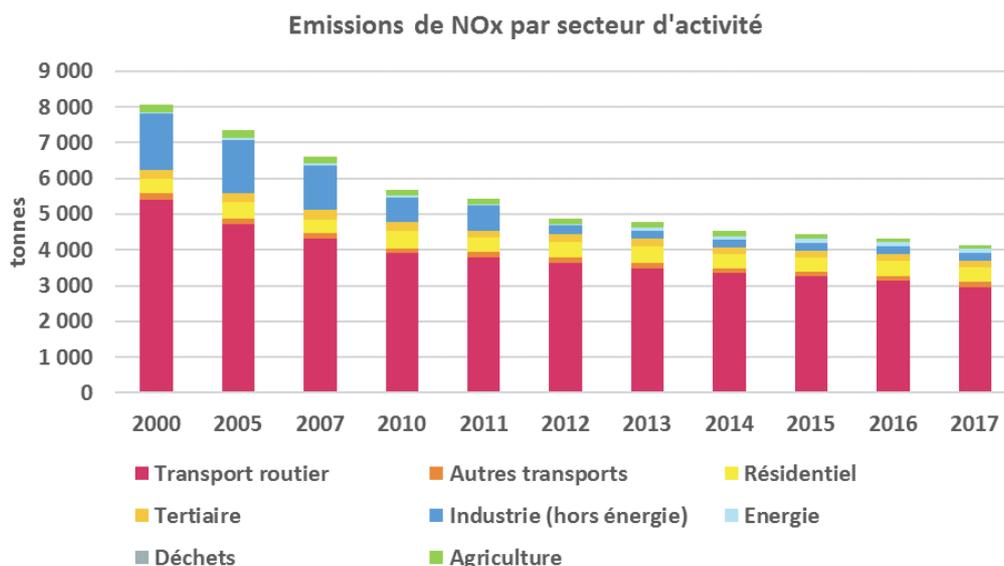


Figure 19 : Evolution des émissions de NOx / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

La baisse significative observée depuis 2000 concernant les émissions de NO<sub>x</sub> est surtout liée aux secteurs de l'industrie et du transport routier. La diminution des émissions industrielles, principalement entre 2005 et 2010, est en grande partie imputable à une efficacité grandissante des technologies de dépollution, en lien avec le durcissement des réglementations appliqués à cette période. La diminution des émissions du transport routier s'explique par le renouvellement continu du parc de véhicules en circulation, avec en particulier la généralisation des systèmes de dépollution sur les véhicules neufs à compter du milieu des années 2000 imposée par les normes EURO successives. Cette baisse des émissions unitaire des véhicules est en partie contrebalancée par l'augmentation du trafic routier.

## Evolution des émissions de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

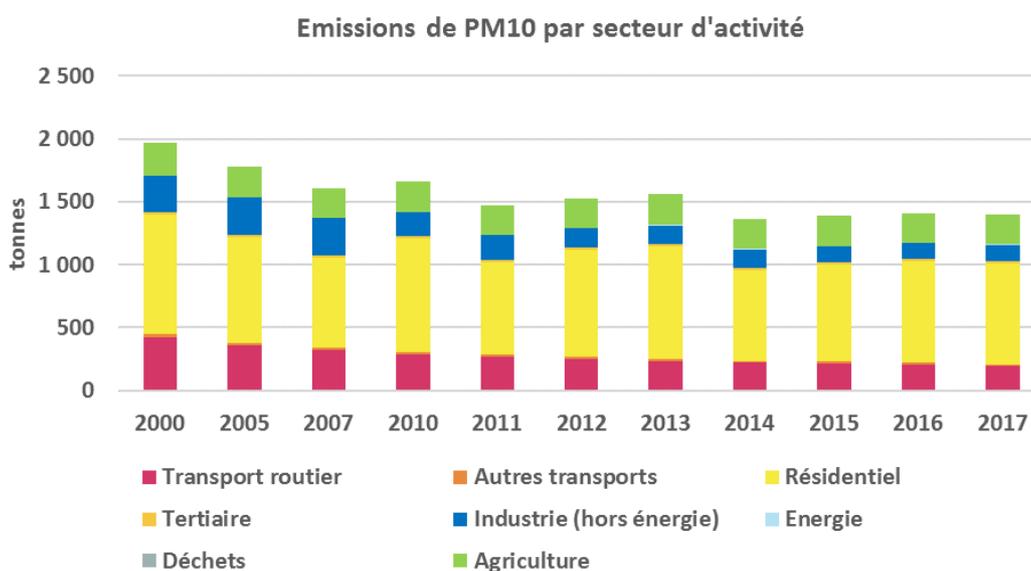


Figure 20 : Evolution des émissions de PM10 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

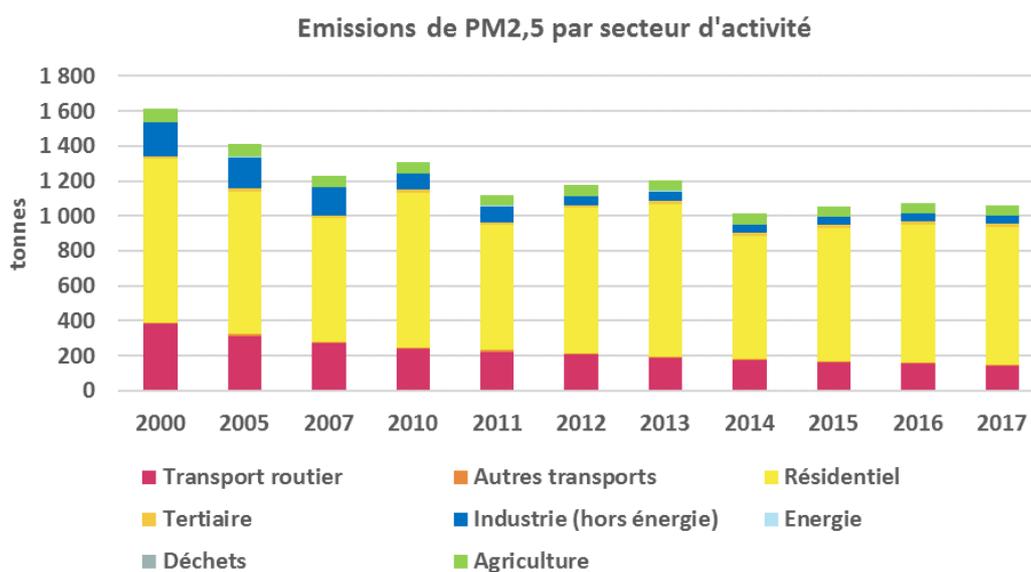


Figure 21 : Evolution des émissions de PM<sub>2,5</sub> / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

Les PM<sub>2,5</sub> étant un sous-ensemble des PM<sub>10</sub>, la chronique des émissions suit logiquement la même trajectoire. La baisse observée sur plusieurs années est avant tout imputable au transport routier (renouvellement du parc automobile, avec la généralisation des filtres à particules pour les véhicules neufs à partir de 2011) ainsi qu'à l'industrie (amélioration des procédés de fabrication, renforcement des normes relatives aux rejets des ICPE, réduction d'activités ou fermeture de certaines unités).

En corollaire, les émissions du secteur résidentiel ont baissé mais moins fortement : l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements et des systèmes de chauffage est avérée pour les logements neufs, toutefois l'amélioration du bâti existant constitue un chantier très vaste avec un taux de renouvellement annuel bien moins élevé que ce qu'on peut observer pour les véhicules. De plus, les surfaces à chauffer continuent à augmenter.

Au-delà de cette tendance à la baisse sur le long terme, les chroniques ci-dessus font apparaître des fluctuations annuelles s'expliquant par les variations météorologiques d'une année à l'autre. En effet, les hivers plus rigoureux occasionnent des besoins en chauffage accrus et donc des consommations de combustible associées, en particulier pour le bois de chauffage. C'est pourquoi ces émissions de PM sont plus fortes en 2010 par exemple, année marquée par un hiver plus froid.

### Evolution des émissions de Composés Organiques Volatils non méthaniques (COVnm)

Les émissions de COVnm ont connu une baisse marquée au cours des années 2000 notamment du fait de la baisse des émissions du secteur des transports et de l'industrie, pour les mêmes raisons que celles invoquées pour les PM et les NO<sub>x</sub>. Cependant depuis 2014 ces émissions stagnent.

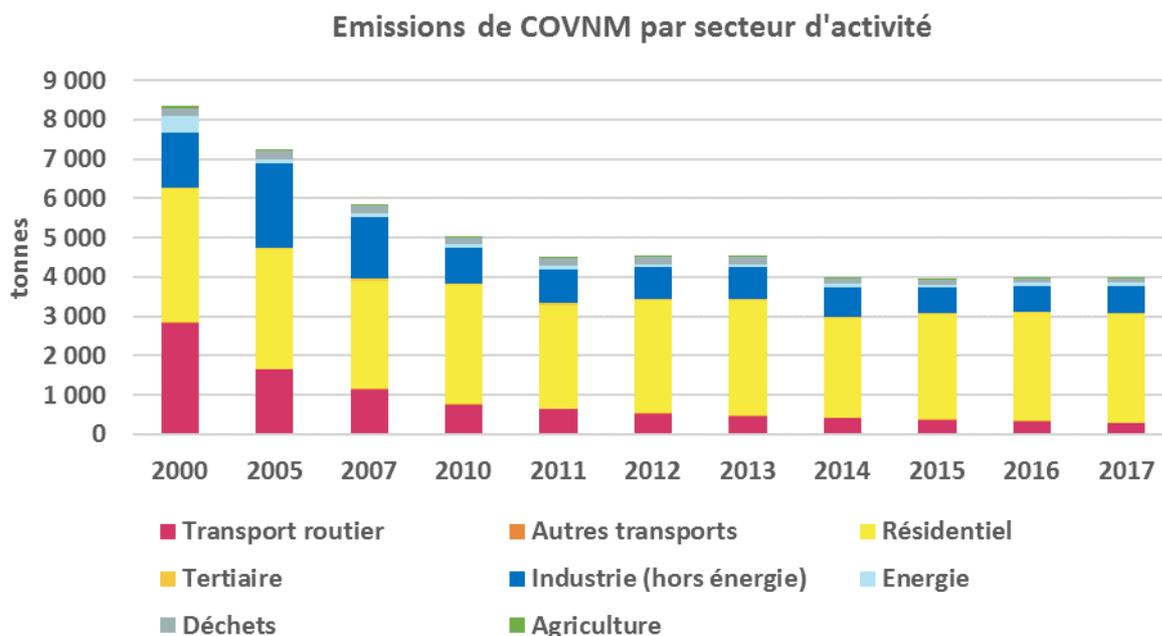


Figure 22 : Evolution des émissions de COVNM / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

### Evolution des émissions d'ammoniac NH<sub>3</sub>

Les émissions d'ammoniac sur la zone d'étude présentent une légère variabilité annuelle, mais sont globalement stables sur la période considérée.

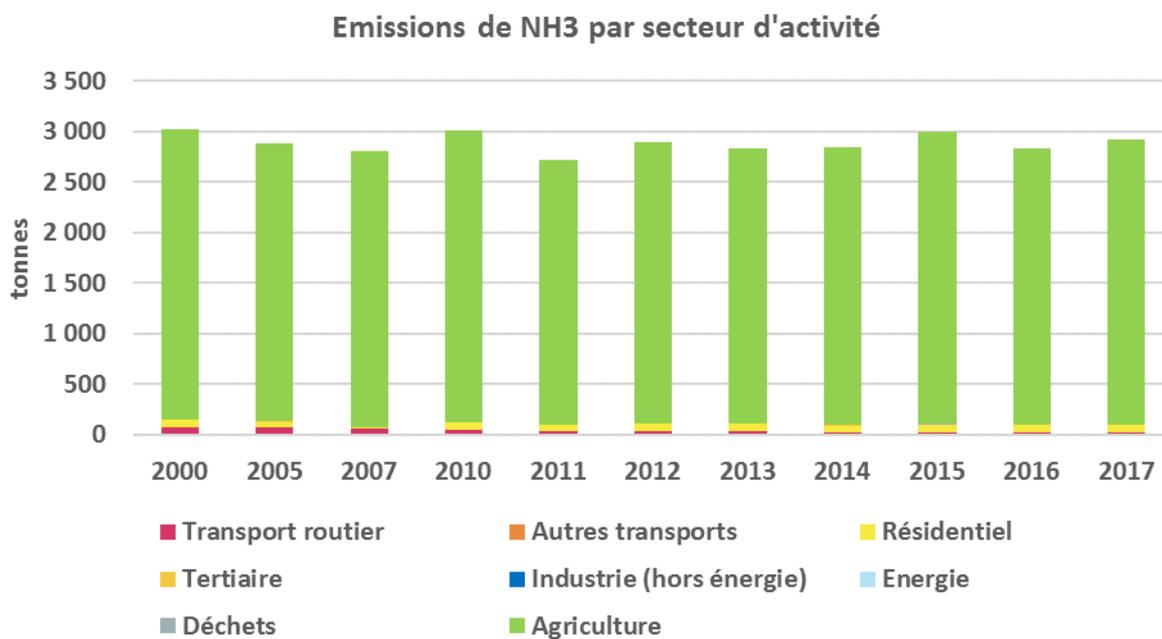


Figure 23 : Evolution des émissions de NH<sub>3</sub> / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

## Evolution des émissions d'oxydes de soufre (SOx) :

Une baisse importante est intervenue au début des années 2000, en lien avec les évolutions réglementaires appliquées au secteur industriel, ainsi qu'au secteur du transport et à la branche énergie (réduction de la teneur en soufre des combustibles, mise en œuvre de limitations réglementaires plus sévères, etc.) La baisse est moins marquée depuis 2012 et on observe une légère variabilité des émissions annuelles en lien avec la variation de l'activité des sites industriels émetteurs.

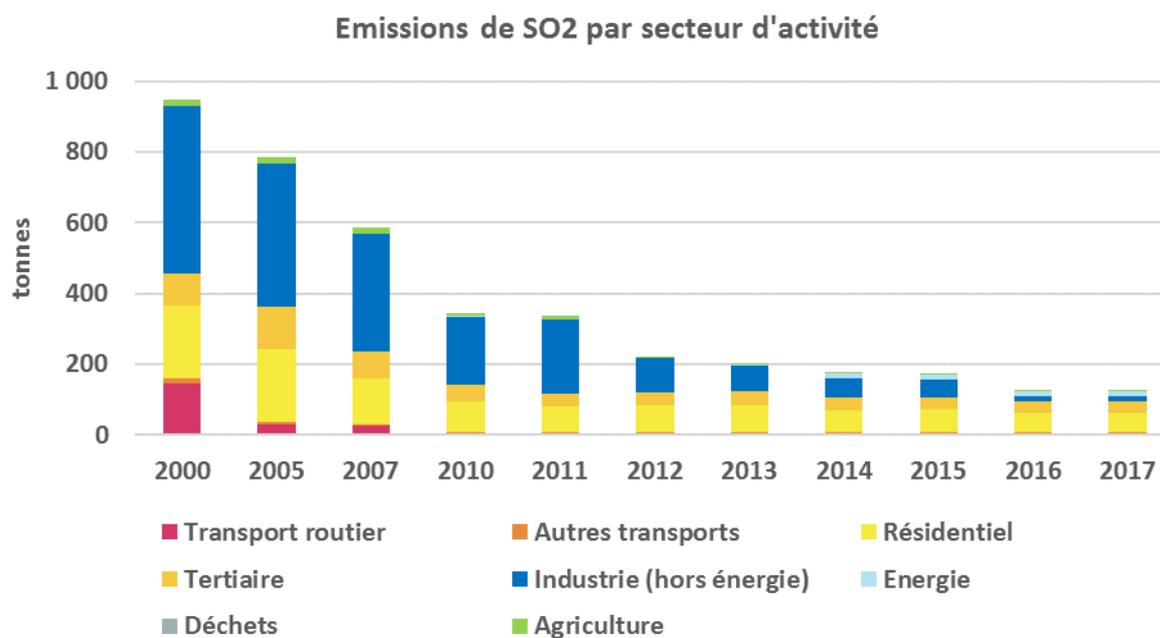


Figure 24 : Evolution des émissions de SO<sub>x</sub> / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

### 2.5.4. Analyse des émissions par EPCI

Le tableau ci-dessous reprend la contribution en émissions de chacun des 4 EPCI de la zone d'étude pour chacun des polluants analysés précédemment.

EPCI	Emissions 2017 (t)					
	COVNM	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM10	PM2.5
CC Billom Communauté	300	749	264	12	186	111
CC Mond'arverne Communauté	475	666	509	12	216	164
CC Riom Limagne et Volcans	707	1162	944	24	361	239
CU Clermont Auvergne Métropole	2499	361	2420	76	637	547

La figure ci-dessous présente la contribution de chacun des 4 EPCI.

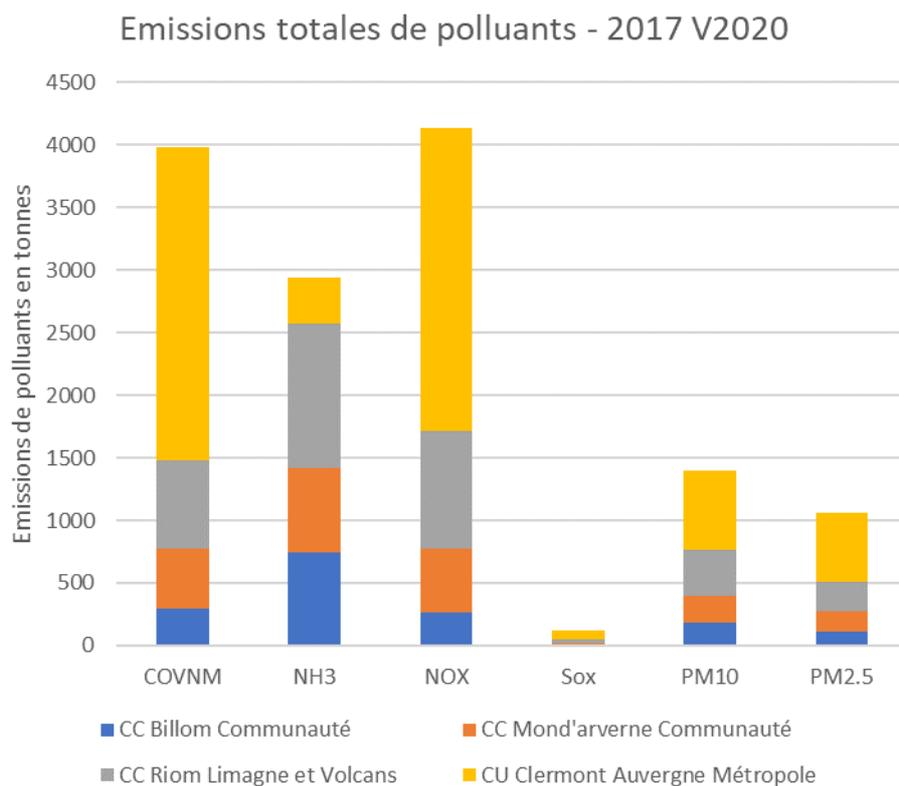
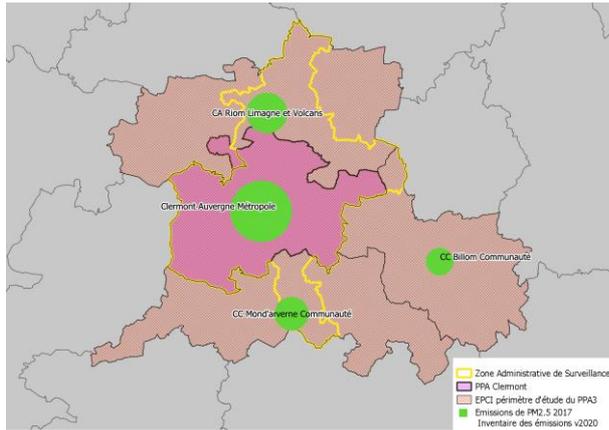


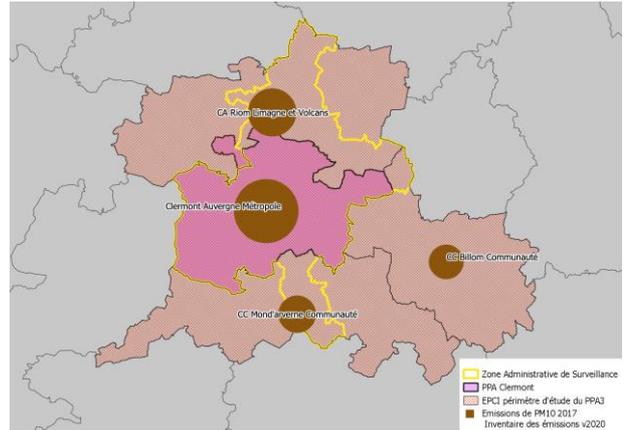
Figure 25 : Répartition des émissions polluantes par EPCI en 2017 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

Les émissions de polluants proviennent principalement de deux EPCI : Clermont-Auvergne Métropole et Riom Limagne et Volcans en lien avec leur poids démographique. Ils représentent de 70% à plus de 80% des émissions.

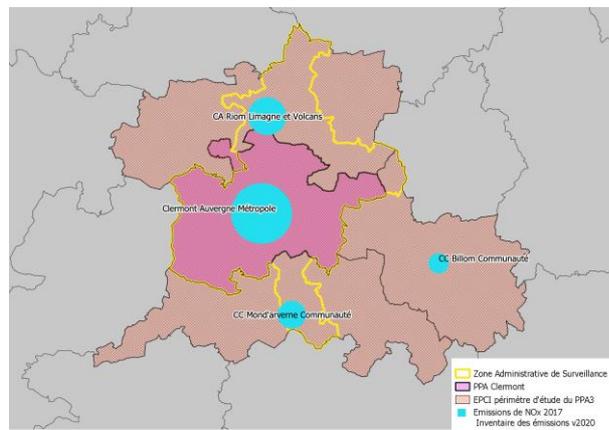
Seul l'ammoniac d'origine agricole échappe à ce constat avec des émissions plus faibles sur la métropole clermontoise (12%) par rapport aux territoires de Riom Limagne et Volcans (40%), Billom Communauté (25%) ou Mond'Arverne Communauté (23%).



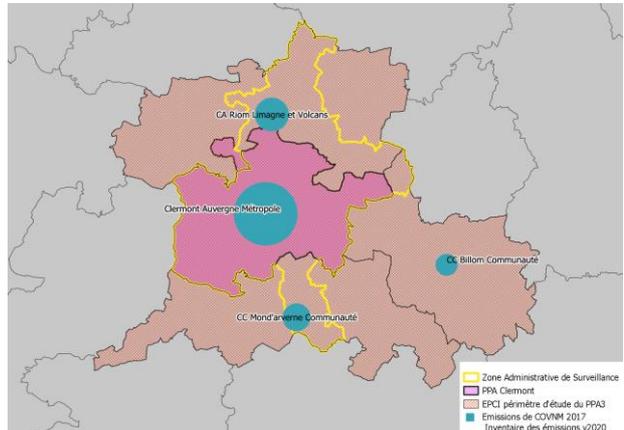
PM2.5



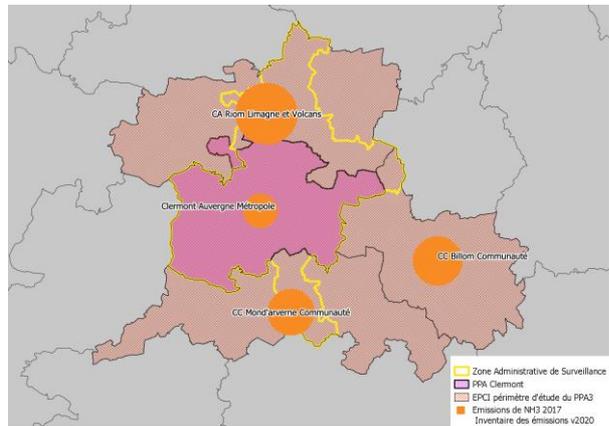
PM10



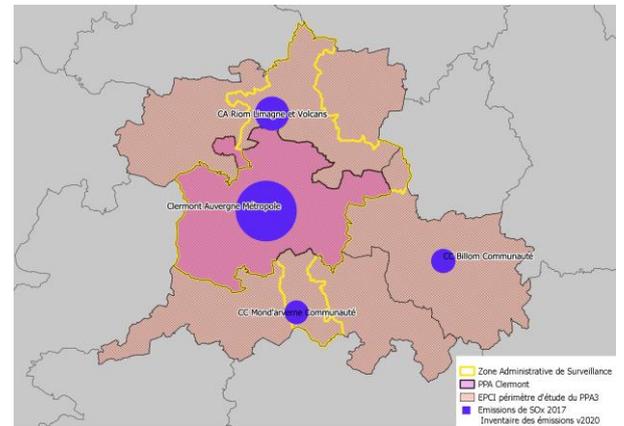
NOx



COVNM



NH3



SOx

Figure 26 : Cartographie des émissions polluantes par EPCI en 2017 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

## 2.6. Evaluation de la qualité de l'air à l'échelle du périmètre d'étude

En complément de ces analyses des niveaux d'émissions des différents polluants atmosphériques, il est utile d'analyser l'évolution des concentrations de ces polluants qui sont plus directement révélatrices de la qualité de l'air sur le territoire. Les analyses présentées ci-après portent sur les différents polluants dont les concentrations représentent un enjeu pour le PPA3 : les NO<sub>x</sub>, les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ainsi que l'ozone (O<sub>3</sub>). Dans un souci de cohérence entre les différents travaux portés par Atmo Auvergne Rhône Alpes, l'évaluation est figée à l'année 2017. En effet, 2017 sert d'année météorologique de référence pour l'évaluation *ex ante* (cf partie 3) du PPA. Il convient de préciser que les années 2018 à 2020 ont été marquées par une amélioration de la qualité de l'air, notamment en lien avec des conditions météorologiques plus favorables (hiver peu prononcé, périodes de chaleur courte, printemps perturbés).

## 2.6.1. Présentation des outils de modélisation

### Méthodologie

La chaîne de modélisation des concentrations utilisée intègre plusieurs échelles spatiales. En effet, la méthode développée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes combine les résultats de modèles à l'échelle de la région et à fine échelle (10 mètres).

Cette méthode a évolué vers une approche permettant d'améliorer significativement l'association des deux échelles et sa comparaison avec les mesures disponibles dans le réseau de l'observatoire régional. Ces améliorations progressives ont été entreprises au cours des dernières années à travers différents axes de travail comme :

- des améliorations du cadastre des émissions (recensement du parc local de chauffage au bois, spatialisation des émissions, mises à jour des facteurs d'émissions, ...),
- des tests de sensibilités de modélisation et de post-traitements de modélisation réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes,
- des mises à jour régulières des modèles utilisés par les équipes de recherche comme l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), le Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), l'École Centrale de Lyon (ECL), le National Center for Atmospheric Research (NCAR) et National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Les modèles utilisés dans l'approche par modélisation prennent en compte de nombreux paramètres afin de caractériser au mieux la qualité de l'air en tout point du territoire : les conditions météorologiques, les émissions polluantes (dont celles du trafic de proximité), la description des rues et du bâti, les mesures de polluants sur le terrain, les processus chimiques.

### Réalisation des cartographies

La première étape est un calcul utilisant des modèles régionaux et géostatistiques. Il s'agit d'une spatialisation des polluants à l'échelle régionale dite « de fond », c'est-à-dire à l'échelle du kilomètre.

Cette approche utilise tout d'abord le modèle météorologique WRF<sup>2</sup> (pour calculer les conditions météorologiques), puis le modèle de chimie transport CHIMERE<sup>3</sup> (pour modéliser le transport atmosphérique des polluants).

Une étape d'adaptation géostatistique (appelée krigeage) est ensuite effectuée afin de « redresser » la carte de concentration avec les concentrations mesurées à l'emplacement des stations du réseau d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

---

<sup>2</sup> WRF : National Center for Atmospheric Research <http://www.wrf-model.org/>

<sup>3</sup> CHIMERE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>

La seconde étape est réalisée à l'échelle locale et utilise le modèle de transport atmosphérique en milieu urbain SIRANE<sup>4</sup>, développé par l'Ecole Centrale de Lyon. A ce stade, la dispersion de polluants due aux émissions issues du transport et des plus grandes sources ponctuelles industrielles est modélisée à une échelle fine (10m).

Les cartographies de pollution atmosphérique à haute résolution (10 m) sont alors calculées en combinant la cartographie de l'échelle locale avec la cartographie de fond.

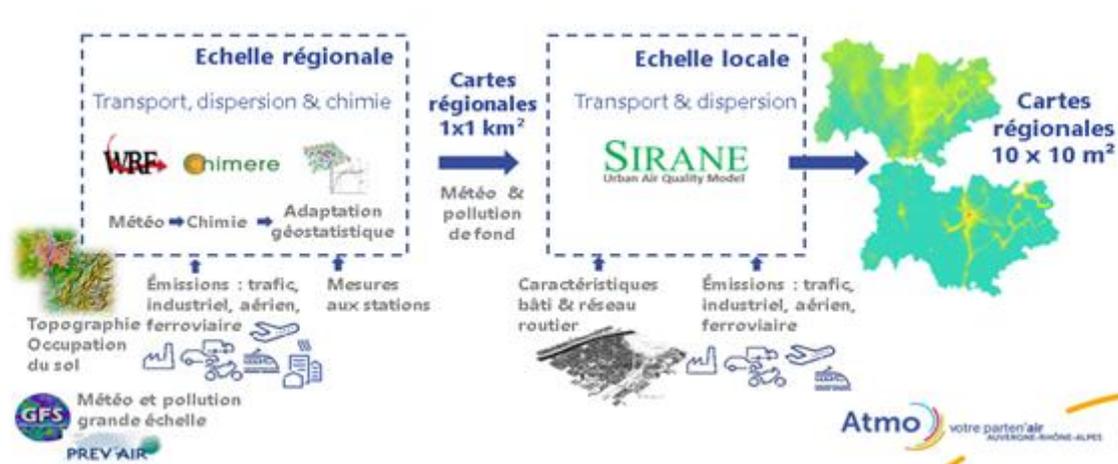


Figure 27 : Chaîne de modélisation régionale

Cet outil de modélisation a été appliqué aux différents scénarii du projet. À chaque scénario correspond un nouveau cadastre des émissions, une mise à jour du réseau routier et une météorologie fixe qui constituent un nouveau jeu de données d'entrées.

### Calcul de l'exposition des populations

Le calcul de l'exposition est réalisé en croisant les cartes de concentrations de polluants à une résolution de 10 mètres avec la répartition spatiale des populations résidentes.

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air a fourni une couche de bâtiments dans lesquels figurent les populations résidentes pour l'année 2016 selon une méthodologie décrite dans la note « Méthodologie de répartition spatiale de la population »<sup>5</sup>.

La population par bâtiment est ensuite projetée sur la grille de 10 m de résolution servant à la modélisation. Cela permet de croiser, en chaque point du territoire, la population et la concentration de polluants et d'en déduire les niveaux d'exposition de la population, ainsi que le nombre d'habitants exposés au-dessus d'un seuil.

<sup>4</sup> Soulhac L, Salizzoni P, Mejean P, Didier D, Rios I. The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion; PART II, validation of the model on a real case study. Atmos Environ. 2012 Mar; 49(0): 320.37.

<sup>5</sup> Le détail de la méthodologie est disponible à partir de cette page : [https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-152374-01704a\\_utilisation\\_donnees\\_population\\_majic\\_vf.pdf](https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-152374-01704a_utilisation_donnees_population_majic_vf.pdf)

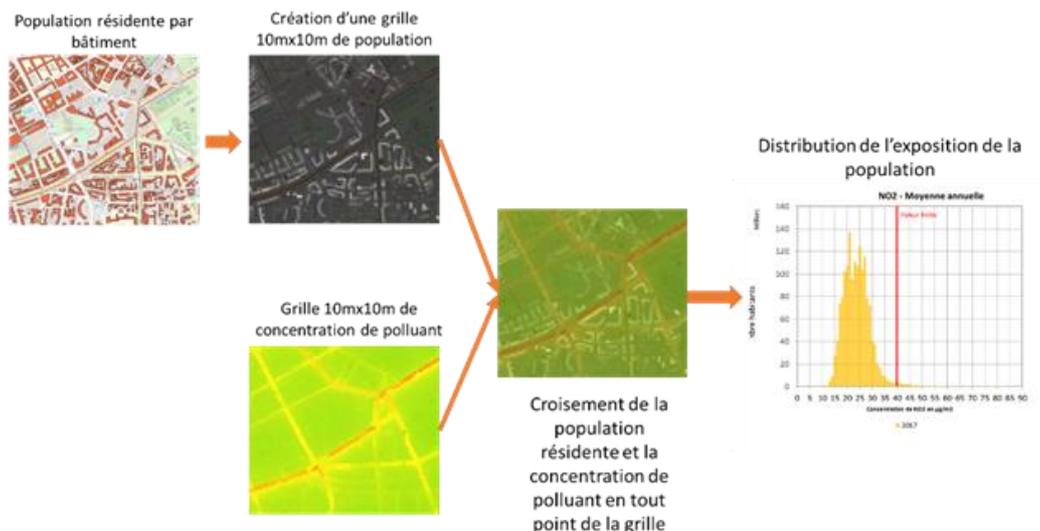


Figure 28 : Schéma de calcul de l'exposition de population

Les émissions de polluants sont présentées à partir des données de l'inventaire de l'année 2017 qui constituera l'année de référence retenue pour l'évaluation du PPA3. L'analyse des concentrations détaillée ci-après couvre l'ensemble de la zone d'étude prise en compte pour la révision de ce PPA.

## 2.6.2. Le dioxyde d'azote

Ce paragraphe présente l'évolution des niveaux de concentration en NO<sub>2</sub> sur les différents types de stations de mesures du réseau d'Atmo sur le périmètre d'étude : en proximité routière ou industrielle et en fond urbain/périurbain.

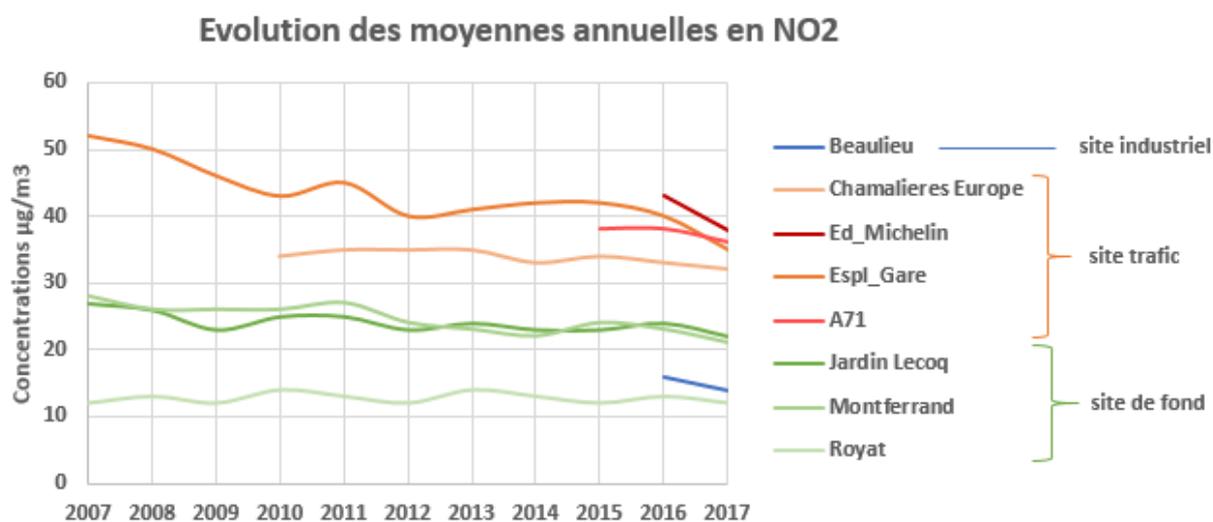


Figure 29 : Historique des moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> pour les stations de la zone d'étude

En cohérence avec l'évolution des émissions décrite précédemment, les concentrations de dioxyde d'azote ont tendance à diminuer régulièrement ces dernières années. Ainsi depuis 2017, les mesures effectuées sur l'ensemble des sites de mesure respectent la valeur limite.

Un modèle est un outil complémentaire à la mesure. Il permet d'estimer les concentrations de divers polluants en tout point d'un domaine géographique donné, pour des périodes passées, présentes ou futures.

La carte ci-dessous présente les niveaux de concentration annuelle en NO<sub>2</sub> modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017.

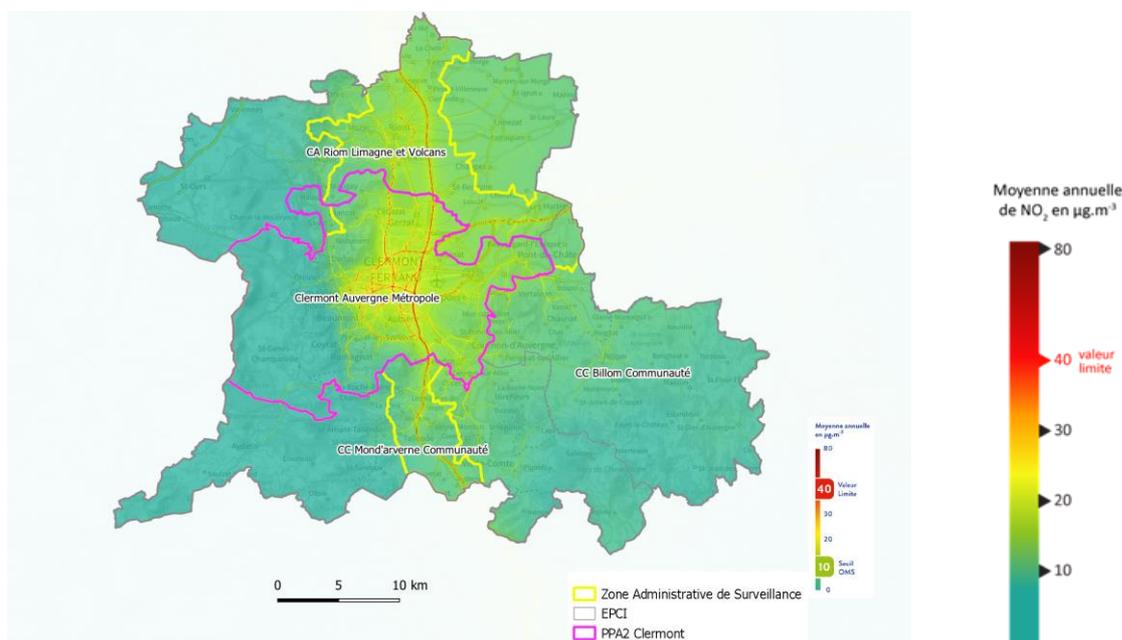


Figure 30 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> sur l'année de référence 2017

Ainsi même si l'ensemble des sites de mesures respectent la valeur limite en 2017, la modélisation met en évidence des zones en dépassement dans le centre-urbain de Clermont-Ferrand, le long des principales pénétrantes de l'agglomération et en bordure des autoroutes (A71 et A75).

Sur le périmètre d'étude du PPA, Atmo estime à environ 1 500 le nombre de personnes exposées à des niveaux supérieurs à la valeur limite annuelle en concentration en NO<sub>2</sub> en 2017.

Le graphique ci-dessous détaille ce chiffre pour chacun des EPCI.

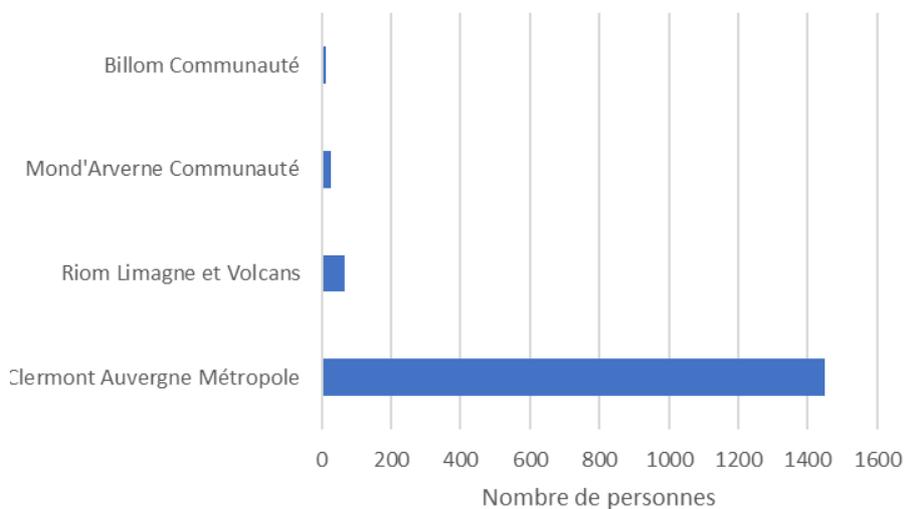


Figure 31 : Exposition de la population des EPCI au dioxyde d'azote en 2017 (concentration >40µg/m<sup>3</sup>)

### 2.6.3. Les particules fines PM10

Ce paragraphe présente l'évolution des niveaux de concentration en PM<sub>10</sub> sur les différents types de stations de mesures du réseau d'Atmo du périmètre d'étude : en proximité trafic et en fond urbain/périurbain.

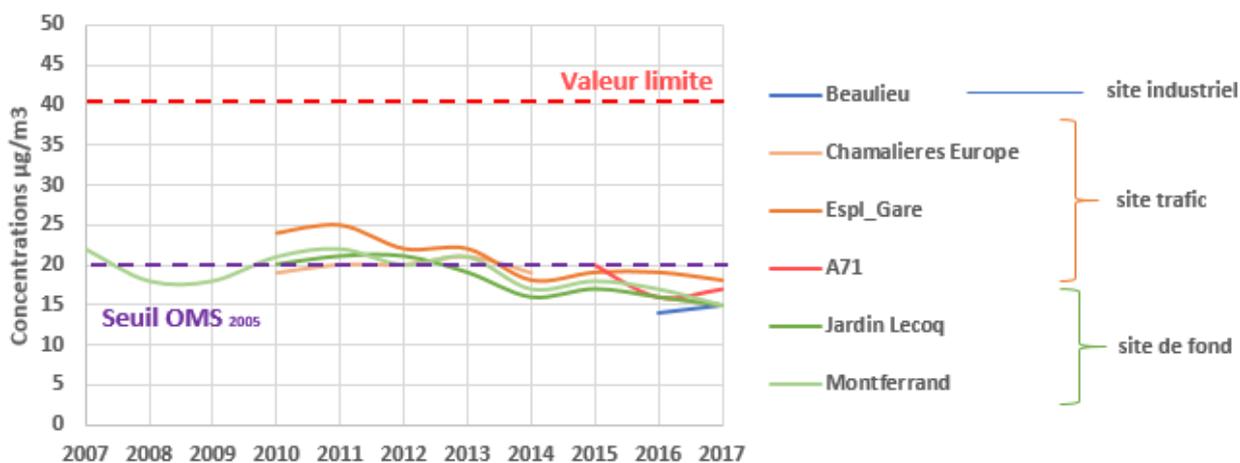


Figure 32 : Historique des moyennes annuelles en PM10 sur le périmètre d'étude

Au niveau du réseau de mesures fixes de la zone d'étude PPA, la valeur limite en moyenne annuelle ( $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), est respectée déjà depuis de nombreuses années, quelle que soit la typologie des stations de mesures. Le seuil recommandé par l'OMS<sub>2005</sub> ( $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est respecté depuis 2014.

#### Modélisation des concentrations annuelles et journalières en PM<sub>10</sub> à l'échelle du territoire pour l'année de référence

La carte ci-dessous présente les niveaux de concentration annuelle en PM<sub>10</sub> modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017.

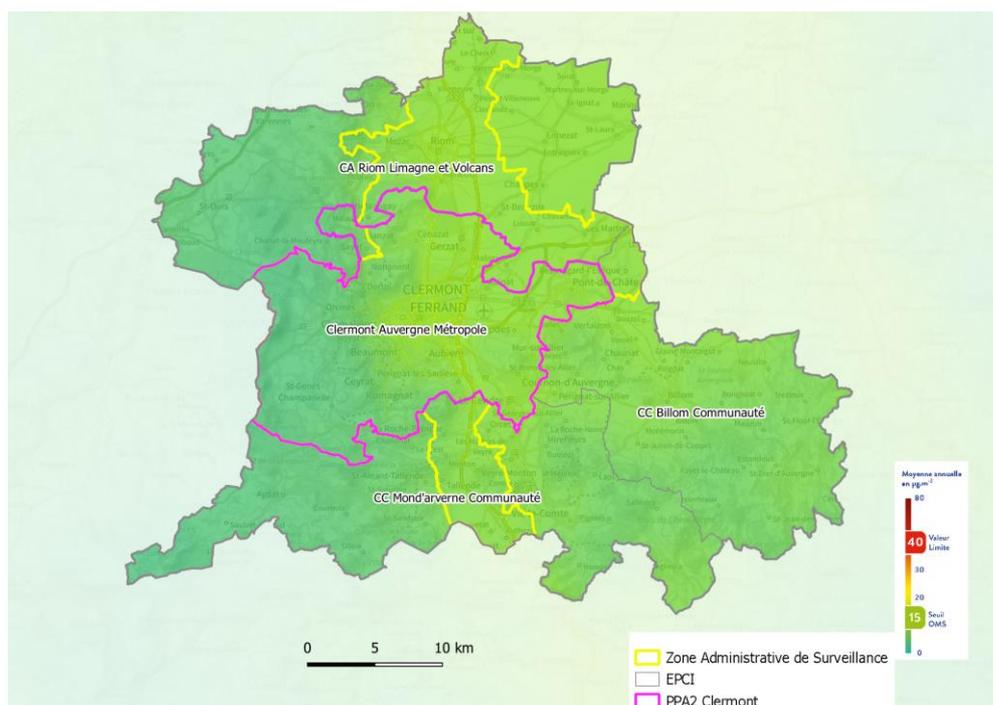


Figure 33 : Concentrations annuelles en PM10 sur le périmètre d'étude

La valeur limite annuelle est respectée sur l'ensemble du territoire. Le seuil recommandé par l'OMS<sub>2005</sub> (20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) n'est dépassé que très ponctuellement en proximité des axes routiers les plus circulés (A71, M2009...). Environ 0.3% de la population est concernée par un niveau de pollution dépassant ce seuil OMS.

La carte ci-dessous illustre le nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM<sub>10</sub> pour l'année 2017 (valeur limite journalière de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne pas dépasser plus de 35 jours par an).

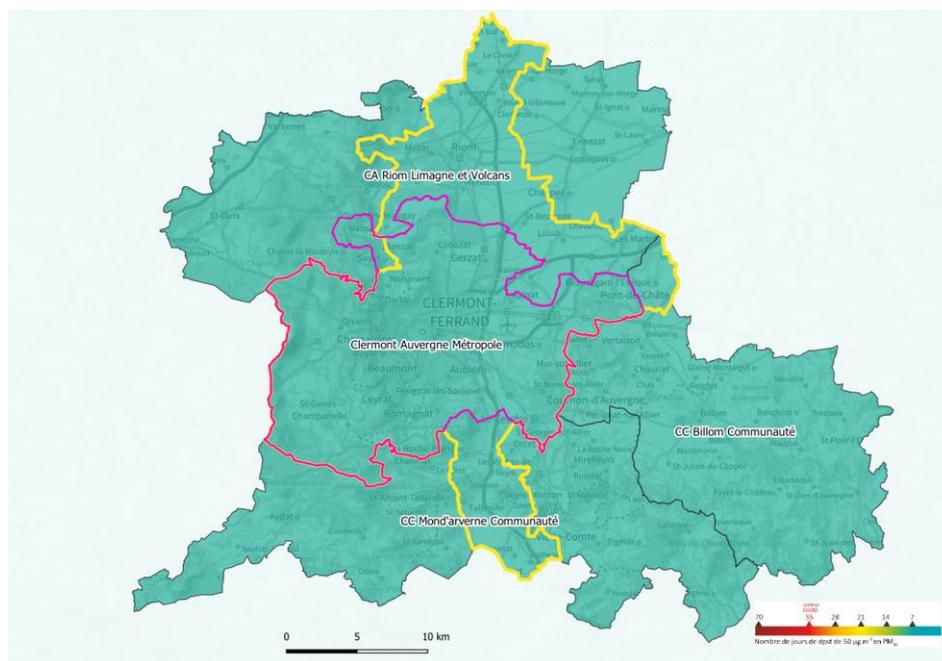


Figure 34 : Nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2017

Pour l'année 2017, comme depuis au moins 5 ans, la valeur limite en moyenne journalière (35 jours an > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est respectée au niveau de toutes les stations de mesure d'Atmo. L'évaluation des niveaux par modélisation ne montre également aucune zone en dépassement de cette valeur. Aucun habitant de la zone d'étude n'est donc exposé au-dessus de ce seuil réglementaire.

## 2.6.4. Les particules fines PM<sub>2,5</sub>

Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air pour les PM<sub>2,5</sub>

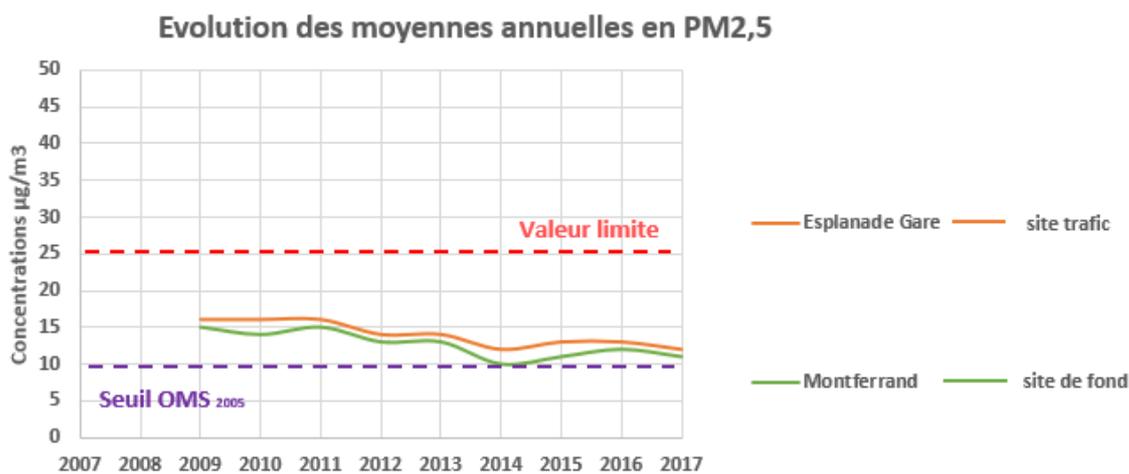


Figure 35 : Historique des moyennes annuelles en PM<sub>2.5</sub> pour les stations de la zone d'étude

Sur le territoire d'étude, comme pour les PM<sub>10</sub>, les concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2,5</sub> respectent depuis plusieurs années le seuil réglementaire fixé par la directive européenne à 25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. On peut également souligner que, depuis 2014, la diminution des moyennes annuelles se poursuit mais à un rythme plus faible.

Là encore, le seuil recommandé par l'OMS<sub>2005</sub> pour les PM<sub>2,5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) est toujours dépassé, que ce soit au niveau de la station mesurant la pollution de fond qu'au niveau de celle implantée en proximité trafic.

#### Modélisation des concentrations annuelles en PM<sub>2,5</sub> à l'échelle du territoire pour l'année de référence

La carte ci-dessous présente les niveaux de concentration annuelle en PM<sub>2,5</sub> modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017.

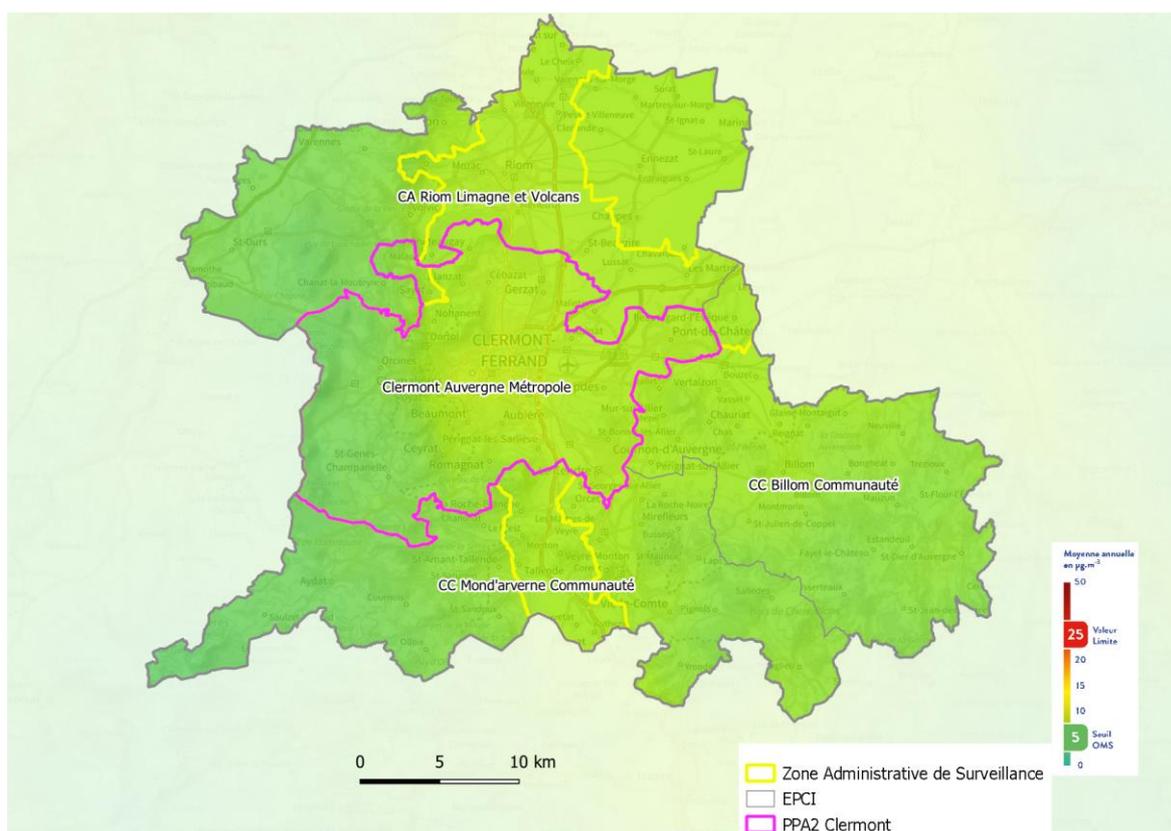


Figure 36 : Concentrations annuelles en PM<sub>2,5</sub> en 2017

La valeur limite annuelle est respectée sur l'ensemble du périmètre, seuls les abords immédiats de l'A71 restent concernés par des niveaux de PM<sub>2,5</sub> relativement proches de la valeur réglementaire. En revanche le seuil recommandé par l'OMS<sub>2005</sub> (10 µg/m<sup>3</sup>) est dépassé sur une large partie de la plaine de la Limagne et en proximité des axes routiers secondaires hors de cette zone.

### Exposition des populations aux PM<sub>2,5</sub> par EPCI

Il n'y a aucune exposition, en 2017, à un dépassement de la valeur limite annuelle de concentration de 25 µg/m<sup>3</sup>, ni au seuil de 20 µg/m<sup>3</sup> (valeur cible en 2017 et nouvelle valeur limite européenne au 1<sup>er</sup> janvier 2020).

En revanche, près de 19 000 personnes sont exposées à des dépassements de la concentration annuelle maximum recommandée par l'OMS<sub>2005</sub> (10 µg/m<sup>3</sup>) dont la quasi-totalité se situe sur la métropole clermontoise.

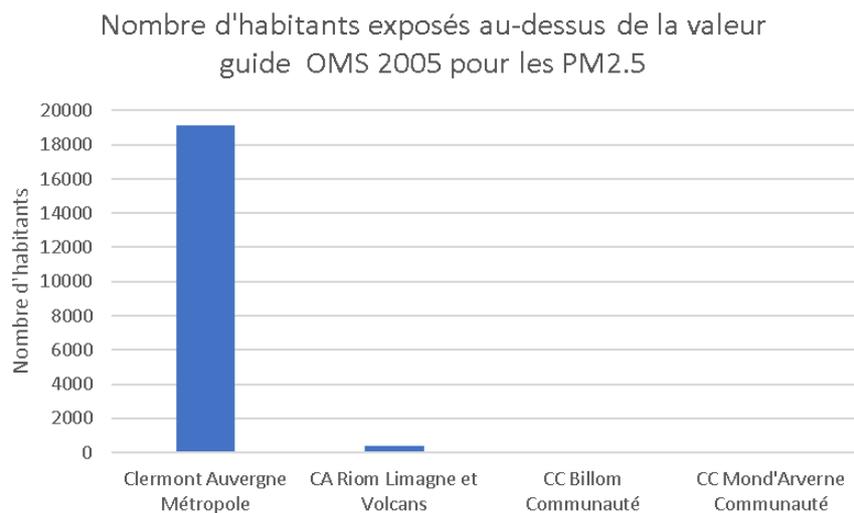


Figure 37 : Population exposée au-dessus de la valeur guide OMS<sub>2005</sub> par EPCI en 2017

Les particules fines sont un polluant sans effet de seuil, c'est-à-dire qu'il suscite des effets sanitaires également à faible concentration. Il est donc intéressant de considérer l'exposition à la concentration moyenne annuelle. Cette donnée est présentée dans le graphique ci-dessous.

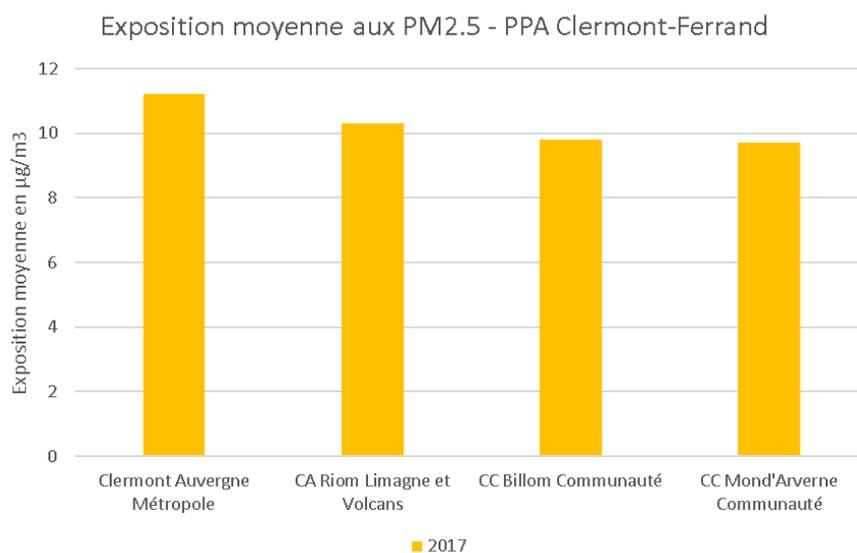


Figure 38 : Concentrations moyennes en PM<sub>2,5</sub> auxquelles sont exposées les habitants des EPCI en 2017

La métropole clermontoise est plus exposée que les autres EPCI. Billon communauté et Montd'Arverne Communauté restent exposées, en moyenne légèrement en-dessous du seuil OMS<sub>2005</sub> (égal à 10 µg /m<sup>3</sup>).

## 2.6.5. L'ozone

### Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air pour l'ozone

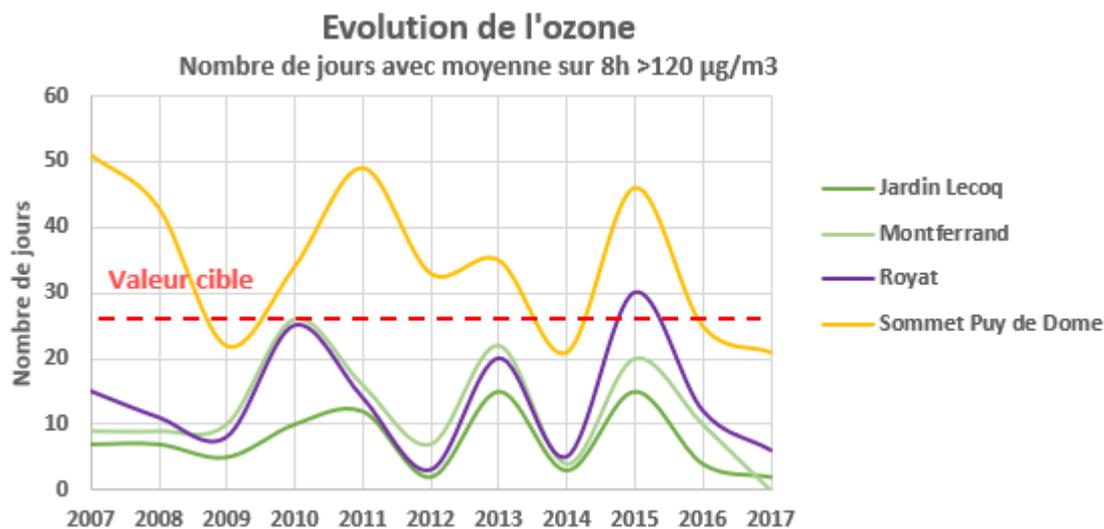


Figure 39 : Evolution du nombre de jours avec moyenne 8h > 120 µg/m<sup>3</sup> relevées sur les sites de mesure du périmètre d'étude

Les niveaux d'ozone sont fortement dépendants des conditions météorologiques (ensoleillement, stabilité de l'atmosphère) et des imports de masses d'air polluées en provenance de régions voisines. Aussi sont-ils assez variables d'une année sur l'autre.

Sur la partie est de la région Auvergne-Rhône-Alpes ce polluant marque une hausse sensible en deuxième moitié de la décennie 2010. Ce n'est pas le cas du territoire d'étude pour lequel les niveaux sont plutôt stables.

#### Modélisation des concentrations journalières en ozone à l'échelle du territoire pour l'année de référence

Comme le présente la cartographie suivante, l'aire d'étude est relativement préservée de l'ozone. Seules les zones en altitude présentent des dépassements de la valeur cible. Ces zones étant peu habitées, quasiment personne n'est concerné par ce dépassement.

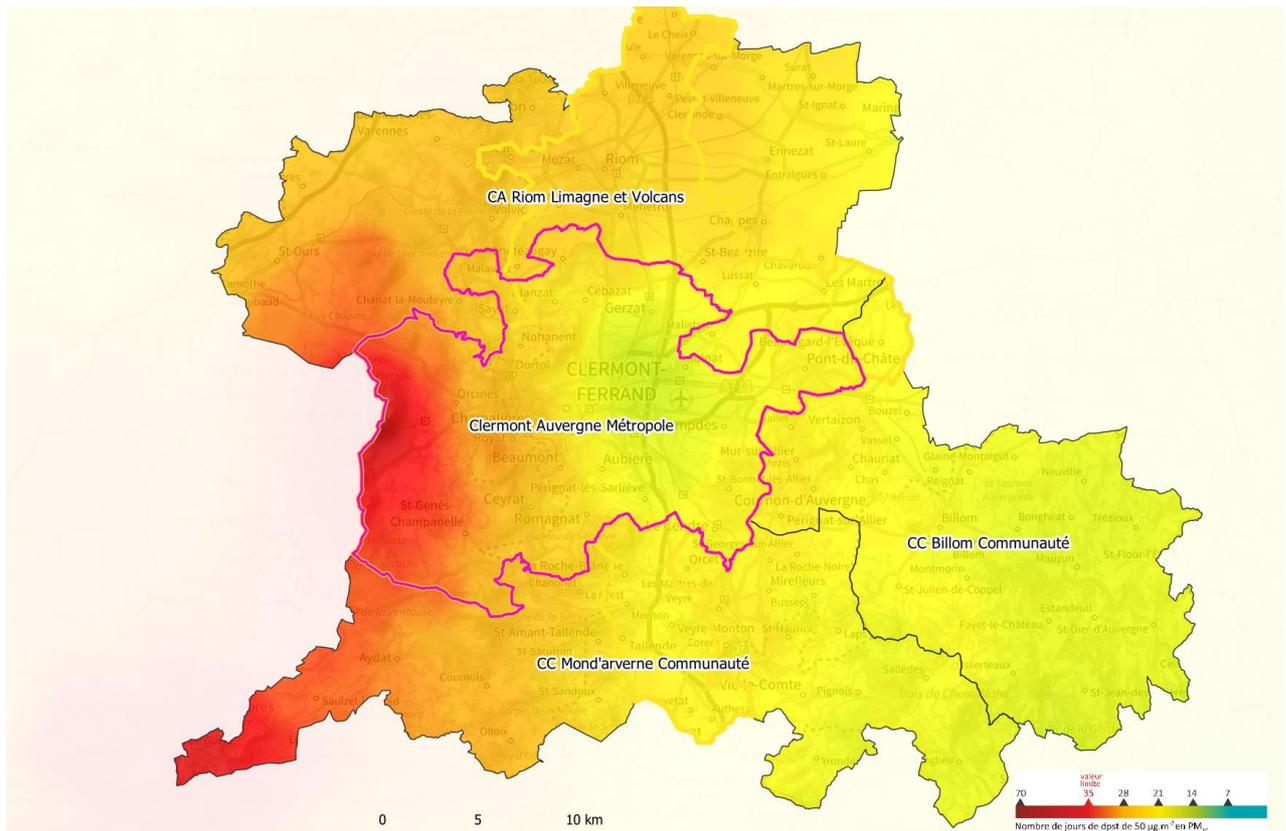


Figure 40 : Nombre de jours de dépassement en O<sub>3</sub> en 2017

## 2.6.6. Focus sur quelques polluants émergents

On appelle polluants émergents des polluants de l'air non réglementés à ce jour, mais dont les effets sanitaires sont connus ou pressentis. Certains font l'objet d'un suivi au niveau de quelques stations de mesures des réseaux des AASQA à titre expérimental, afin de réunir de premières données sur leur concentration observée dans l'air.

- **Les pesticides**

La contamination de l'air par les pesticides est une composante de la pollution atmosphérique qui demeure moins documentée que d'autres milieux. Ainsi, il n'existe pas à ce jour de plan de surveillance national, ni de valeur réglementaire sur la contamination en pesticides dans les différents milieux aériens (air ambiant et air intérieur). C'est en 2000 que les premières mesures de pesticides dans l'air ont été réalisées par les AASQA, afin d'établir un premier état des lieux de la présence de ces substances dans l'atmosphère sur le territoire national.

Malgré la grande richesse de ces données, l'exposition aux pesticides présents dans l'air ambiant des populations agricoles, des riverains de zones agricoles ou de la population générale, reste difficile à estimer. En effet, en l'absence de réglementation spécifique, la connaissance des niveaux de contamination en pesticides dans l'air ambiant demeure partielle et hétérogène.

L'Anses a ainsi été saisie par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et du travail afin d'apporter son expertise scientifique à la définition de modalités de mise en œuvre d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant en France métropolitaine et dans les départements et régions d'outre-mer (DROM).

Dans ce contexte, un partenariat a été mis en place entre l'Anses, l'Ineris, en tant que membre du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) et la Fédération ATMO France pour la définition et la réalisation de l'une campagne nationale exploratoire (CNEP). Les mesures se sont déroulées entre juin 2018 et juin 2019, selon le protocole harmonisé.

En Auvergne-Rhône-Alpes, quatre sites ont été sélectionnés pour faire partie de la campagne :

- . 1 site urbain, de typologie « Grandes cultures » dans le Puy-de-Dôme ;
- . 1 site urbain, de typologie « Viticulture » dans le Rhône ;
- . 1 site urbain, de typologie « Arboriculture » dans la Drôme ;
- . 1 site rural, de typologie « Elevage » dans le Cantal.

Les résultats obtenus pour 75 substances sur 50 sites, couvrant des situations variées et réparties sur l'ensemble du territoire national (métropole et DROM), ont été publiés en juillet 2020<sup>6</sup>.

Leur exploitation a permis d'établir une première photographie annuelle nationale des niveaux de concentration en résidus de pesticides dans l'air ambiant au regard de critères quantitatifs comme leur fréquence de quantification, les ordres de grandeurs des concentrations rencontrées et leurs distributions statistiques. En s'appuyant sur ce socle robuste de données, l'Anses a été en mesure d'établir une première interprétation sanitaire des résultats de cette campagne<sup>7</sup>.

Courant 2020, sur la base du retour d'expérience de cette campagne et dans l'optique de mettre en place un suivi pérenne du niveau d'imprégnation de fond, et de son évolution, des pesticides dans l'air ambiant, un groupe de travail a été mis en place au sein du dispositif de surveillance de la qualité de l'air pour définir les modalités de ce suivi. Ce dernier a démarré en juillet 2021, en 18 sites du territoires (1 par région), représentatifs de bassins de vie urbain/péri-urbain, répartis selon différents profils agricoles (grandes cultures, viticulture, arboriculture, maraîchage). 75 substances ont été recherchées, identiques à celles de la CNEP, selon les méthodes de mesure déployées pendant la CNEP. L'ensemble de ces substances ayant été déclaré comme polluant d'intérêt national par le LCSQA (<https://www.lcsqa.org/fr/rapport/liste-des-polluants-dinteret-national>), les résultats de ce suivi pérenne sont intégrés dans la base de données nationale de la qualité de l'air, GEOD'AIR, ouverte au public à partir de l'automne 2021. Les données seront également accessibles sur la base de données PhytAtmo et sur les portails régionaux open data des AASQA (<https://atmo-france.org/lesdonnees>) dès l'été 2022.

- **Le carbone suie**

Le carbone suie (ou black carbon) est un type de particules produit par les combustions incomplètes de combustibles fossiles ou de biomasse, débarrassé de sa fraction organique. Ses principales sources sont les moteurs à combustion (diesel essentiellement), le chauffage individuel au bois, les combustions du charbon ou du fioul lourd, les centrales électriques, la combustion de déchets agricoles, ainsi que les incendies de forêt et de végétation. Le carbone suie appartient aux particules fines PM<sub>2,5</sub> (diamètre inférieur à 2,5 µm),

---

<sup>6</sup> <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans>

<sup>7</sup> <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra.pdf>

mais se retrouve principalement dans la partie la plus petite de celles-ci, les PM<sub>1</sub>, dont le diamètre est égal ou inférieur à 1 µm (plus petite qu'une bactérie).

Le rapport de l'Anses de 2019 sur les effets des particules sur la santé traite de l'impact de certaines sources de pollution en particules et pointe pour le carbone suie en particulier les émissions en provenance des gaz d'échappement des véhicules diesel et leur impact à court et long terme sur la santé.

#### Surveillance par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes du carbone suie

L'éthalomètre est un appareil d'analyse de mesure en continu du carbone suie. Il permet de différencier les poussières ayant pour origine la combustion de biomasse (dont la combustion du bois) de celles émises par la combustion de combustibles pétroliers (issus en partie du trafic routier). Atmo Auvergne-Rhône-Alpes dispose actuellement de 7 appareils de mesure de ce type dans la région installés à Lyon, Grenoble, Clermont-Ferrand et dans la Vallée de l'Arve.

- **Particules ultrafines**

Les particules ultrafines (PUF) se caractérisent par leur taille encore plus petite : moins de 0,1 micromètre, elles sont également dénommées nanoparticules ou PM<sub>0,1</sub>. Elles peuvent rester suspendues dans l'air pendant un certain temps, et sont ainsi susceptibles d'être inhalées. Leur composition ainsi que leur origine sont multiples : il peut s'agir de poussières issues de sources naturelles (sels marins, éruptions volcaniques, des feux de forêts...) ou résultantes des activités humaines (industrie, transports, chauffage, agriculture...).

A l'heure actuelle, les PUF ne sont pas réglementées, ce qui signifie que leur mesure n'est pas obligatoire et qu'aucun seuil quotidien ou annuel de dépassement n'est imposé, ni même recommandé.

L'Anses a publié un rapport en juillet 2019 qui évalue les effets sur la santé des particules selon leurs composition, leurs sources et leur taille. L'organisme confirme « l'effet sanitaire de ces fractions » appuyant sa préconisation déjà exprimée de prévoir à terme une surveillance nationale des PUF dans l'air ambiant.

#### Surveillance par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes des particules ultrafines

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a lancé, en 2011, l'Observatoire régional des Particules Ultra Fines grâce au soutien du conseil régional. Deux appareils pour la mesure automatique en nombre (comptage) et en taille (granulométrie) des PUF ont été acquis permettant la réalisation de campagnes de surveillance spécifiques à Lyon et à Grenoble.

Des premières analyses conduites, il en ressort notamment que les concentrations en PUF aux abords des voiries de circulation sont deux fois plus élevées qu'en situation de fond urbain. Ces premiers résultats viennent corroborer le fait que les PUF sont des polluants fortement émis par le trafic routier et constitueraient donc un indicateur plus pertinent que les PM<sub>10</sub> pour évaluer l'impact sanitaire lié à cette source.

Les graphiques ci-dessous sont issus d'une présentation réalisée par les AASQA et le LCSQA dans le cadre du congrès Français sur les Aérosols de 2018. Ils illustrent bien le phénomène décrit ci-avant : le graphe de droite montre en effet qu'en proximité routière on retrouve un nombre plus élevé de particules très fines et

---

<sup>8</sup> <https://www.asfera.org/medias/files/articles/2018/12554.pdf>

un peu moins de particules légèrement plus grossières, alors qu'en fond urbain la distribution est plus homogène.

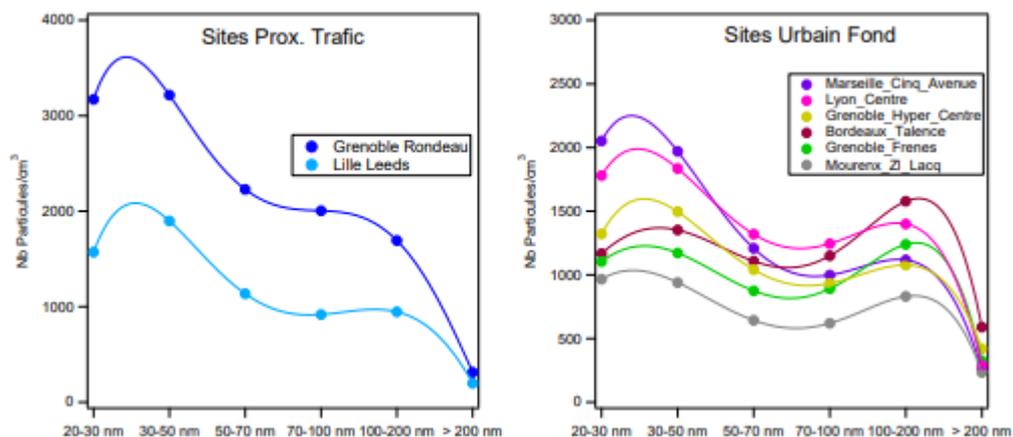


Figure 41 : Distribution granulométrique moyenne des PUF par site

- **Le 1,3 butadiène**

Le 1,3-butadiène est un polluant émis notamment par des activités industrielles traitant du plastique et du caoutchouc, mais aussi par l'échappement des moteurs automobiles et la fumée de cigarette.

Classé cancérigène avéré pour l'homme, le 1,3-butadiène ne fait pour l'instant l'objet d'aucune valeur réglementaire en France. En revanche, le Royaume-Uni a adopté en 2007 un objectif de qualité de 2,25 µg/m<sup>3</sup> à respecter en moyenne annuelle.

Ce polluant fait l'objet de différentes campagnes de mesures ponctuelles en France, conduisant fréquemment à des dépassements de VTR (Valeur Toxicologique de Référence) quelle que soit la typologie des sites de mesures.

Dans le cadre d'un avis sur la surveillance des nouveaux polluants publiés en 2018, l'Anses souligne la nécessité d'une surveillance nationale du 1,3-butadiène dans l'air ambiant.

#### Surveillance par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes du 1-3 butadiène

En plus des campagnes ponctuelles, un suivi permanent des concentrations est effectué sur 3 sites de la région Auvergne Rhône Alpes à Grenoble et à proximité de la raffinerie de Feyzin.

### 2.6.7. Analyse de la contribution des régions voisines à la pollution chronique locale

Dans le cadre des travaux d'accompagnement de la stratégie Eau-Air-Sol de l'Etat en Auvergne-Rhône-Alpes lancée le 28 mai 2021 et plus particulièrement de l'action 19 relative au Plan Ozone, Atmo Auvergne Rhône Alpes a été amené à produire une expertise sur la contribution des sources extérieures à la région en faisant une simulation par modélisation.

Les cartographies ci-dessous représentent la contribution relative des polluants intrants sur la région Auvergne-Rhône-Alpes par rapport à la pollution moyenne modélisée sur la zone d'étude du PPA. Elles ont

été obtenues via le modèle CHIMERE sur l'année météorologique 2018 en éliminant du modèle toutes les émissions anthropiques régionales.

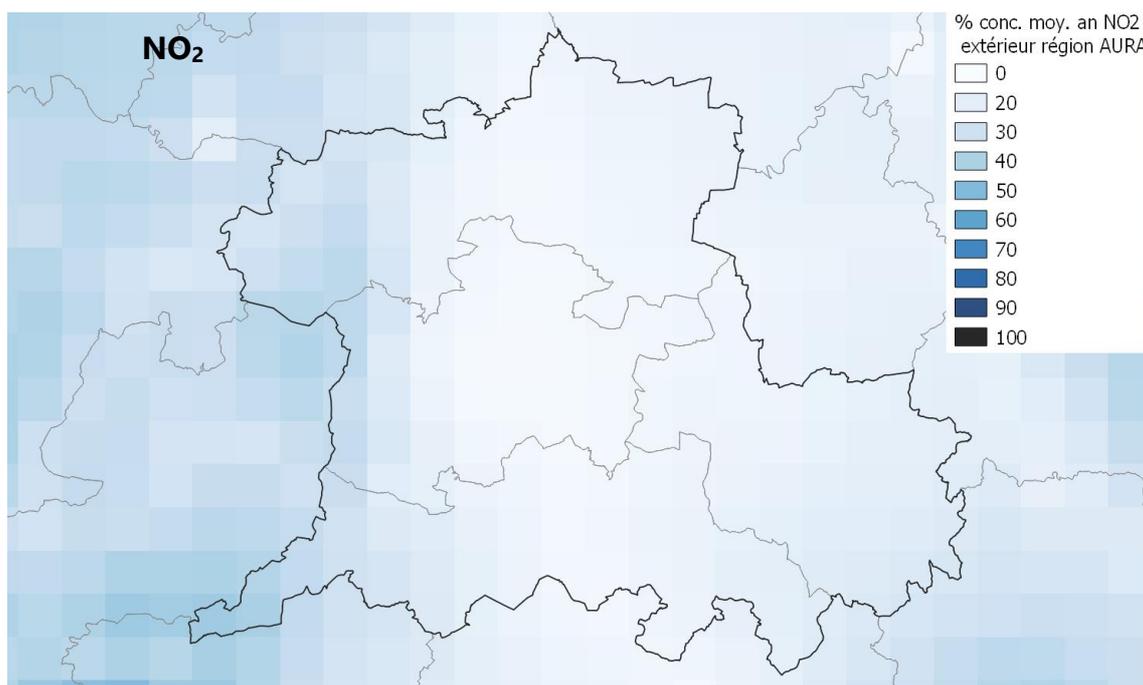


Figure 42 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en NO<sub>2</sub>

Le NO<sub>2</sub> est un polluant peu persistant dans l'air, il se dégrade peu de temps après son émission (de l'ordre de 24h), si bien qu'il se déplace très peu et qu'on le retrouve surtout à proximité immédiate des sources d'émissions. Cette analyse montre très logiquement que la pollution locale constitue la principale source de pollution pour le NO<sub>2</sub>, quel que soit le territoire considéré, avec des contributions relatives de l'ordre de 86% (entre 59% et 97% selon les mailles modélisées) aux concentrations annuelles de NO<sub>2</sub> sur la zone d'étude du PPA de Clermont-Ferrand.

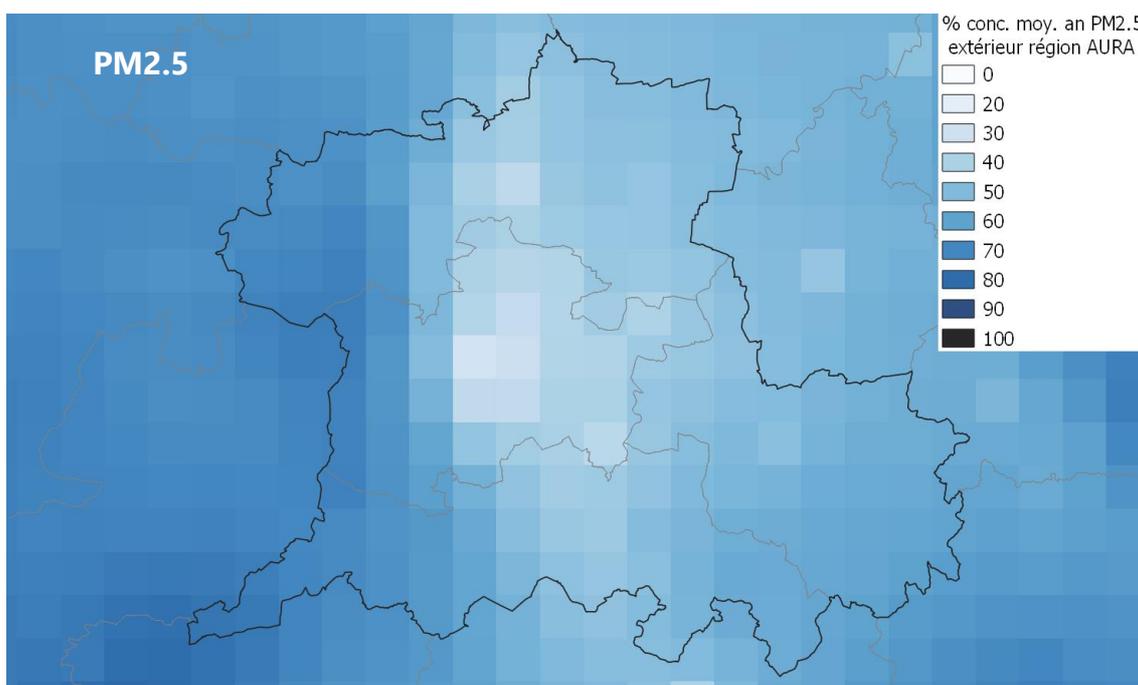


Figure 43 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM<sub>2.5</sub>

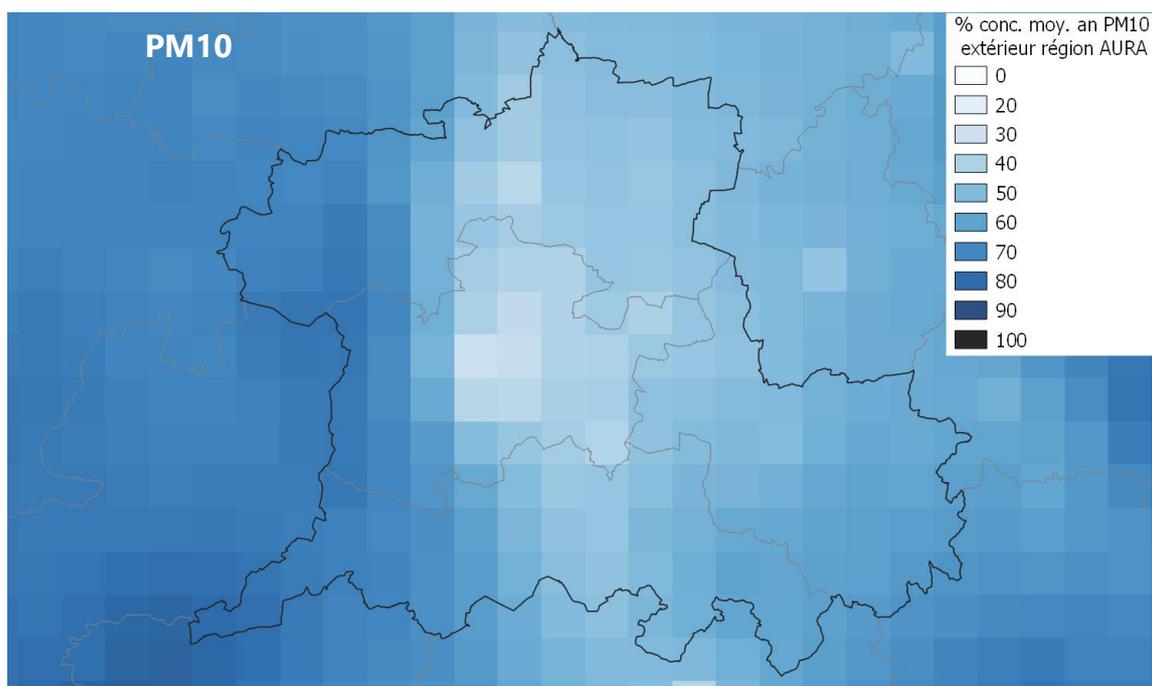


Figure 44 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM10

Pour les PM<sub>10</sub>, et les PM<sub>2,5</sub>, la pollution émise localement reste la principale source de pollution en milieu urbain avec une contribution moyenne de 56% pour les PM<sub>2,5</sub> et de 53% pour les PM<sub>10</sub> sur la zone d'étude du PPA. Selon les mailles, cette contribution moyenne varie de 36% à 76% pour les PM<sub>2,5</sub> et de 30% à 73% pour les PM<sub>10</sub>. Néanmoins les contributions relatives hors région Auvergne-Rhône-Alpes sont plus importantes voire majoritaires en milieu périurbain/rural à l'échelle annuelle.

Ces cartes doivent être interprétées avec précaution car il s'agit de simulations réalisées avec des hypothèses de travail irréalistes comme la suppression de toutes les émissions anthropiques à l'échelle régionale. Par ailleurs il existe de très fortes variabilités saisonnières. Ainsi en cas d'épisode de pollution aux particules fines l'hiver par exemple les contributions locales augmentent fortement. L'étude DECOMBIO<sup>9</sup> conduite dans la vallée de l'Arve montre que la source de combustion de la biomasse contribue en moyenne hivernale entre 60% et 70% pour les PM<sub>10</sub>.

## 2.6.8. Les épisodes de pollution

Le dispositif préfectoral de pic de pollution est déclenché en cas de concentration importante de particules, de dioxyde d'azote, de dioxyde de soufre et/ou d'ozone. Ces niveaux de concentration s'apprécient à l'échelle de bassins d'air qui sont des zonages infra ou supra-départementaux définis dans l'arrêté cadre zonal relatif aux procédures en cas d'épisode de pollution. Le périmètre d'étude PPA se trouve inclus dans le bassin d'air correspondant au département du Puy de Dôme.

<sup>9</sup> [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/deconvolution-combustion-biomasse-particules-vallee-arve\\_2018.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/deconvolution-combustion-biomasse-particules-vallee-arve_2018.pdf)

Les niveaux de vigilance ont été introduits par l'Arrêté préfectoral n°69-2017-11-16-002 du 16 novembre 2017, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a reconstitué un historique des niveaux de vigilance depuis 2011 afin d'appréhender les tendances en matière de « pic de pollution ».

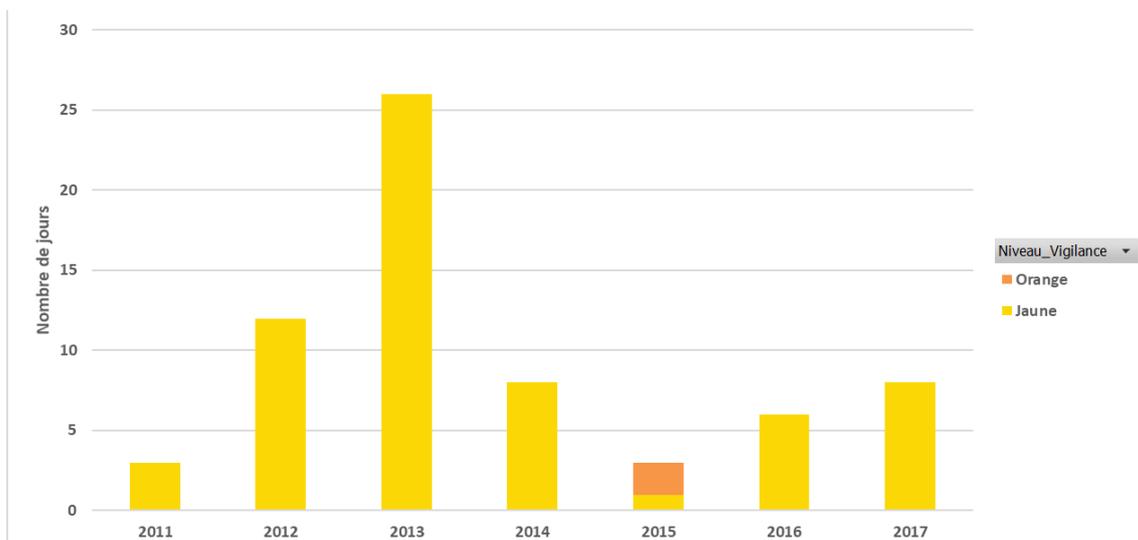


Figure 45 : Reconstitution du nombre de mise en vigilance des bassins d'air du périmètre d'étude de 2011 à 2017)

Le Puy de Dôme est un département qui connaît en moyenne une dizaine de jours de pollution par an. En 2017, on compte 8 jours de mise en vigilance contre 38 jours sur l'ensemble de la région Auvergne Rhône-Alpes.

Ces dernières années, le nombre de mise en vigilance est orienté à la baisse. La réduction des concentrations de fond, concourant également à réduire le nombre d'épisode de pollution aiguë.

### Les facteurs responsables des dépassements

Les polluants responsables des vigilances sont les suivants :

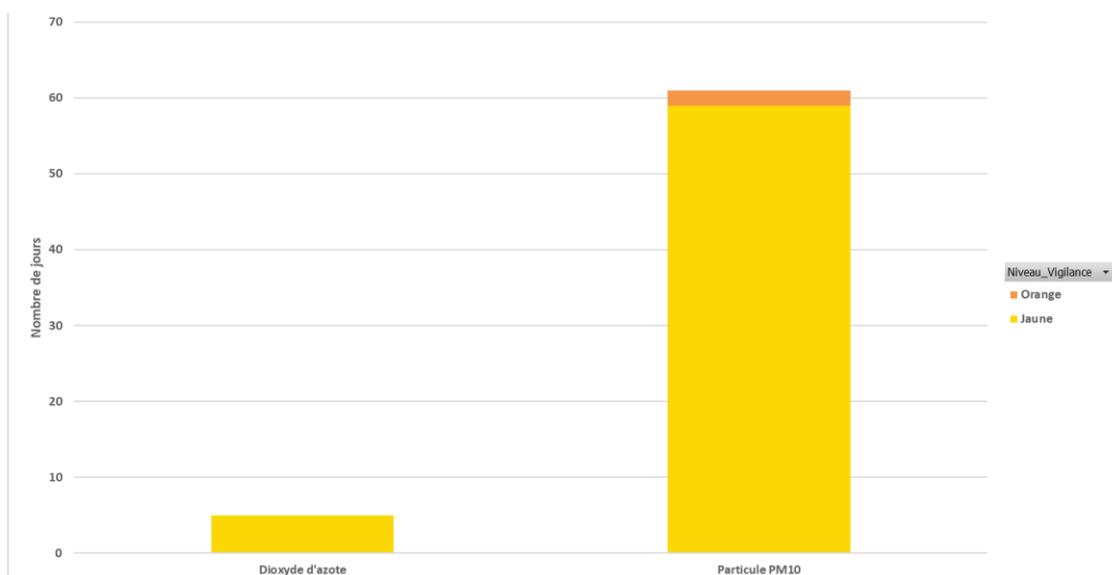


Figure 46 : Polluants responsables des mises en vigilance par polluant au niveau du périmètre d'étude de 2011 à 2017

Ainsi il apparaît que sur cette période plus 95 % des vigilances sont imputables aux particules fines que l'on peut retrouver dans deux types d'épisode de pollution :

- Épisodes hivernaux dits de « combustion », dus principalement aux particules fines et oxydes d'azote. Le chauffage et le trafic routiers sont les sources principales auxquelles peuvent s'ajouter des émissions industrielles.
- Épisodes printaniers dits « mixte », caractérisés par une élévation des teneurs en particules secondaires. En plus des sources habituelles (trafic routier, industrie, chauffage...), les activités agricoles peuvent être impliquées via les émissions d'ammoniac. L'ammoniac issu de la fertilisation des sols et/ou de la gestion des effluents d'élevage peut se combiner dans l'atmosphère avec les oxydes d'azote pour former des particules fines selon les conditions d'humidité.

Le deuxième polluant incriminé dans les épisodes de pollution est l'ozone. En période estivale, l'ensoleillement excédentaire favorise les réactions photochimiques et la formation d'ozone troposphérique à partir des précurseurs que sont les oxydes d'azote  $\text{NO}_x$  et les composés organiques volatils COV, ce qui entraîne des dépassements.

Il est notable que depuis 2017 des épisodes d'ozone ont également pu être mis en évidence avec 6 jours d'activation en 2018 et 2019.

Les dépassements ne sont pas uniquement liés aux émissions, mais également aux conditions de dispersion, aux imports d'autres territoires (pour l'ozone, pour les particules fines), aux mécanismes de destruction, etc. comme cela a été décrit précédemment.

A noter qu'à la marge et de plus en plus rarement, il est possible de rencontrer des épisodes de pollution  $\text{NO}_2$ .

### 2.6.9. Conclusions sur la qualité de l'air

Le territoire du PPA de l'agglomération clermontoise constitue un territoire sensible vis-à-vis de l'exposition chronique au dioxyde d'azote et aux particules.

Même si le bilan réglementaire entre 2013 (année précédant la mise en place du PPA) et 2017 (couvrant les 5 années de mise en œuvre du PPA2) montre une nette amélioration, le dioxyde d'azote reste un polluant à surveiller d'un point de vue réglementaire en lien avec de potentiels dépassements réglementaires en bordure des grands axes de circulation.

Concernant les particules (PM10 et PM2.5), les valeurs réglementaires sont respectées. Néanmoins, une partie de la population du territoire du PPA, résidant en grande majorité dans la métropole clermontoise, peut être exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (environ 18 000 habitants pour les PM2.5 en 2017).

Ces dernières années les niveaux d'ozone ont également tendance à se stabiliser malgré une baisse des émissions des polluants précurseurs en lien avec une météorologie de plus en plus favorable à sa formation (été chaud et ensoleillé). Une vigilance particulière sera donc nécessaire dans les prochaines années à l'égard de ce polluant.

**Au regard de ces problématiques et des différents éléments apportés par Atmo Aura dans cette phase de diagnostic, le comité de pilotage du PPA du 19 octobre 2021 a décidé de retenir le périmètre de Clermont-Auvergne Métropole pour le PPA3.**

# 3. Evaluation prospective

## 3.1. Méthodologie déployée

La modélisation de la qualité de l'air concerne plusieurs paramètres que sont les émissions de polluants atmosphériques, leurs concentrations dans l'air ambiant ou encore le niveau d'exposition des populations à ces polluants.

Ce nouveau PPA de l'agglomération clermontoise sera approuvé en 2022 et déclinera la stratégie de l'État et ses partenaires pour lutter contre la pollution de l'air pour les 5 années suivantes au moins.

L'horizon d'évaluation à prendre en compte est donc l'année 2027. Au-delà de l'état des lieux de la qualité de l'air en 2017 - année de référence présenté en partie 2, Atmo Auvergne Rhône Alpes a donc été amené à modéliser deux scénarios permettant d'apprécier l'impact du plan d'action sur ces différents paramètres à horizon 2027 :

- **Un scénario tendanciel « 2027 tendanciel » ou « 2027 sans PPA »** : qui reflète l'évolution attendue de la qualité de l'air du territoire en l'absence de déploiement d'actions spécifiques. Cette évolution « naturelle » est favorable par rapport à la situation de référence 2017, car indépendamment du PPA il existe une tendance de fond et des réglementations nationales qui conduisent à des baisses des émissions des différents secteurs (renouvellement des véhicules routiers, performances énergétiques des constructions neuves, etc.) Concrètement, ce scénario tendanciel est basé sur l'inventaire des émissions d'Atmo auquel sont appliquées les hypothèses d'évolution des différents types d'émissions.
- **Un scénario « 2027 actions PPA » ou « 2027 avec PPA »** : qui intègre les hypothèses d'évolution des différentes sources d'émissions résultant de la mise en œuvre complète des actions intégrées au 3ème PPA (PPA3). Il s'agit en particulier d'appliquer des baisses d'émissions supplémentaires par rapport à la trajectoire tendancielle 2027.

Il doit être souligné que ces modélisations concernent avant tout la seule année 2027, et que les années intermédiaires ne sont pas modélisées en tant que telles.

La comparaison de ces deux scénarios à l'horizon 2027 permet in fine d'obtenir une évaluation des gains en émissions et en concentrations spécifiquement apportés par les actions du PPA.

## 3.2. Polluants étudiés

Les travaux de révision portent sur les polluants suivants :

- Polluants faisant l'objet de dépassements réglementaires et qui ont été visés par les précédents PPA : NO<sub>x</sub>/ NO<sub>2</sub>, PM10 et PM<sub>2,5</sub>,
- Polluant présentant des augmentations de concentrations au cours des dernières années : l'ozone (ce polluant secondaire présente des dépassements de l'objectif long terme : 120 µg.m<sup>-3</sup> sur 8 heures sur une partie importante de la région),

- Polluants faisant l'objet d'objectif de réduction dans le cadre du PREPA (Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques) : COVNM, NH<sub>3</sub> et SO<sub>2</sub>.

### 3.3. Outils et hypothèses déployées

Les outils déployés pour cette évaluation prospective sont les mêmes que ceux décrits au chapitre 2.5.1 et 2.6.1 mais alimentés avec des données d'activités prédites pour l'année 2027.

Les émissions à horizon 2027 sont calculées selon un principe commun : pour chaque activité, les émissions d'un polluant donné sur l'année de référence sont multipliées par des coefficients qui intègrent les différentes hypothèses d'évolution.

Ces dernières portent aussi bien sur la consommation d'énergie (ou l'activité pour les émissions non énergétiques) que sur les facteurs d'émission. Le calcul suivant est ainsi obtenu :

$$emissions_{2027} = emissions_{2017} * evolution_{conso/activite} * evolution_{FE}$$

avec  $evolution_{conso/activite} = \frac{conso / activite_{2027}}{conso / activite_{2017}}$  le coefficient d'évolution de la consommation d'énergie ou activité

et  $evolution_{FE} = \frac{FE_{2027}}{FE_{2017}}$  le coefficient d'évolution du facteur d'émission.

Les hypothèses locales sont priorisées dans ce calcul. En leur absence, des hypothèses régionales ou nationales sont utilisées. Si aucun élément sur l'activité n'est disponible, les émissions sont considérées comme constantes.

#### 3.3.1. Les hypothèses associées au scénario tendanciel

##### 3.3.1.1. Données générales

Les données d'évolution socio-économiques, présentées ci-dessous, sont les suivantes :

- **Population** : hypothèses locales complétées par l'évolution moyenne régionale issue du Modèle Multimodal Régional (MMR),
- **Emplois** : évolution moyenne régionale issue du MMR.

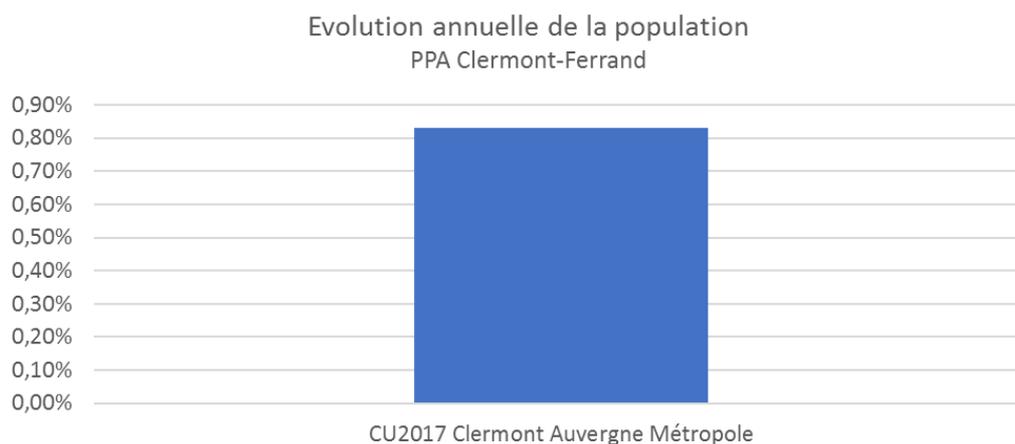


Figure 47 : Evolution annuelle de la population

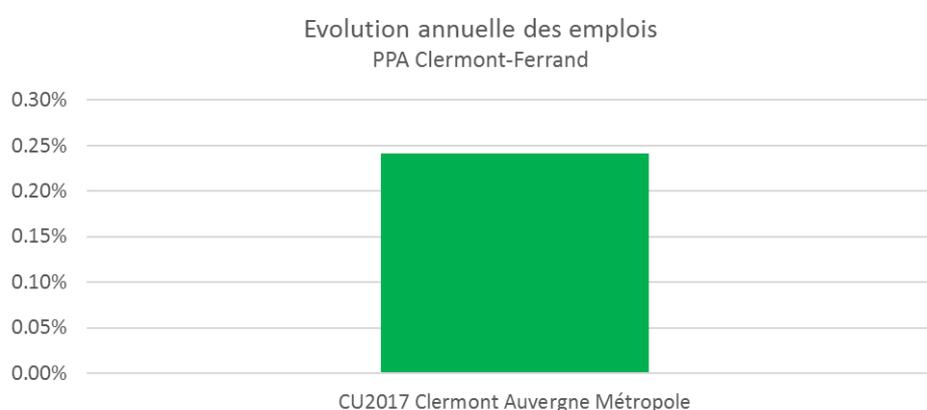


Figure 48 : Evolution annuelle des emplois

### 3.3.1.2. Données par secteur d'activité

#### ► Résidentiel

##### L'évolution des consommations d'énergie par type d'énergie

L'évolution des consommations d'énergie est considérée conforme à la prolongation de la tendance observée entre 2013 et 2017.

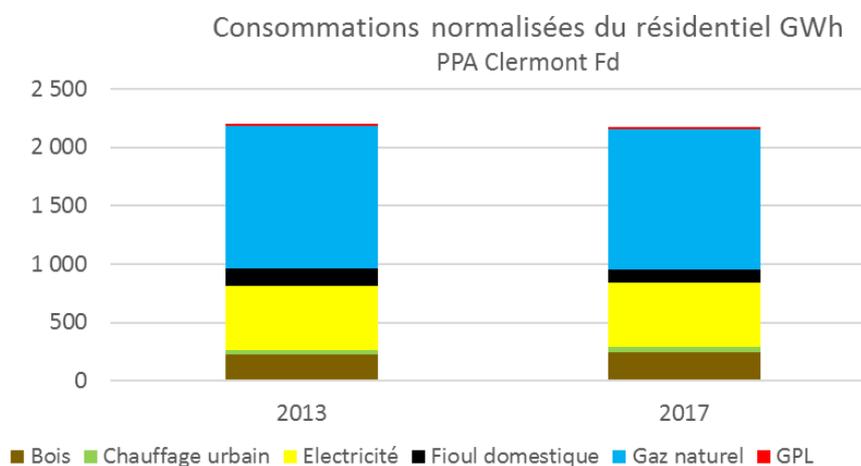


Figure 49 : Répartition par énergie des consommations du résidentiel en GWh en 2013 et 2017

### L'évolution du parc d'appareils individuels de chauffage au bois

Les émissions ont été calculées en tenant compte de l'évolution du parc d'appareils de chauffage au bois par rapport à 2018. Cela comprend :

- le nombre de logements par EPCI chauffés au bois ;
- l'évolution du facteur d'émission moyen par polluant, traduisant le renouvellement tendanciel du parc.

### Part de bois labellisé

La part de bois labellisé a été considérée constante entre 2018 et 2027 (5%).

### Evolution du parc d'installations de chauffage biomasse collectif et industriel

Les projections à 2027 ont été réalisées comme suit :

- L'évolution du nombre de petites chaufferies biomasse existant en 2020 (compilation des recensements FIBOIS et appels à projet Région) a été réalisée en cohérence avec l'atteinte des objectifs régionaux de consommations de biomasse du Schéma Régional Biomasse. Cela correspond ainsi à 14 nouvelles installations selon la répartition des classes de puissances <400kW et 400kW/1MW issue des installations mises en service entre 2010 et 2020 : 85%/15% ;
- Les facteurs d'émissions (FE) appliqués sont ceux de 2018, en particulier pour les PM :
  - Puissance<1 MW : FE CITEPA d'une chaudière individuelle performante ;
  - Puissance>=1MW :
    - Mise en service avant 2013 : 50 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub> ;
    - Mise en service après 2013 :
      - En zone PPA2 :
        - <20 MW : 30 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub> ;
        - >=20 MW : 10 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub> ;
      - Hors zone PPA2 : 50 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub>.

### Evolution du brûlage de déchets verts

Les émissions 2027 ont été considérées comme étant égales à celles de la situation 2018.

### Evolution de l'utilisation de solvants, peintures et autres produits d'entretien

Les émissions évoluent selon la progression de la population.

#### ► Tertiaire

Dans le secteur du bâtiment tertiaire, l'évolution des surfaces considérées repose sur l'évolution des surfaces par employé et du nombre d'employés (croisement entre enquêtes régionales CEREN qui donnent des surfaces chauffées par branche d'activité) et emplois communaux (source INSEE : base CLAP Connaissance Locale de l'Appareil Productif).

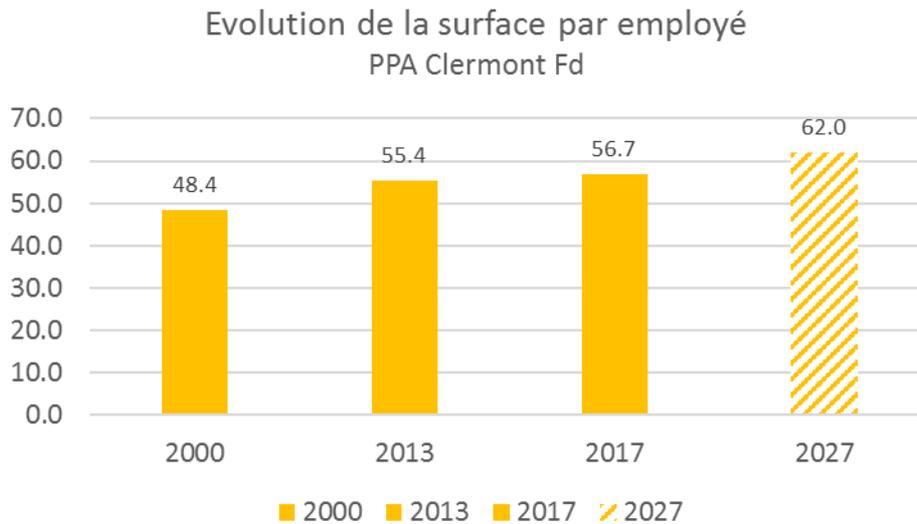


Figure 50 : Evolution de la surface par employé sur le périmètre du PPA de Clermont-Ferrand

Tout comme pour le résidentiel, l'évolution des consommations d'énergie est considérée conforme à la prolongation de la tendance observée entre 2013 et 2017.

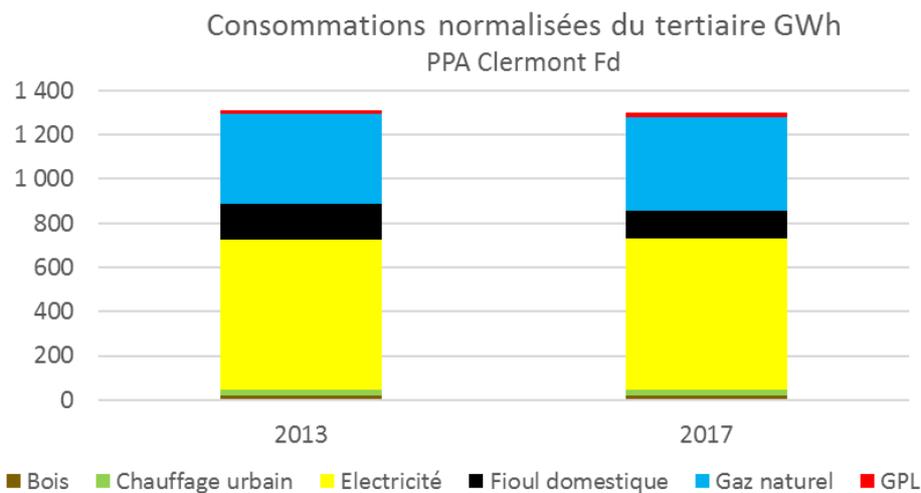


Figure 51 - Répartition par énergie des consommations du tertiaire en GWh en 2013 et 2017

## ► Transport routier

Pour le secteur du transport routier, le modèle de trafic local géré par le SMTC a été retenu.

**Evolution des veh.km** : par interpolation des volumes de trafics issus des modélisations "situation actuelle 2014" et "fil de l'eau 2030" où seuls les « coups partis » sont considérés.

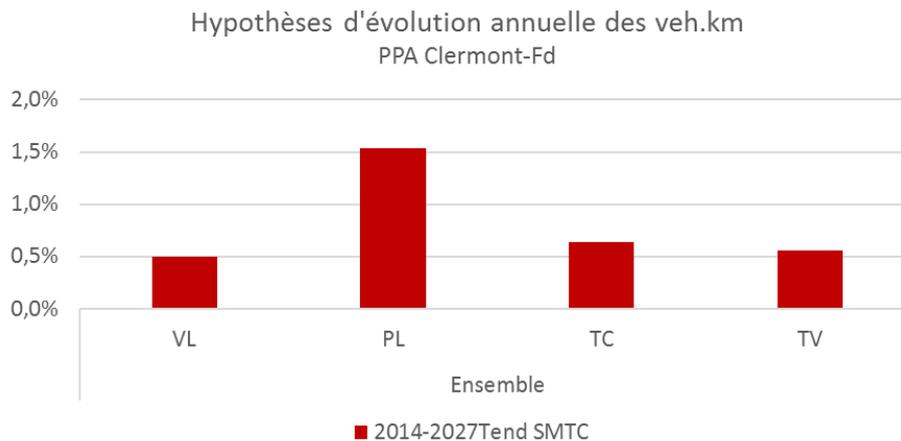


Figure 52 : Hypothèses d'évolution annuelle des veh.km par type de véhicule

### Evolution du parc dynamique :

- Transports en Commun Urbains : parc local 2018 (T2C) auquel sont appliquées les hypothèses nationales de renouvellement (scénario AME « Avec Mesures Existantes ») ;
- Autres véhicules : projections nationales CITEPA/MTES scénario prospectif AME :
  - o Déclinaison en 6 grandes catégories (VP, VUL, PL, bus, car, 2RM) :
    - Détail selon 450 classes de véhicules
    - Sous-catégorie : cylindrée/PTAC/Nb d'essieux
    - Energie
    - Norme Euro
- Le choix a été fait de ne pas prendre en compte le parc local SDES 2019 décliné en 3 grandes catégories (VP, VUL, PL+BUS+CAR) détaillées par CQA projeté selon parc national AME, car :
  - o Périmètre PPA définitif non validé ;
  - o Risque d'incohérence avec travaux ZFE en cours sur les agglos ;
  - o Emissions non cohérentes avec l'évaluation 2013-2018 du PPA2.

### Evolution des facteurs unitaires (consommation et émissions)

Prise en compte des facteurs d'émissions COPERT 5.0.

### Prise en compte d'une ZFE

Aucune ZFE n'est considéré dans le scénario tendanciel.

### ► Transport ferroviaire

Les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Marchandises : prolongation de la tendance observée sur les années précédentes, soit -7% entre 2018 et 2027 ;
- Grandes lignes : prolongation de la tendance observée sur les années précédentes, soit +13% entre 2018 et 2027 ;
- TER : hypothèses du MMR +0.1%/an ;
- Stabilisation de la part des trains.km à motorisation thermique.

### ► Transport aérien

Les hypothèses suivantes ont été considérées pour l'évolution des émissions des aéronefs de Clermont-Ferrand Auvergne :

- Stabilité entre 2019 et 2024 puis hausse du nombre de passagers de 4%/an entre 2024 et 2027 ;
- Evolution du nombre de mouvements tenant compte de l'évolution 2010-2017 du ratio passagers/mouvements.

### ← Industries : ICPE

La moyenne des émissions 2014-2018 a été considérée pour caractériser les émissions tendanciennes 2027, à l'exception de la Banque de France Chamalières pour laquelle la moyenne 2016-2018 a été retenue en raison d'une diminution durable de ses émissions.

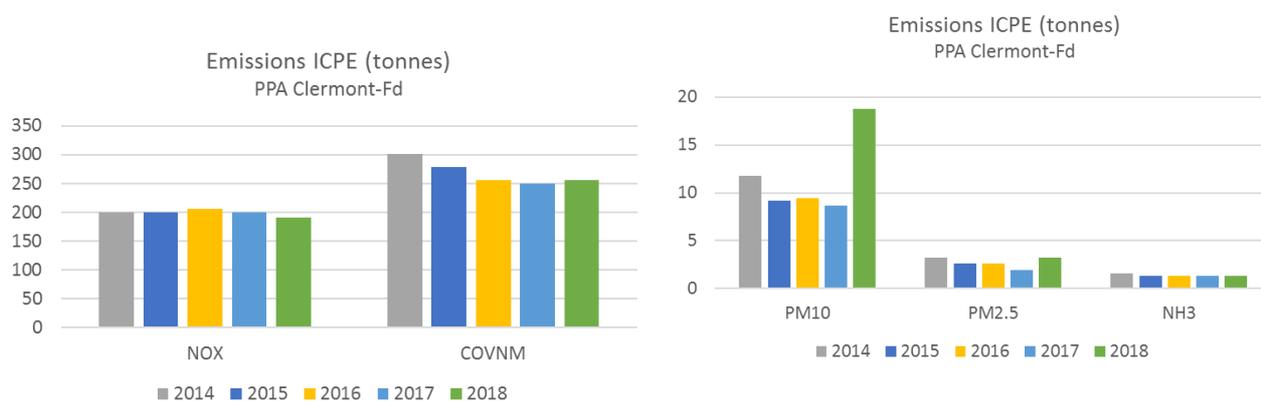


Figure 53 : Evolutions des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions

### ► Industrie : Carrières

Les émissions des carrières ont été considérées constantes entre 2018 et 2027.

### ► Industrie : Chantiers/BTP

Les émissions liées aux chantiers / BTP ont été considérées comme suit :

- les émissions des différentes opérations d'un chantier ont été considérées comme étant constantes entre 2018 et 2027 (mises en chantier équivalentes sans amélioration des pratiques) ;
- les émissions des engins de chantier tiennent compte de l'amélioration technologique du parc à horizon 2027 sur la base des hypothèses PREPA.

### ► Agriculture

Les émissions non énergétiques sont prises en compte ainsi :

- Ajustement des données en situation actuelle 2018 (DRAAF):

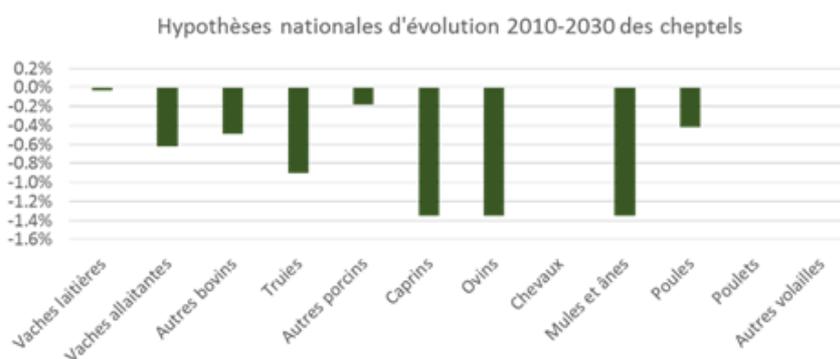
PPA Clermont Fd	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Vaches laitières	1,128	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres bovins	0,653	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Porcins à l'engrais	0,926	correction avec donnée draaf périmètre région
Truies	0,915	correction avec donnée draaf périmètre région
Caprins	1,572	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Ovins	0,907	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Chevaux	1,338	correction avec donnée draaf périmètre région
Mules et ânes	1,455	correction avec donnée draaf périmètre région
Poules	1,001	correction avec donnée draaf périmètre région
Poulets	1,000	correction avec donnée draaf périmètre région
Autres volailles	1,000	constant car données DRAAF incohérente

Tableau 4 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018

PPA Clermont Fd	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Blé tendre d'hiver	0.954	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé tendre de printemps	1.095	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur d'hiver	1.000	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur de printemps	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Seigle et méteil	1.000	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon d'hiver	0.804	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon de printemps	1.350	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine d'hiver	1.000	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine de printemps	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Maïs (grain et semence)	1.149	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Sorgho	1.064	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Triticale	0.861	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres céréales non mélangées	1.000	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Mélanges de céréales (hors méteil)	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza d'hiver (et navette)	1.416	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Colza de printemps (et navette)	1.000	constant car pas de données Atmo
Tournesol	1.343	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Soja	1.000	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lin oléagineux	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Autres oléagineux	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Féveroles et fèves	0.690	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Pois protéagineux	0.612	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lupin doux	1.000	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé non alimentaire	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Maïs non alimentaire	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza non alimentaire	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Tournesol non alimentaire	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves non alimentaires	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Autres cultures non alimentaires	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Choux, racines et tubercules fourragers	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	0.000	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves industrielles	1.026	constant car pas de données Atmo
Pommes de terre	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Lin textile	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Vignes	1.002	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa

Tableau 5 : Détail par type de culture des ajustements 2018

- Evolution des données d'activité 2018-2027 selon projections nationales :



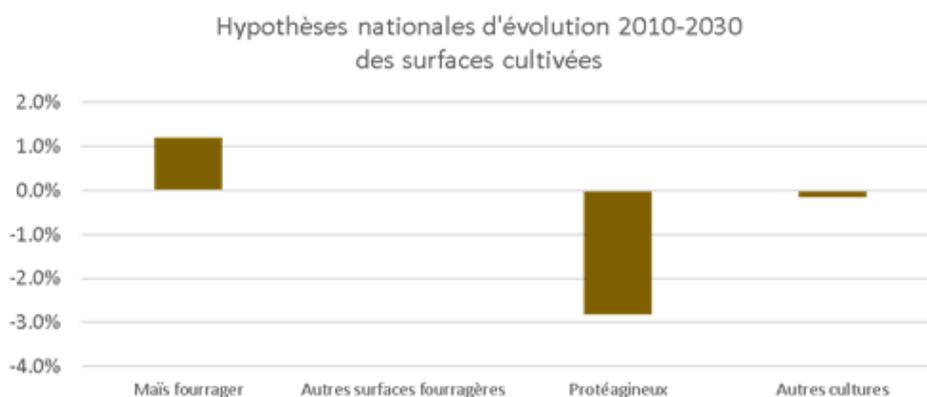


Figure 54 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures

- Les hypothèses relatives au temps passé en bâtiment/pâture, ainsi que la répartition fumier/lisier ont été considérées comme étant stables entre 2018 et 2027.
- Pas d'évolution des facteurs d'émissions entre 2018 et 2027.

**Les émissions liées aux épandages organiques** sont prises en compte ainsi :

- Les techniques d'épandage considérées sont stables par rapport à 2018 ;
- Les quantités épandues évoluent selon l'évolution considérées des cheptels.

**Les émissions liées aux épandages d'engrais minéraux** sont prises en compte ainsi :

- Evolution des quantités d'engrais épandues selon projections PREPA (-0.14%/an) ;
- Evolution de la décomposition par type d'engrais (source PREPA).

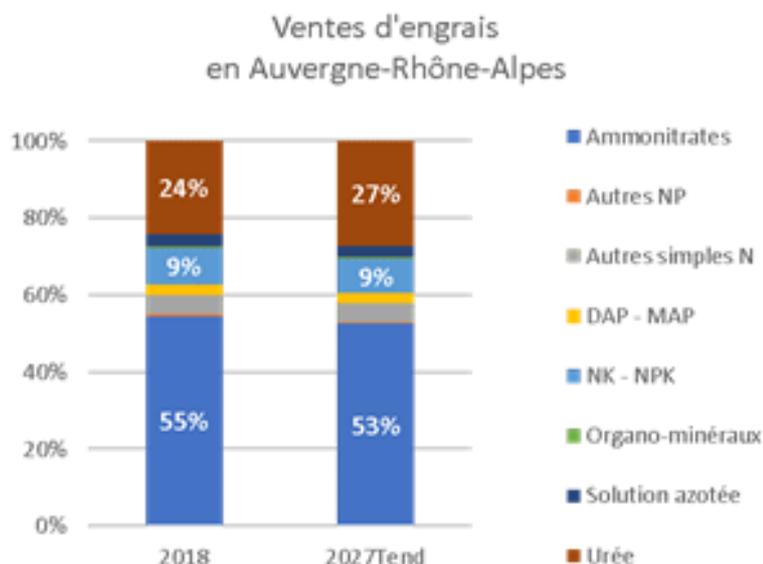


Figure 55 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais

### 3.3.2. Les hypothèses associées au scénario PPA

Cette évaluation détaillée vise à analyser chaque action quantifiable prévue pour le PPA3 de Clermont-Ferrand, de façon à produire un bilan détaillé des gains d'émission par rapport au scénario tendanciel. Ce travail, réalisé à l'échelle communale, permet d'améliorer la précision des estimations en exploitant des données additionnelles. Il est nécessaire pour produire un cadastre<sup>10</sup> des émissions et ainsi alimenter les modèles de qualité de l'air.

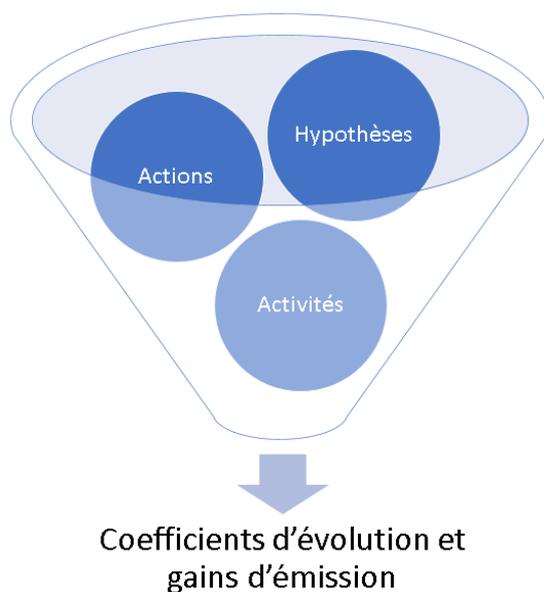


Figure 56 - Principe de calcul pour les gains d'émission

Des méthodes différentes sont utilisées selon l'action à évaluer. Pour la majorité, elles consistent à appliquer un abattement<sup>11</sup> aux émissions du scénario tendanciel 2027 et à calculer la différence entre les deux scénarios. Pour d'autres, des projections plus complexes sont réalisées en amont (parc d'appareils de chauffage au bois, trafic routier) et sont directement exploitées pour le calcul des gains.

Les actions pour la zone PPA Clermont-Ferrand sont évaluées par « bouquet » (ensemble d'une ou plusieurs actions liées entre elles) et la somme des gains permet à la fin d'obtenir les projections pour 2027. Chaque bouquet fait donc l'objet d'une estimation, indépendamment des autres.

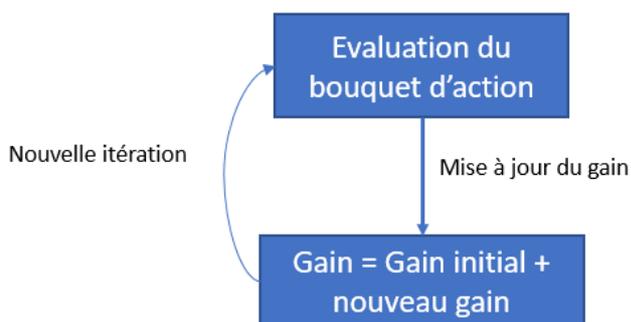


Figure 57 - Principe général d'évaluation

<sup>10</sup> Spatialisation des émissions atmosphériques sur le territoire à la maille 1kmx1km

<sup>11</sup> Un abattement correspond à une baisse d'un certain pourcentage des émissions

Les actions ont été évaluées selon trois scénarios (bas, intermédiaire, haut) afin d’observer les retombées pour plusieurs hypothèses. Cette démarche itérative n’est pas reprise dans les éléments suivants où seul le scénario final est présenté.

Identifiant d'action	Libellé de l'action
E1.1	Appliquer les valeurs basses des NEA-MTD en NOx, PM, COV pour les gros émetteurs industriels
E1.2	Sévériser le niveau d'émissions de particules et de NOx pour les installations de combustion de puissance comprise entre 1 et 50 MW
E2	Réduire les émissions diffuses de poussières en abaissant le niveau maximal des valeurs de retombées des poussières globales
E3	Performance énergétique des industries - Récupérer la chaleur fatale
E4	Créer une charte chantier commune sur le territoire du PPA3 en fixant un socle minimum à respecter
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Actions de mobilité issues de la mise en place du PDU
R1	Accompagner la rénovation énergétique des logements pour le bénéfice de la QA
R2	Favoriser le renouvellement des appareils de chauffage au bois peu performants, interdire les foyers ouverts
R3	Favoriser la filière professionnelle bois bûche de qualité
R5	Récupération de chaleur fatale
R6	Accompagner l'interdiction des brûlages à l'air libre

Tableau 1 - Liste des actions évaluées sur la zone PPA Clermont-Ferrand

### 3.3.3. Résidentiel et Tertiaire

#### *Renouvellement du parc d'appareils de chauffage au bois domestique (R2)*

Des actions communes au PPA de Clermont-Ferrand ont pour objectif de diminuer les émissions issues du chauffage au bois domestique. Deux principaux leviers sont identifiés pour appuyer ce renouvellement :

- Les interdictions d’usage ;
- Les aides financières.

Différentes itérations ont été conduites.

Deux scénarios sont utilisés pour réaliser des projections du parc d’appareils de chauffage au bois domestique :

- tendancier 2027 sans Fonds Air Bois ;
- hypothèse haute scénario PPA3.

Scénario	Zone PPA Clermont-Ferrand
Haut	- Interdiction des foyers ouverts sur l’ensemble de la zone PPA (action non retenue finalement)

	- 450 remplacements d'équipements de chauffage biomasse non performants par an
--	--

Tableau 6 - Hypothèses de projection du parc d'appareils de chauffage au bois domestique

Pour tous ces scénarios, le nombre de dossiers est considéré comme un complément du renouvellement naturel des appareils. Par ailleurs, 100% des remplacements sont effectués par des appareils performants (norme ECODESIGN).

On estime ensuite le gain d'émission pour chaque commune, polluant et combustible en comparant les émissions du scénario tendanciel avec le scénario PPA.

#### Augmentation de la part de bois labellisé (action R3)

La consommation de bois bûche domestique passe souvent hors des circuits de distribution. Or, la qualité du combustible joue un rôle important dans les émissions de polluants. Le PPA3 de Clermont-Ferrand prévoit ainsi une augmentation de la part de bois labellisé pour le chauffage domestique. Cette proportion passe de 5% dans le scénario tendanciel à 15%. Le coefficient d'évolution à partir des émissions tendanciennes est calculé comme suit :

$$EMI_{ppa} = 0,85 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel} + 0,15 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel} * (1 - 0,2)$$

Avec  $\frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel}$  les émissions si 0% du bois était labellisé et  $(1 - 0,2)$  l'abattement de 20% pour la part de bois labellisé. En poursuivant le calcul, on obtient :

$$EMI_{ppa} = EMI_{tendanciel} * [0,85 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} + 0,15 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} * 0,8]$$

$$coeff_{evol} = 0,85 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} + 0,15 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} * 0,8 = 0,97979797979798$$

Ce coefficient est ensuite appliqué aux émissions tendanciennes issues du chauffage au bois domestique de façon à obtenir le gain apporté par le scénario PPA :

$$gain = gain_{initial} + emission_{tendanciel} - coeff_{evol} * emission_{tendanciel}$$

#### Rénovation thermique des logements (R1)

Cette évaluation porte sur l'amélioration de l'isolation thermique des logements, ainsi que la réduction des consommations d'énergie et des émissions associées.

Pour les logements, un abattement de 40% des émissions est appliqué à 2% des logements par an.

Dans le scénario tendanciel, l'hypothèse était un abattement de 1% de la consommation unitaire chaque année par rapport à la précédente. Sur cette baisse, seule 25% provenait de la rénovation des logements contre 75% pour le renouvellement tendanciel du parc. Cela revient à considérer une rénovation d'environ 0,4% des logements par an avec 40% de réduction d'émission après travaux ( $0,004 * 0,6 \approx 0,0025$ )

$$coeff_{evol} = 0,01 * 5 * \frac{1}{(0,9975)^{2027-2022}} * (1 - 0,4) + (1 - 0,01 * (2027 - 2022)) * \frac{1}{(0,9975)^{2027-2022}}$$

$$coeff_{evol} = 0,99234241$$

#### Brûlage de déchets verts (R6)

Une diminution de 50% des brûlages de déchets verts est envisagé tout scénario confondu.

Zone	Coefficient d'évolution
Clermont-Ferrand	0,5

Tableau 7 - Coefficients d'évolution utilisés pour les actions R6

### 3.3.4. Transport routier

*Mise en place de la ZFE*

Actions	PPA Clermont-Ferrand
Périmètre	Clermont-Ferrand intérieur grands boulevards
ZFE VUL/PL	Interdiction CQA3+ (CQA 3,4,5 et NC)
Taux de fraude / dérogation	31%

Tableau 8 - Hypothèses par zone PPA et type de ZFE

Pour Clermont-Ferrand, le modèle trafic local SMTC est disponible. À ce modèle est ajoutée la projection du parc de véhicules lié à la mise en œuvre de la ZFE en 2027.

*Réduction des émissions liés aux différents projets de mobilités de l'agglomération clermontoise (INSPIRE)*

Le Plan de Déplacements Urbains de l'agglomération clermontoise a été approuvé en 2019. Ce dernier s'appuie majoritairement sur le développement des services de mobilité, ainsi que l'encadrement (régulation, incitation) des nouveaux services de mobilité.

Il comporte également le schéma cyclable complet, ainsi que les lignes structurantes B et C (projet INSPIRE). Ce scénario a été évalué à horizon 2030. Afin de rendre compte de son effet sur la qualité de l'air, les ambitions en matière de trafic ont été traduites sur la part des véhicules particuliers roulant sur CAM (-6% de veh-km).

### 3.3.5. Industrie

*Réduire les émissions des installations industrielles*

Ce bouquet d'action regroupe l'action E1 (subdivisée en deux sous actions E1(.1) et E1(.2))

L'action E1(.1) correspond à une diminution des émissions des établissements IED et l'action E1(.2) à un abaissement des Valeurs Limites d'Emission (VLE) pour les NOx et les poussières.

La liste des établissements concernés pour chaque action est établie à partir des déclarations BDREP disponibles en 2018. Pour l'action E1(.1), il s'agit des installations de combustion de puissance supérieure ou égale à 50MW et donc classées IED. Pour l'action E1(.2), il s'agit cette fois des établissements de puissance comprise entre 1 et 50 MW.

À partir des codes d'établissement fournis, les données nécessaires sont récupérées via BDREP

Le principe de calcul est le suivant :

$$gain = gain\_initial + emission - coeff\_evol * emission$$

avec gain\_initial le gain déjà calculé par d'éventuelles précédentes actions, émission les émissions tendancielle 2027 et coeff\_evol le coefficient d'évolution appliqué pour obtenir les émissions du scénario PPA à partir du tendanciel.

Action	Scénario	Polluant	Puissance	Coefficient d'évolution
E1(.1)	Haut	Tous	> 50 MW	0,95
E1(.2)	Haut	NOx	1 – 10 MW	0,9
E1(.2)	Haut	TSP, PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
E1(.2)	Haut	TSP, PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67

Tableau 9 - Coefficients d'évolution appliqués à l'action E1

Plusieurs cas sont possibles :

- Si l'établissement est concerné par la mesure E1(.1), alors on applique une diminution de 15% sur un tiers des émissions soit 5% d'abattement .
- Si l'établissement est concerné par la mesure E1(.2), alors on applique une diminution sur les émissions de NOx et de poussières :
  - o -10% sur les émissions de NOx pour les puissances comprises entre 1 et 10MW ;
  - o -40% sur les émissions de poussières pour les puissances comprises entre 1 et 5MW, -33% si la puissance est comprise entre 5 et 50MW.

À défaut de disposer du détail des émissions tendancielle par installation de combustion, l'évaluation se base ici sur l'établissement complet. Cela entraîne des incertitudes dans l'évaluation des actions.

*Remplacer le réseau de vapeur interne de l'hôpital Gabriel Montpied*

*Ce bouquet correspond à l'action E3 du PPA de Clermont-Ferrand.*

L'action E3 du PPA de Clermont-Ferrand précise les transformations de l'apport énergétique de l'hôpital Gabriel Montpied pour alimenter la production d'eau chaude sanitaire. L'évaluation des tonnes économisées par cette action est effectuée en amont puis injectée directement dans la base de données.

Combustible	Consommation	Unité	Conversion	Consommation (GWh)
Gaz naturel	146797,2	GJ	277,8 kWh/GJ	40,78
Fioul domestique	406,6	hL	10,7 kWh/L	0,44

Tableau 10 - Consommation par combustible de l'hôpital Gabriel Montpied en 2018 (source : BDREP)

Le tableau ci-dessus détaille le mix énergétique du réseau de vapeur interne de l'hôpital Gabriel Montpied en 2018. Il est pour l'essentiel constitué de gaz naturel (99% du mix). Le fioul complète la part manquante.

Polluant	Combustible	Emissions (kg)
TSP	Gaz naturel	0
TSP	Fioul domestique	5
NOx	Gaz naturel	8808
NOx	Fioul domestique	151
SOx	Gaz naturel	59
SOx	Fioul domestique	72

Tableau 11 - Emissions par polluant et par combustible de l'hôpital Gabriel Montpied en 2018 (source : BDREP)

La combustion entraîne le rejet de différents polluants atmosphériques que le tableau ci-dessus détaille. L'objectif est d'estimer l'évolution de ces rejets à partir d'un changement du mix énergétique.

Le futur réseau de chaleur « Saint-Jacques + » prévoit la récupération de chaleur fatale issue de l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères. Cela signifie que la chaleur distribuée n'engendre aucune émission supplémentaire.

Combustible	Evolution de la consommation
Gaz naturel	-15,3 GWh (-37,5%)
Fioul domestique	+0 GWh
Solaire thermique	+1,3 GWh

Tableau 12 - Evolution de la consommation d'énergie

Le réseau de chaleur supplantera 14 GWh de production à horizon 2027. On suppose que le fioul domestique est intouché et que seule la consommation de gaz naturel sera affectée par cette transformation. L'extension GM3 au sein de l'hôpital prévoit également de produire de l'eau chaude sanitaire à partir de solaire thermique<sup>12</sup>.

Polluant	Évolution des émissions (kg)
NOx	-3305
PM10	0
PM2,5	0
COVNM	0
NH3	0
SOx	-22

Tableau 13 - Évolution des émissions après mise en place de l'action

L'évolution de la consommation de gaz naturel (-37,5%) est appliquée aux émissions de l'établissement pour évaluer l'impact de l'action. Le tableau ci-dessus donne les baisses d'émission associées à l'action par polluant.

#### *Limiter les émissions des carrières et des installations de premier traitement*

Ce bouquet correspond à l'action E2 du PPA de Clermont-Ferrand.

**Faute de pouvoir estimer les émissions initiales, il est supposé que les émissions de poussières respectent les mêmes limites de départ que pour les travaux du PPA de Grenoble pour le tendanciel (0,5g/m<sup>2</sup>/j).** L'action implique le passage à 0,35g/m<sup>2</sup>/j et suppose ainsi un abattement des émissions correspondantes de 30%. Toutefois, il est supposé que seuls 50% des exploitants respecteront la limite soit un abattement global de 15% seulement.

L'évaluation consiste à appliquer un coefficient d'évolution aux émissions tendanciennes 2027 des établissements ciblés :

$$gain = gain_{initial} + emission - coeff_{evol} * emission$$

#### *Bonnes pratiques des chantiers*

Ce bouquet correspond à l'action E4 du PPA de Clermont-Ferrand.

La mise en place d'une charte de bonnes pratiques sur les chantiers fait partie des mesures préconisées par le PPA3 de Clermont-Ferrand. Il est supposé que le respect de cette charte permettrait d'abaisser de 25% les émissions des chantiers. L'évaluation est ici effectuée en supposant également que seuls 15% des chantiers

<sup>12</sup> Action 6D [http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20190322-pub-fdrqa\\_cf.pdf](http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20190322-pub-fdrqa_cf.pdf)

l'adopteront. Il est possible que cette part représente les chantiers les plus émetteurs. Toutefois, on suppose ici que ces chantiers représentent 15% des émissions totales pour chaque zone.

Zone PPA	Coefficient d'évolution des émissions de poussières, PM10 et PM2.5
Clermont-Ferrand	0,9625

Tableau 14 - Coefficients d'évolution appliqués aux émissions tendancielle pour l'action E4

Le calcul est réalisé comme suit pour les activités concernées par l'action :

$$gain = gain_{initial} + emission - coef_{evol} * emission$$

### 3.3.6. Agriculture

Aucune action supplémentaire n'a été décidée pour le secteur agricole. En effet, les objectifs de réduction d'émission pour l'ammoniac – polluant majoritairement émis par le secteur – sont déjà atteints grâce au scénario tendanciel.

## 3.4. Cadastrage des émissions

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a la charge de produire une modélisation des concentrations à l'horizon 2027 selon le scénario PPA. Ce modèle, produit à une maille 10m/10m, est notamment alimenté par l'évolution des émissions atmosphériques sur le territoire. L'évaluation détaillée des actions à l'échelle communale est donc adaptée sous forme d'un cadastre.

## 3.5. Evaluation prospective des gains en matière de qualité de l'air

Les principaux résultats sont présentés en matière :

- d'atteinte des objectifs de réduction des émissions fixés par le comité de pilotage du PPA,
- d'atteinte des objectifs en matière de concentrations en polluants et de populations exposées aux valeurs sanitaires et réglementaires.

Pour ne pas alourdir le document, toutes les cartographies et analyses propres au scénario tendanciel seul sont renvoyées en annexe.

### 3.5.1. Rappel du périmètre

Le périmètre retenu pour le PPA de Clermont-Ferrand s'étend sur le territoire de Clermont Auvergne Métropole.

### 3.5.2. Bilan global de l'évolution des émissions

Il est rappelé ici que la PPA doit être conforme aux exigences du PREPA et du plan national biomasse issu de la loi Climat et Résilience.

Le tableau ci-dessous synthétise les objectifs à atteindre pour 2027 sur la zone PPA de Clermont-Ferrand. Ces objectifs ont été construits pour respecter les ambitions vis-à-vis du PREPA et de la loi Climat et Résilience. Ainsi, l'il a été fixé lors du premier COPIL du PPA de partir sur :

- Une atteinte dès 2027 des objectifs PREPA attendus en 2030, le PPA permettant d'accélérer les gains en matière de réduction des émissions et de « gagner » 3 ans.
- D'être dans une trajectoire de réduction des émissions pour le NH<sub>3</sub>, les COVNM et les PM2.5.

La colonne « Gain PPA à trouver » représente la réduction d'émission en tonnes que doit apporter le scénario PPA PREPA : objectifs nationaux de réduction des émissions atmosphériques						
Polluants	Emissions 2005	Emissions tendancielle 2027	Évolution 2005-2027 tendanciel	Objectif PPA 2027	Gain PPA à trouver	
NH3	350	285	-18%	-11%	0	
COVNM	4813	2289	-52%	-46%	0	
NOx	4372	1519	-65%	-69%	164	
SOx	550	69	-87%	-77%	0	
PM2,5	725	444	-39%	-50%	83	
Plan national biomasse : -50% d'émissions du chauffage domestique au bois entre 2020 et 2030						
Polluants	Emissions 2018 liées au chauffage individuel au bois	Projection émissions 2020	Emissions tendancielle 2027	Projection émissions 2030	Gain PPA à trouver 2027	
PM2,5	396	379	321	296	74	
PM10	405	388	328	302	76	

Tableau 15 - Objectifs de réduction d'émissions (en tonnes) sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Pour les particules fines et les oxydes d'azote, les réductions tendancielle ne permettent pas d'être en phase avec l'atteinte des objectifs sur la zone .

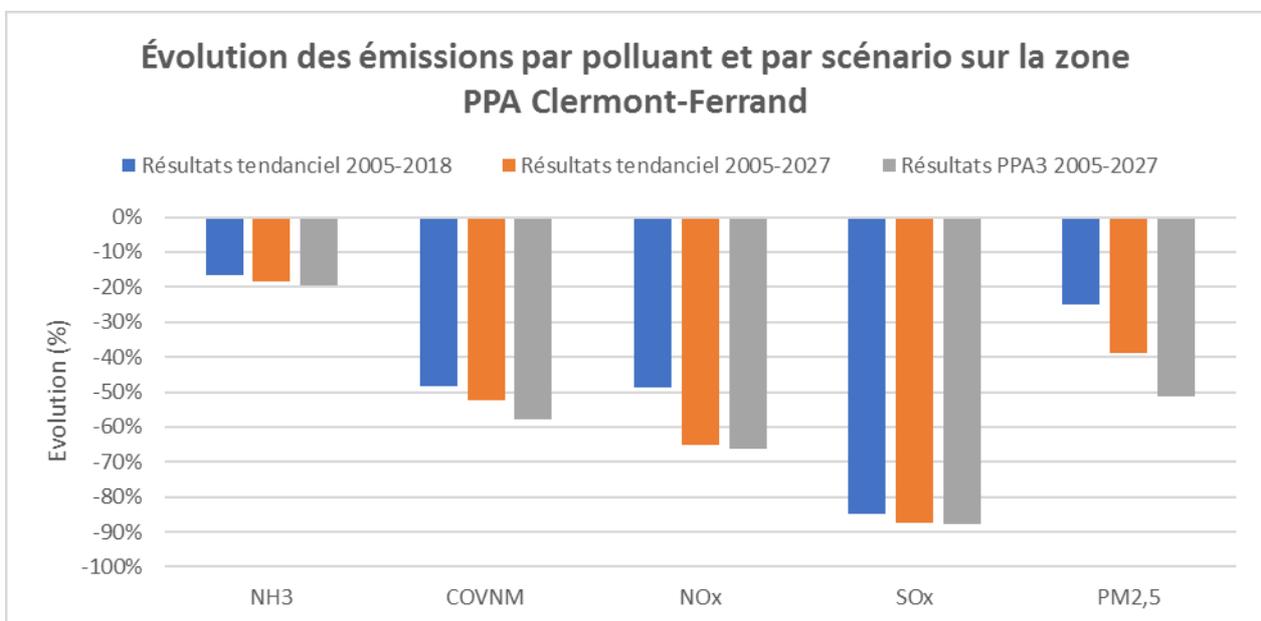


Figure 58 - Évolution des émissions par polluant pour le scénario tendanciel et PPA sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les actions mises en place dans le cadre de la révision du Plan de Protection de l'Atmosphère entraînent des réductions d'émission sur l'ensemble des polluants ciblés par le PREPA et le plan national chauffage au bois.

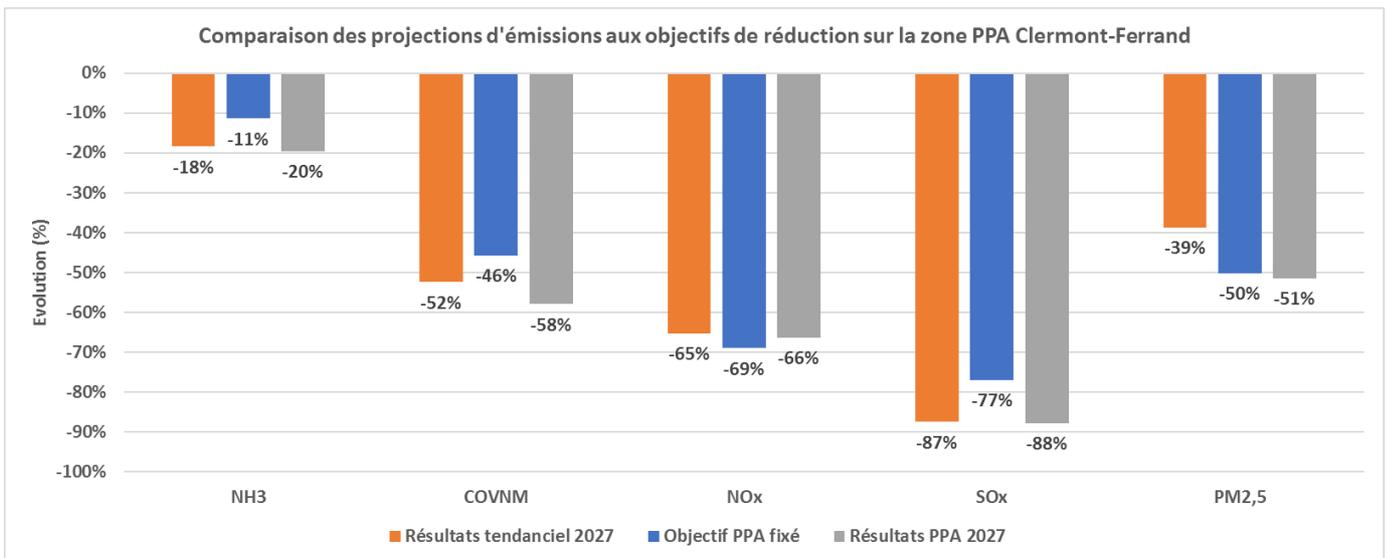


Figure 59 – Vérification de l'atteinte des objectifs sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Il apparaît que pour l'ensemble des polluants les objectifs initiaux sont atteints à l'exception des NOx. Lors du 3ème COPIL il a été décidé de revoir l'objectif pour les émissions en NOx afin d'être dans la trajectoire de diminution des émissions demandée par le PREPA. Ce nouvel objectif est atteint.

Pour chaque polluant, un secteur contribue particulièrement à cette baisse : résidentiel pour les COVNM et les particules, agriculture pour l'ammoniac, transport routier pour les oxydes d'azote ou encore le secteur de l'énergie pour les oxydes de soufre.

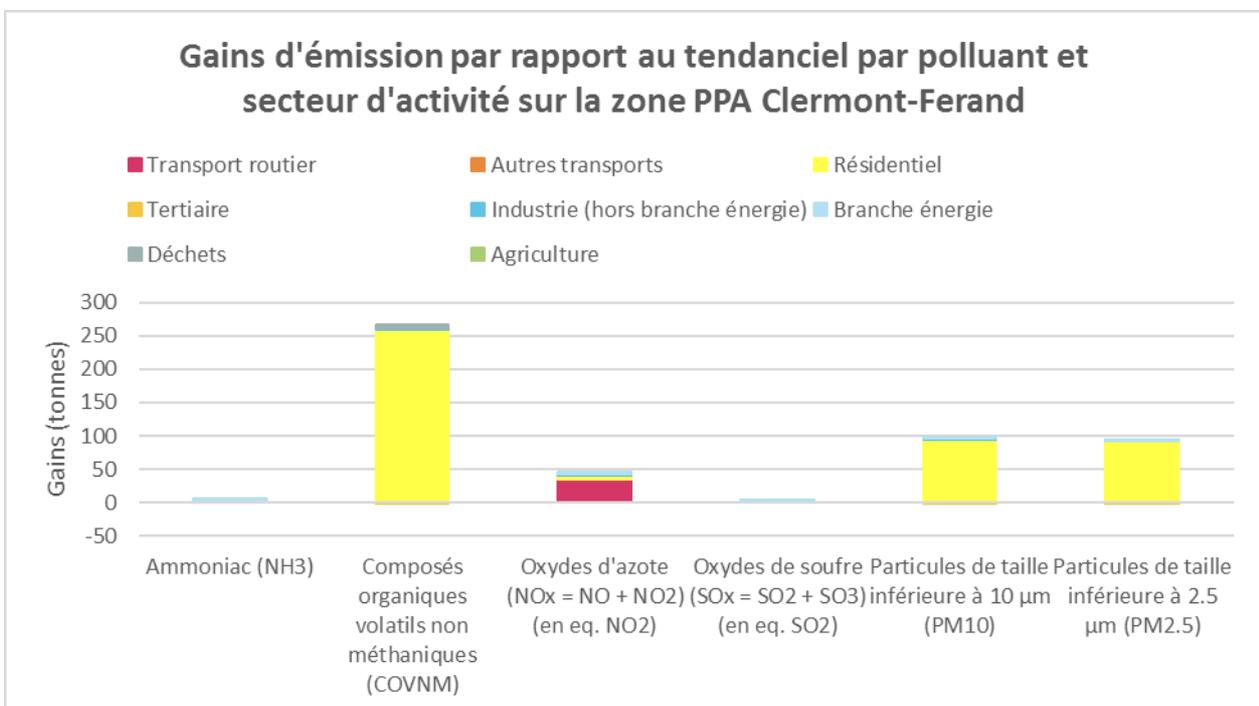


Figure 60 – Réductions d'émission par rapport au tendanciel par polluant et secteur PCAET sur la zone PPA de Clermont-Ferrand

Les actions ne contribuent pas toutes de la même façon aux tonnes économisées sur les différents polluants.

Par exemple, 84% des tonnes économisées de PM2,5 grâce aux actions PPA proviennent des actions autour du parc de chauffage au bois domestique.

Plus généralement, chaque polluant a une ou deux actions phares qui concentrent la majorité des réductions d'émissions..

Pour les COVNM par exemple, plus de 55% des tonnes économisées entre 2018 et 2027 proviennent du scénario PPA. Cette part descend à 5% dans le cas des oxydes d'azote où le scénario tendanciel prévoit déjà des efforts importants, bien qu'insuffisants à eux seuls.

Zone PPA Clermont-Ferrand - Part de la réduction d'émission totale par polluant pour chaque action							
Identifiant de l'action	Libellé	NOx	SOx	PM10	PM2,5	NH3	COVNM
R2	Chauffage au bois	7%	42%	82%	84%	85%	86%
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	ZFE, aménagement du territoire	76%	5%	3%	2%	10%	1%
E1.1	Etablissements IED	10%	32%	0%	0%	2%	3%
R3	Bois labellisé	3%	10%	7%	7%	3%	6%
R1	Rénovation thermique	3%	9%	3%	3%	1%	2%
R5	Brûlage déchets verts	1%	2%	4%	4%	0%	2%
E2	Emissions carrières	0%	0%	1%	0%	0%	0%
E4	Bonnes pratiques chantiers	0%	0%	1%	0%	0%	0%
E3	Réseau de chaleur Saint-Jacques +	1%	0%	0%	0%	0%	0%
E1.2	Baisse VLE combustion	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 16 - Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

### 3.5.3. Résultats pour les oxydes d'azote (NOx)

*Evolution des émissions de NOx selon le scénario PPA Actions 2027*

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	1519
PPA3 2027	1471
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-48</b>
<b>Objectif PPA</b>	<b>-164</b>

Tableau 17 – Comparaison des émissions de NOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les émissions de NOx à horizon 2027 diminuent sensiblement sur le territoire grâce aux actions du PPA3. Néanmoins, les 48 tonnes économisées ne permettent pas d'atteindre l'objectif PPA (qui correspond à l'objectif 2030 du PREPA) qui visait une réduction de 164 tonnes par rapport au tendanciel 2027. Elles permettent toutefois d'être sur la trajectoire pour l'atteindre en 2030.

### Réductions d'émissions de NOx par secteur d'activité sur la zone PPA Clermont-Ferrand

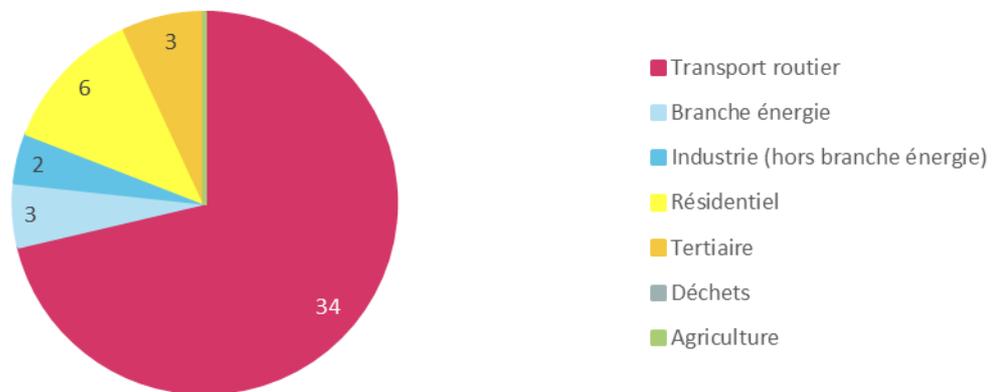


Figure 61 - Réductions d'émission de NOx par secteur d'activité en tonnes sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Le transport routier contribue en majorité à cette baisse (75% du total des gains) suivi par le secteur résidentiel (environ 15%) et le secteur industriel au sens large (avec la branche énergie).

### Top 5 des actions en terme de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Clermont-Ferrand

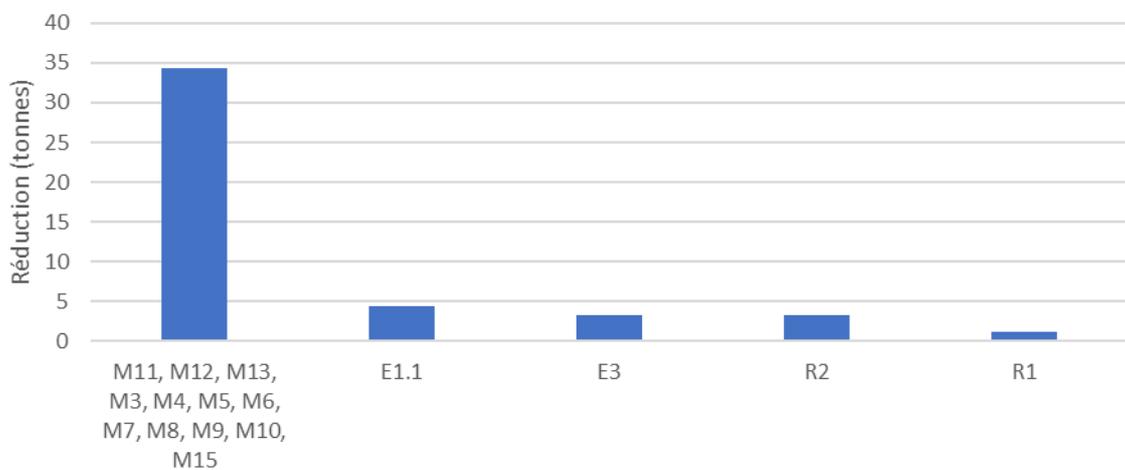


Figure 62 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Transport routier	-34	76%
E1.1	Installations IED	-4	10%
R2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-3	7%
R1	Rénovation thermique	-1	3%
R3	Bois bûche labellisé	-1	3%
E3	Récupération chaleur fatale	-3	1%
R7	Brûlage déchets résidentiel	0	0%
E1.2	Renforcement des VLE	0	0%
E4	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
R6	Brûlage air libre agriculture	0	0%
E2	Limitation des émissions des carrières	0	0%

Tableau 18 - Gains d'émission de NOx par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les tonnes économisées sur le transport routier sont dues en totalité au renforcement de la ZFE et de la prise en compte des autres projets intégrés au PDU du territoire (76% du gain total). D'autres actions contribuent à l'évolution des émissions, notamment la baisse des émissions des installations IED ainsi que le renouvellement du parc d'appareils de chauffage au bois domestique.

*Evolution des concentrations mesurées de NO2 selon le scénario PPA Actions 2027*

	Mesures 2017	Tend 2027	Actions 2027	
Clermont_Royat	12	9	9	
Clermont_Montferrand	21	14	14	> valeur limite
Clermont_Lecoq	22	14	14	> valeur OMS 2021
Clermont_Esplanade	35	19	18	< valeur OMS 2021
Clermont_Chamalieres	32	12	12	
Clermont_A71	36	24	24	
Clermont_Beaulieu	14	12	11	

Tableau 19 : Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération clermontoise

La mise en place des actions PPA permet de réduire d'1 µg/m<sup>3</sup> maximum en plus par rapport à la situation tendancielle, la moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> estimées aux stations de proximité trafic de l'agglomération clermontoise.

Concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA



Figure 63 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> attendues selon le scénario Actions PPA 2027

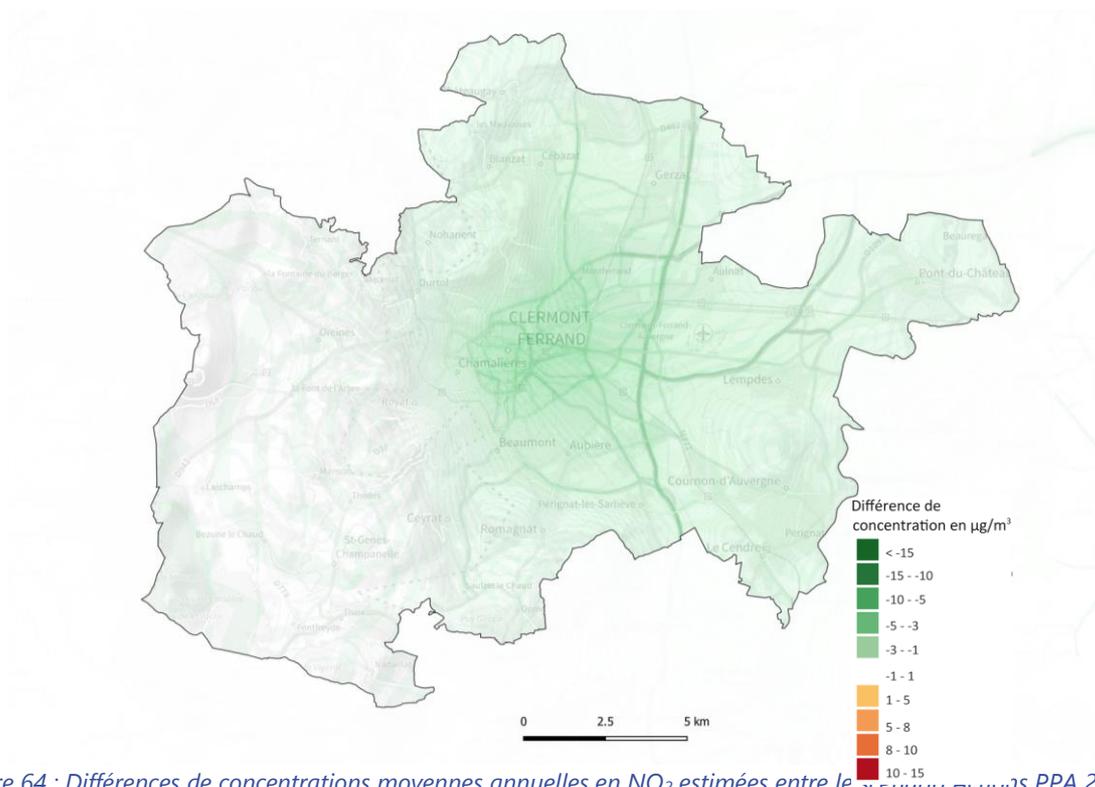


Figure 64 : Différences de concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027

La mise en place des actions du PPA permet de réduire de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  maximum les concentrations de dioxyde d'azote en proximité automobile soit approximativement jusqu'à 7% (par rapport à la situation tendancielle). En situation de fond (éloignée d'influence directe d'axe routier), sur la commune de Clermont-Ferrand, , cette réduction est approximativement égale à -5%.

*Evolution de l'exposition des populations entre le scénario tendanciel 2027 et Actions PPA 2027*

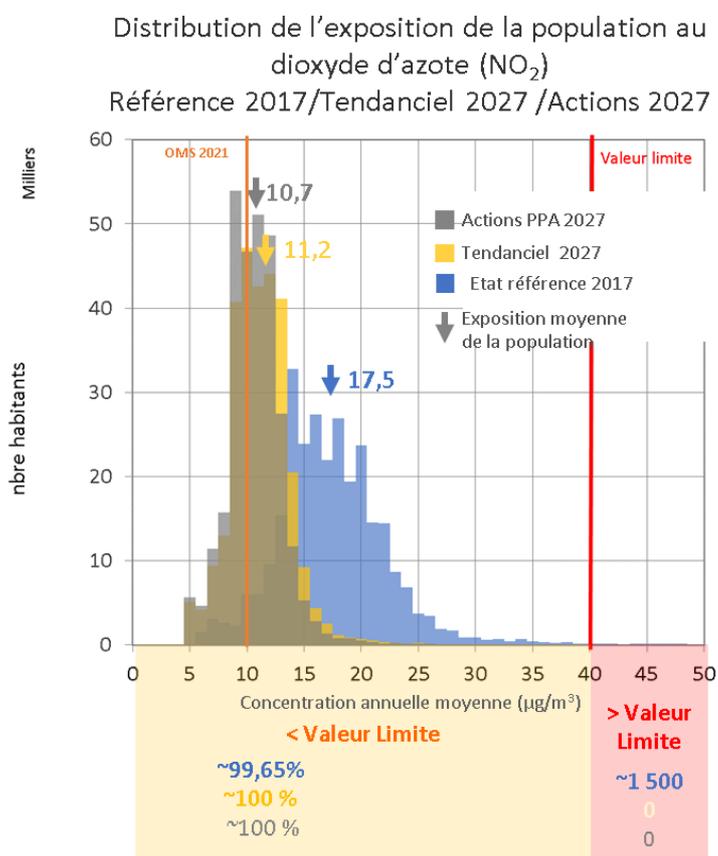


Figure 65 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de  $\text{NO}_2$ . Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de  $\text{NO}_x$  (en particulier celle due au renouvellement des parcs de véhicules) induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA d'environ  $6\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2027.

Les actions du PPA permettront en sus, un gain de  $-0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour atteindre une concentration moyenne d'exposition un peu supérieure à  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondant à la nouvelle valeur moyenne d'exposition recommandée par l'OMS depuis septembre 2021, à savoir  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  contre  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  auparavant (soit une division par 4 de la valeur cible).

En abaissant sa valeur recommandée à  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  fin septembre 2021, l'OMS a également introduit, des seuils intermédiaires à 20, 30 et  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le tableau ci-après illustre la répartition de la population selon ces quatre seuils :

		Seuil intermédiaire OMS 2021			Niveau recommandé OMS 2021
		1 = Valeur limite	2	3	
<b>Tendanciel 2027</b>	NO <sub>2</sub> Moy. Annuelle en µg/m <sup>3</sup>	<b>&gt;40</b>	>30	>20	<b>&gt;10</b>
		<b>0%</b>	0%	0,9%	<b>75%</b>
<b>0 hab</b>		0 hab	100 hab	<b>216 300 hab</b>	
<b>Actions 2027</b>		<b>0%</b>	0%	0,6%	<b>68%</b>
		<b>0 hab</b>	0 hab	<100 hab	<b>198 400 hab</b>

La mise en place des actions du PPA, permet de réduire d'approximativement 20 000, le nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur guide recommandée par l'OMS en 2021.

### 3.5.4. Les particules PM2,5

*Evolution des émissions à l'horizon 2027*

Emissions périmètre PCAET (tonnes)	
Scénario	PM2,5
Tendanciel 2027	444
PPA3 2027	352
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-92</b>
<b>Objectif PPA</b>	<b>-83</b>

Tableau 20 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Emissions chauffage au bois domestique (tonnes)	
Scénario	PM2,5
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-86</b>
<b>Objectif PPA</b>	<b>-74</b>

Tableau 21 - Réductions d'émission de particules du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les émissions de PM2,5 diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). Les 92 tonnes économisées permettent d'atteindre l'objectif fixé par le PPA en 2027 (-83 tonnes par rapport au tendanciel 2027). La réduction suffit également à diminuer de 35% les émissions de particules du chauffage au bois domestique entre 2020 et 2027 (objectif de -74 tonnes).

### Réductions d'émissions de PM2,5 par secteur d'activité sur la zone PPA Clermont-Ferrand

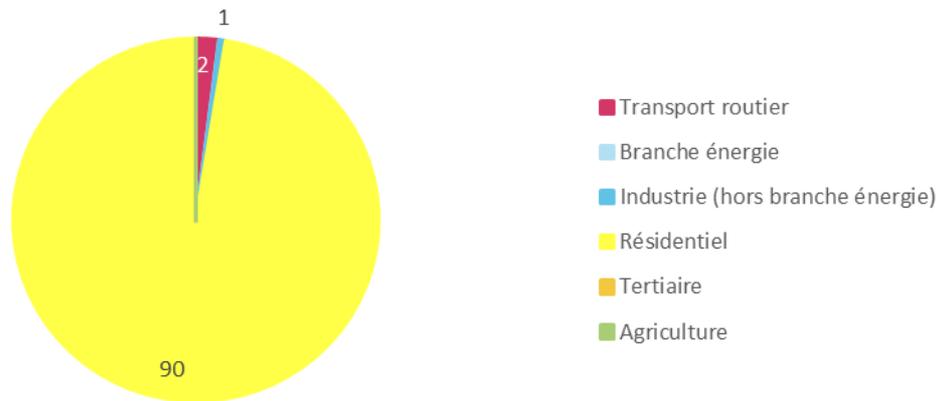


Figure 66 - Réductions d'émission de PM2,5 par secteur PCAET sur la zone PPA Clermont-Ferrand

### Top 5 des actions en terme de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

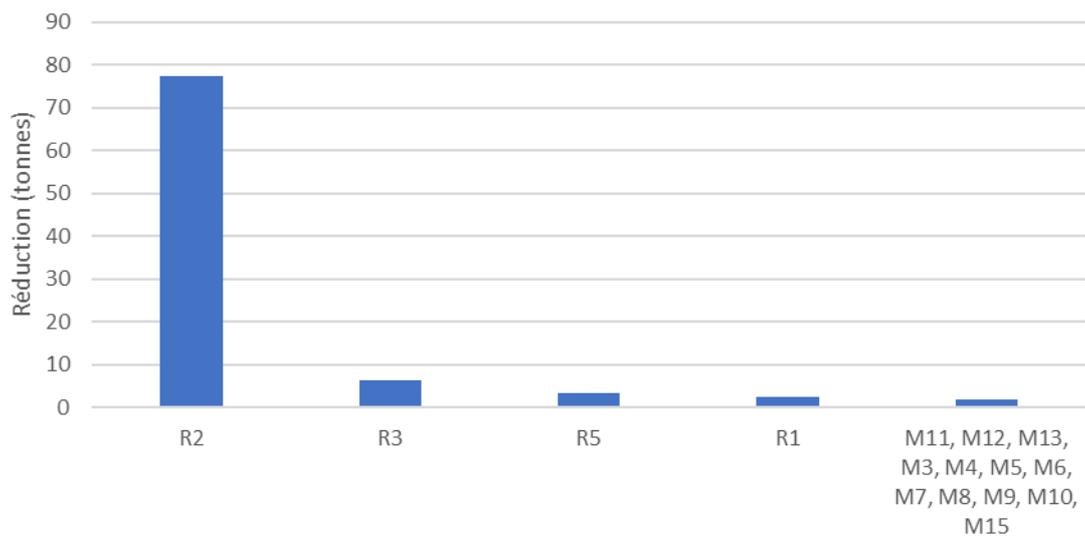


Figure 67 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
R2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-77	84%
R3	Bois bûche labellisé	-6	7%
R5	Brûlage déchets résidentiel	-3	4%
R1	Rénovation thermique	-2	3%
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Transport routier	-2	2%
E4	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
E2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
E1.2	Renforcement des VLE	0	0%
E1.1	Installations IED	0	0%
E3	Récupération chaleur fatale	0	0%

Tableau 22 – Réductions d'émission de PM2,5 par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Le secteur résidentiel contribue en majorité à cette baisse (98% du total des gains). Les tonnes économisées proviennent pour près de 85% des actions autour du parc d'appareil de chauffage au bois. La labellisation du bois bûche arrive en deuxième position avec un peu plus de 5% du gain total.

#### Evolution des concentrations mesurées de PM2.5 selon le scénario PPA Actions 2027

PM2.5	Mesures 2017	2027 Tendanciel	2027 Actions
Clermont_Royat		9	8
Clermont_Montferrand	11	10	9
Clermont_Lecoq		10	9
Clermont_Esplanade	12	11	10
Clermont_Chamalieres		10	9
Clermont_A71		12	11
Clermont_Beaulieu		9	9
Clermont_Michelin		11	10

> Valeur OMS 2005/2021 seuil 4 ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
> valeur OMS 2021 ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Tableau 23 : Concentrations moyennes annuelles en PM2.5 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération clermontoise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la moyenne annuelle de PM2.5 estimées aux stations de proximité trafic comme sur les stations de fond de l'agglomération clermontoise.

#### Concentrations moyennes annuelles de PM2.5 selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA

Les PM2,5 demeurent un polluant particulièrement préoccupant en matière d'impact sanitaire.

Aussi, la valeur recommandée par l'OMS (seuil intermédiaire 4) de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour ces particules fines

constitue une cible à atteindre à terme sur le territoire. Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations modélisées à l'horizon 2027 selon le scénario Actions PPA en PM2,5, la différence calculée par rapport au scénario tendanciel 2027, ainsi que le rapport entre ces 2 mêmes scénarios.

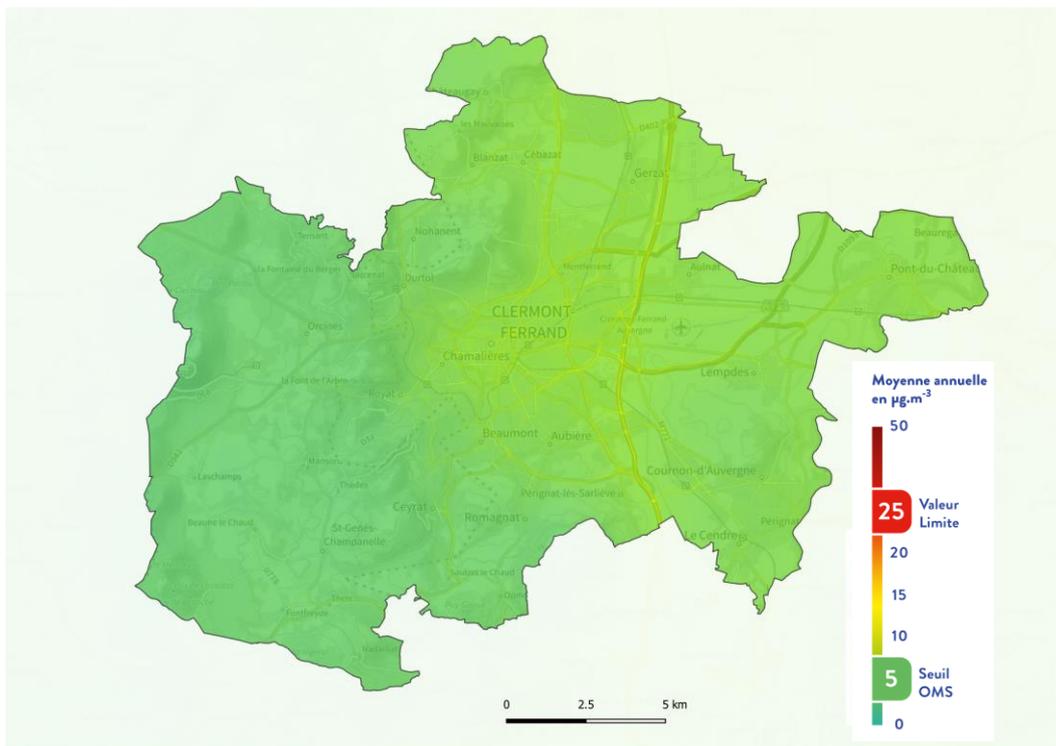


Figure 68 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM2.5 attendues selon le scénario Actions PPA 2027

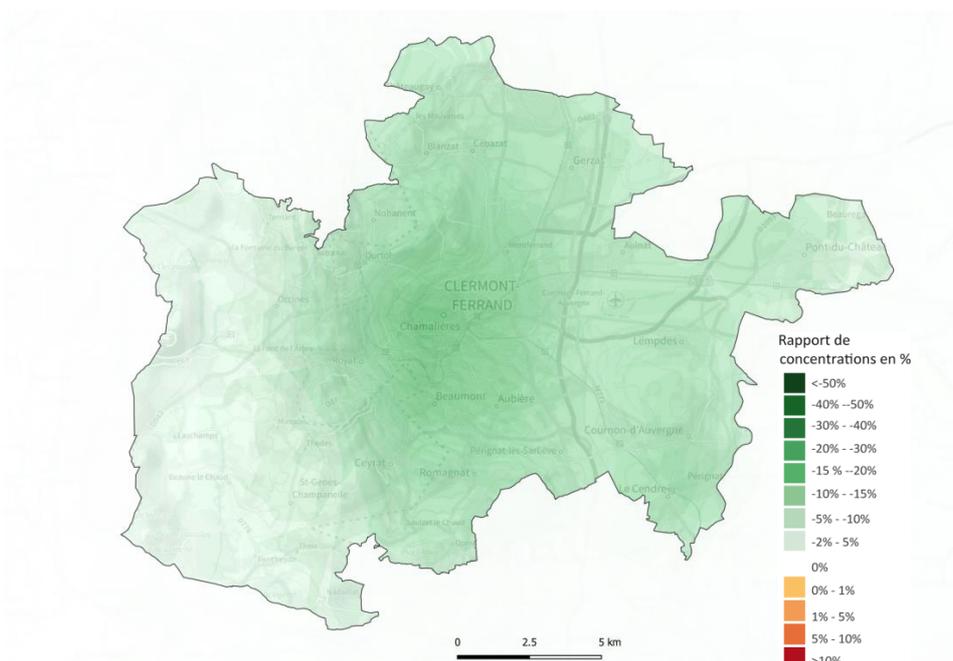


Figure 69 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027

Ces cartes montrent des niveaux de concentrations moyennes annuelles en particules PM2.5 relativement homogènes sur le territoire variant entre 15 µg/m<sup>3</sup> en proximité trafic, 10 µg/m<sup>3</sup> dans les secteurs les plus urbains et 8 µg/m<sup>3</sup> ou un peu moins en zone plus rurale. La valeur limite réglementaire française (25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) est respectée partout.

La carte comparative du scénario tendanciel et du scénario PPA montre que l'impact des mesures est surtout visible au cœur de la métropole clermontoise. En effet les mesures prises en faveur de l'amélioration sur les systèmes de chauffage apparaissent plus importantes là où l'habitat est le plus dense. Les gains atteignent -1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  environ en moyenne annuelle, soit de -9 à -13%.

*Evolution de l'exposition des populations entre le scénario tendanciel 2027 et Actions PPA 2027*

Distribution de l'exposition de la population aux particules PM2,5 Référence 2017/Tendanciel 2027 / Actions 2027

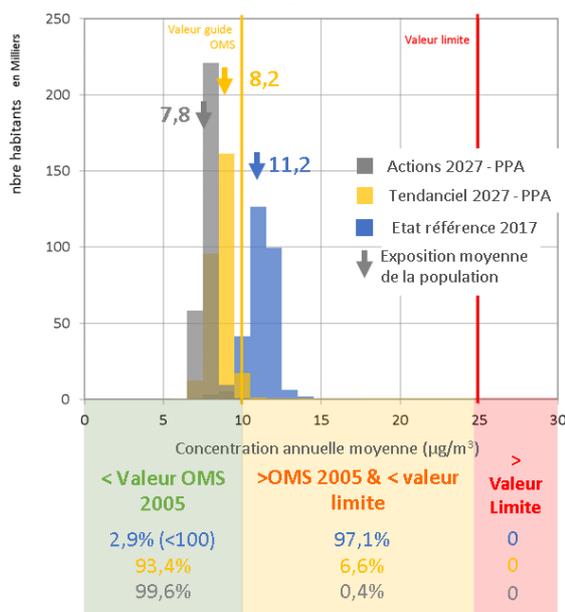


Figure 70 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM2.5 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de particules PM2.5. Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de particules PM2.5 induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA de 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2027. Les actions du PPA permettront en sus, un gain de 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour atteindre une concentration moyenne d'exposition en dessous du 4ème seuil intermédiaire de l'OMS à 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ancien seuil OMS 2005)

Le nouveau seuil de référence recommandé par l'OMS en 2021, fixé à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle paraît cependant inatteignable à court terme. A ce jour, ce seuil est dépassé sur l'intégralité des sites de mesures de la région, y compris au niveau de station de fond rural exposée à une pollution anthropique minimale.

Là encore, l'OMS a introduit en septembre 2021 quatre seuils intermédiaires à 10, 15, 25 et 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en concentration moyenne annuelle. Le tableau ci-après illustre la répartition de la population du territoire couvert par le PPA3 selon ces quatre seuils :

		Seuil intermédiaire OMS 2021				Niveau recommandé OMS 2021	Valeur limite
		1	2	3	4 = OMS 2005		
Tendanciel 2027	PM2.5 Moy. Annuelle en µg/m3	>35	>25	>15	>10	>5	>25
		0%	0%	0%	6,6%	100%	0%
0 hab		0 hab	0 hab	19 100 hab	289 800 hab	0 hab	
0%		0%	0%	0,4%	100%	0%	
0 hab		0 hab	0 hab	1 100 hab	289 800 hab	0 hab	

Ce tableau confirme que selon le scénario Actions PPA 2027, le 3<sup>ème</sup> seuil intermédiaire fixé par l'OMS en 2021 à 15 µg/m<sup>3</sup> est respecté pour la totalité de la population. La mise en œuvre des actions du PPA à l'horizon 2027 permettrait également de réduire de 18 000, le nombre d'habitants soumis à des niveaux supérieurs au 4<sup>ème</sup> palier intermédiaire de l'OMS. Par contre, le nouveau seuil recommandé par l'OMS<sub>2021</sub> de référence à 5 µg/m<sup>3</sup> est dépassé en tout point du territoire du PPA3.

### 3.5.5. Particules PM10

*Evolution des émissions à l'horizon 2027*

Emissions périmètre PCAET (tonnes)	
Scénario	PM10
Tendanciel 2027	541
PPA3 2027	444
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-97</b>
<b>Objectif</b>	<b>NA</b>

Tableau 24 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PAA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Emissions chauffage au bois domestique (tonnes)	
Scénario	PM10
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-88</b>
<b>Objectif 2027</b>	<b>-76</b>

Tableau 25 - Réductions d'émission de particules du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les émissions de PM10 diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3. La réduction suffit à diminuer de 35% les émissions de particules du chauffage au bois domestique entre 2020 et 2027 (objectifs de -76 tonnes).

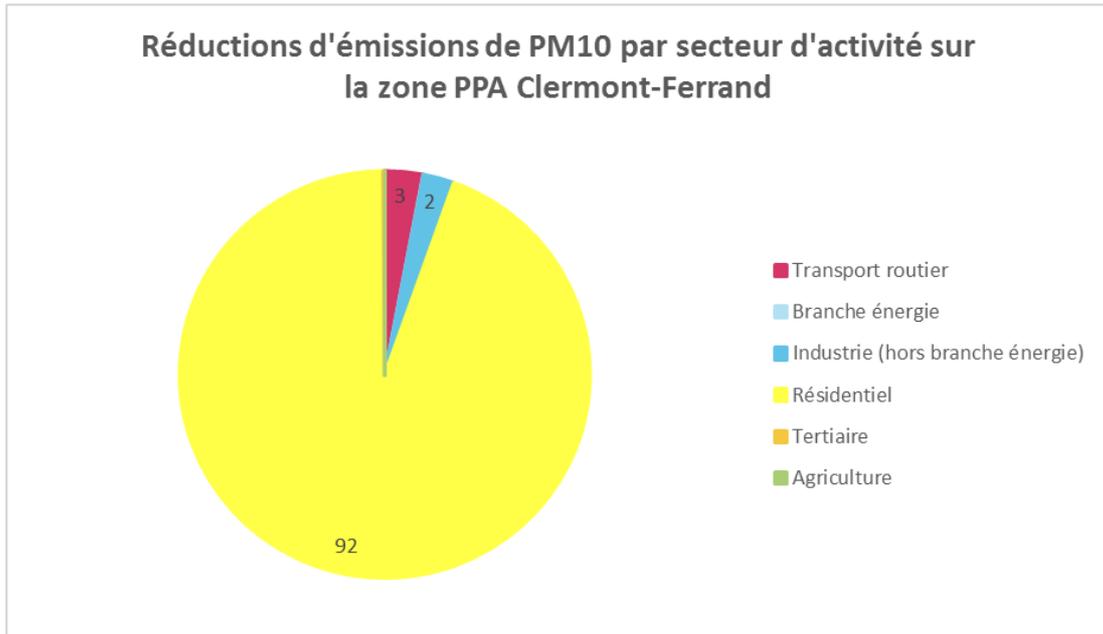


Figure 71 - Réductions d'émission de PM10 par secteur PCAET sur la zone PPA Clermont-Ferrand

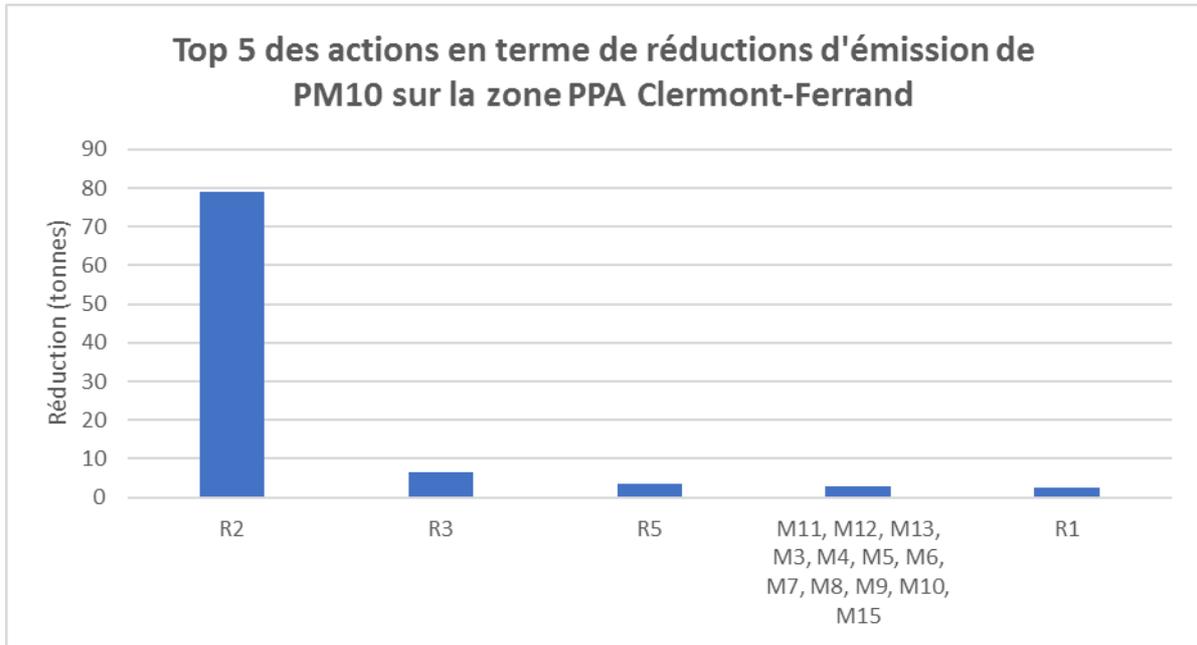


Figure 72 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
R2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-79	82%
R3	Bois bûche labellisé	-7	7%
R5	Brûlage déchets résidentiel	-3	4%
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Transport routier	-3	3%
R1	Rénovation thermique	-3	3%
E2	Limitation des émissions des carrières	-1	1%
E4	Bonnes pratiques sur les chantiers	-1	1%
E1.1	Installations IED	0	0%
E1.2	Renforcement des VLE	0	0%
E3	Récupération chaleur fatale	0	0%

Tableau 26 – Réductions d'émission de PM10 par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Le secteur résidentiel contribue en majorité à la baisse des PM10 (92% du total des gains). Les tonnes économisées proviennent pour plus de 80% des actions autour du parc d'appareil de chauffage au bois (cf. Tableau et Figure ci-dessus). La labellisation du bois bûche arrive en deuxième position avec un peu plus de 5% du gain total.

Evolution des concentrations mesurées de PM10 selon le scénario PPA Actions 2027

PM10	Mesures 2017	2027 Tendanciel	2027 Actions
Clermont Royat		12	11
Clermont Montferrand	15	14	12
Clermont Lecoq	15	14	12
Clermont Esplanade	18	15	13
Clermont Chamalieres	15	13	12
Clermont_A71	17	17	15
Clermont Beaulieu	15	13	12

> valeur limite (40 µg/m<sup>3</sup>)  
> valeur OMS 2021 seuil 3 (30µg/m<sup>3</sup>)  
> Valeur OMS 2005/2021 seuil 4 (20 µg/m<sup>3</sup>)  
> valeur OMS 2021 (15µg/m<sup>3</sup>)  
< valeur OMS 2021

Tableau 27 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération clermontoise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire d'environ  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la moyenne annuelle de PM10 estimée aux stations de proximité trafic de l'agglomération clermontoise, et de  $1$  à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la moyenne annuelle de PM10 estimée sur les stations de fond.

*Concentrations moyennes annuelles de PM10 selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA*

Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations modélisées à l'horizon 2027 selon le scénario Actions PPA en PM10, la différence calculée par rapport au scénario tendanciel 2027 ainsi que le rapport entre ces 2 mêmes scénarios.

Les tendances sont similaires à celles des particules PM2.5. Ces cartes montrent que les concentrations moyennes annuelles en PM10 s'inscrivent globalement entre  $10$  et  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le territoire en situation de fond, avec des concentrations plus élevées en proximité immédiate des axes routiers importants.

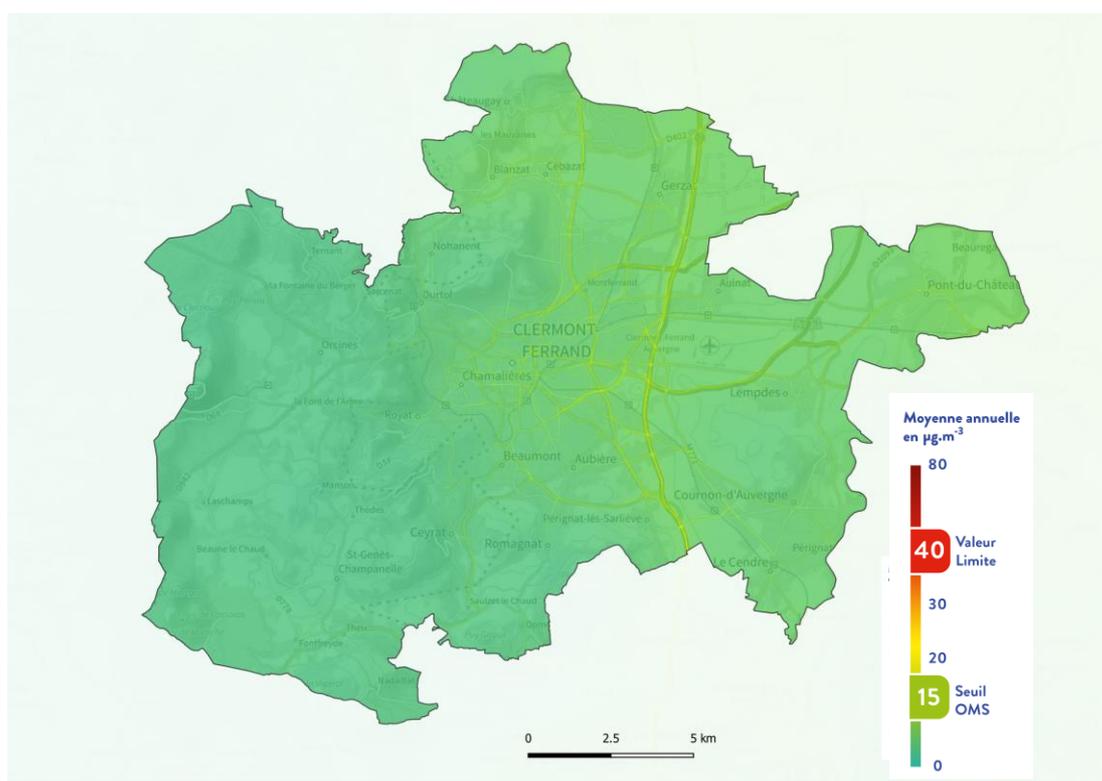


Figure 73 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario Actions PPA 2027

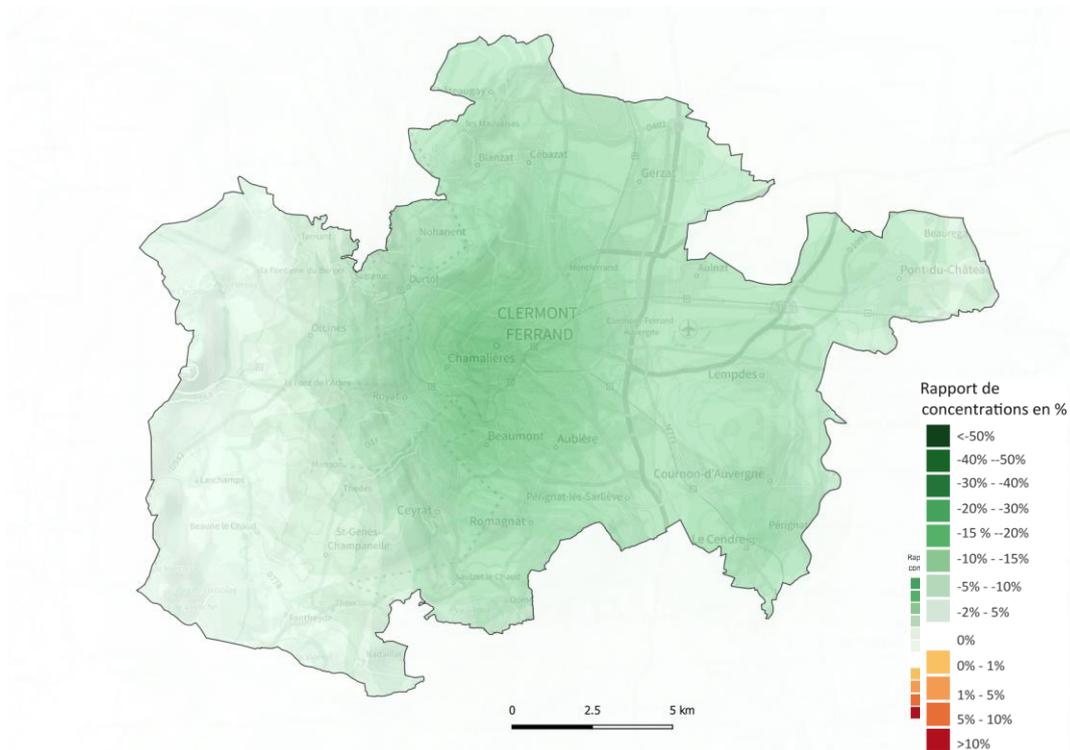


Figure 74 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027

Les cartes comparatives (différence et rapport) du scénario tendanciel et du scénario PPA montre un impact favorable mais limité (-10 à -15%) des mesures sur la zone la plus urbanisée du territoire. La valeur limite réglementaire de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle est respectée partout.

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario tendanciel 2027 et Actions PPA 2027

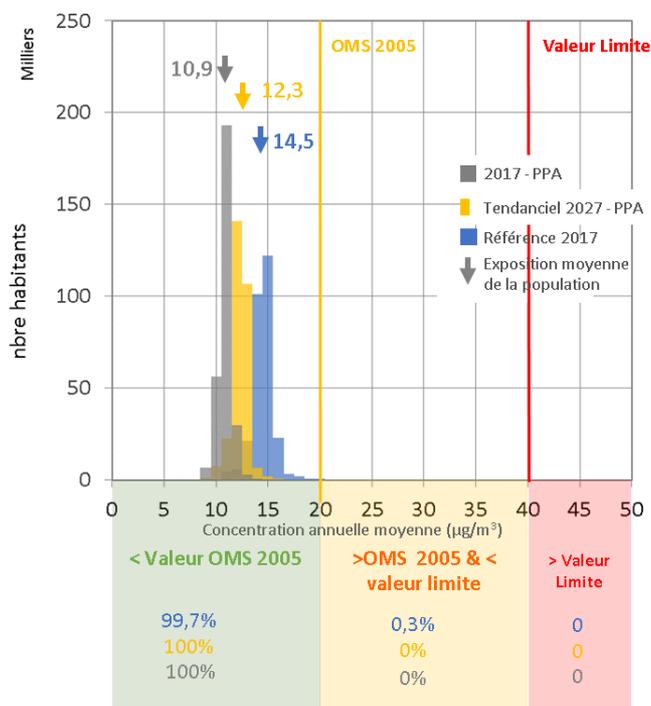


Figure 75 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de particules PM10. Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de particules PM10 induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA d'environ 2 µg/m<sup>3</sup> en 2027 et permet d'atteindre une exposition moyenne globale des habitants du PPA inférieure à la valeur guide fixée par l'OMS en 2005 à 20µg/m<sup>3</sup>.

Les actions du PPA permettront un gain supplémentaire de 1.5 µg/m<sup>3</sup>

Là encore, l'OMS a introduit en septembre 2021 quatre seuils intermédiaires à 20, 30, 50 et 70 µg/m<sup>3</sup> en concentration moyenne annuelle. Le tableau ci-après illustre la répartition de la population du territoire couvert par le PPA3 selon ces quatre seuils. Aucun habitant n'est exposé au-dessus des 3 premiers seuils selon le scénario tendanciel comme le scénario Actions PPA 2027 :

		Seuil intermédiaire OMS 2021				Niveau recommandé OMS 2021	Valeur limite
		1	2	3	4 = OMS 2005		
Tendanciel 2027	PM10 Moy. Annuelle en µg/m <sup>3</sup>	>70	>50	>30	>20	>15	>40
		0%	0%	0%	<0,01%	0,9%	0%
Actions 2027	PM10 Moy. Annuelle en µg/m <sup>3</sup>	0 hab	0 hab	0 hab	<50 hab	2 700 hab	<b>0 hab</b>
		0%	0%	0%	~0%	0,1%	0%
		0 hab	0 hab	0 hab	<50 hab	400 hab	<b>0 hab</b>

Le 4<sup>ème</sup> seuil intermédiaire prévu par les valeurs OMS<sub>2021</sub> correspond à l'ancienne valeur OMS<sub>2005</sub>. Grâce aux évolutions tendancielles, ce seuil serait respecté pour la quasi-totalité de la population du PPA3 à l'horizon 2027. La mise en place des actions du PPA permettrait de réduire d'environ 2 300 le nombre d'habitants exposés au-dessus de la nouvelle valeur recommandée à 15 µg/m<sup>3</sup> pour ramener à moins de 500 le nombre de personnes encore exposées au-dessus de ce seuil.

### 3.5.6. L'ozone

#### *Evolution des concentrations d'ozone selon le scénario PPA Actions 2027*

L'ozone constitue un polluant secondaire complexe dont la modélisation des concentrations est très délicate. Ce polluant n'est pas directement émis dans l'atmosphère mais résulte de transformations chimiques d'autres polluants tels que les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils précurseurs de l'ozone. Ainsi, les mécanismes de formation et de destruction de ce polluant sont régis par les niveaux relatifs de concentration de COVNM et de NOx, ainsi que par les mouvements des masses d'air et les conditions d'ensoleillement et de chaleur. Il est donc d'autant plus complexe de prévoir ces réactions chimiques à l'horizon 2027 avec l'évolution du climat.

Par ailleurs, il s'agit d'un polluant régional, voire national dont les masses d'air peuvent parcourir de grandes distances et pour lequel les actions doivent être mises en œuvre sur de très larges territoires.

En effet, une baisse locale des émissions de précurseurs d'ozone ne signifie pas obligatoirement une baisse des concentrations d'ozone, et dans tous les cas pas une baisse proportionnelle (phénomène non linéaire), le rapport entre les émissions de ces différents polluants ayant un effet non négligeable sur les concentrations.

Aucun secteur d'activité ayant un impact direct positif et important sur les concentrations d'ozone n'a été identifié.

Compte tenu de ces éléments, les modélisations réalisées, bien que faisant l'objet de perpétuelles améliorations doivent être considérées avec une grande prudence concernant ce polluant. Ainsi, la modélisation tendancielle, basée sur une baisse des émissions et concentrations des polluants précurseurs de l'ozone, à climat constant, avait abouti à identifier un risque (contre-intuitif) de hausse des concentrations d'ozone.

Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations moyennes annuelles modélisées à l'horizon 2027 selon le scénario Actions PPA en ozone et la différence calculée par rapport au scénario tendanciel 2027.

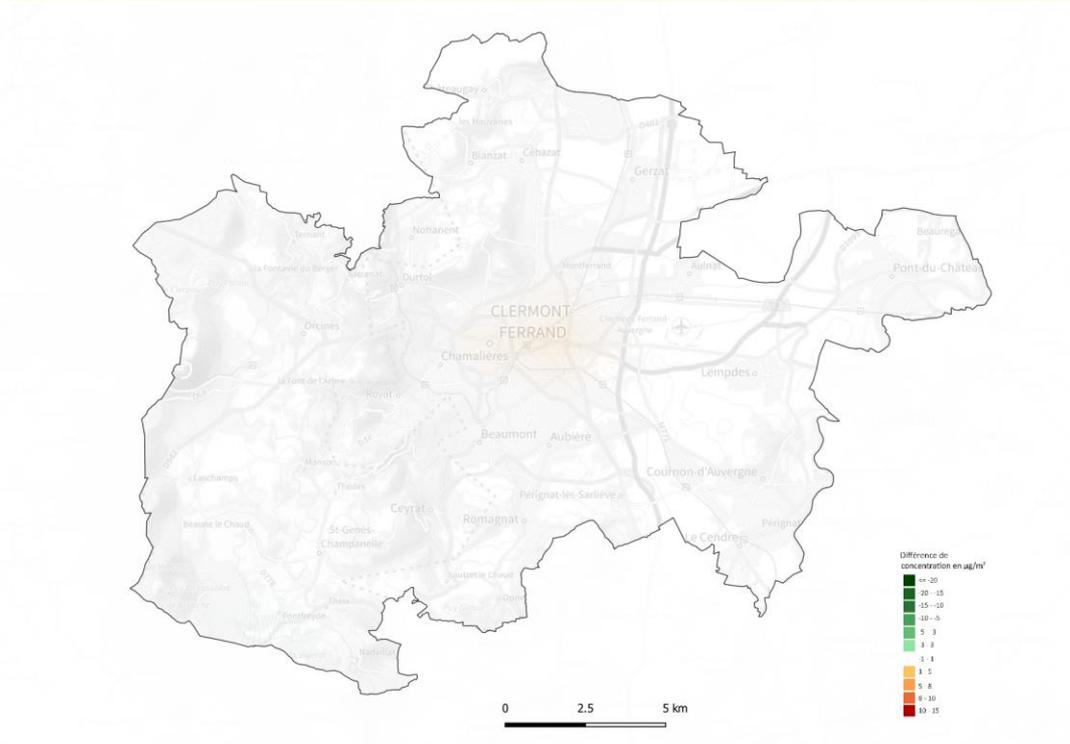
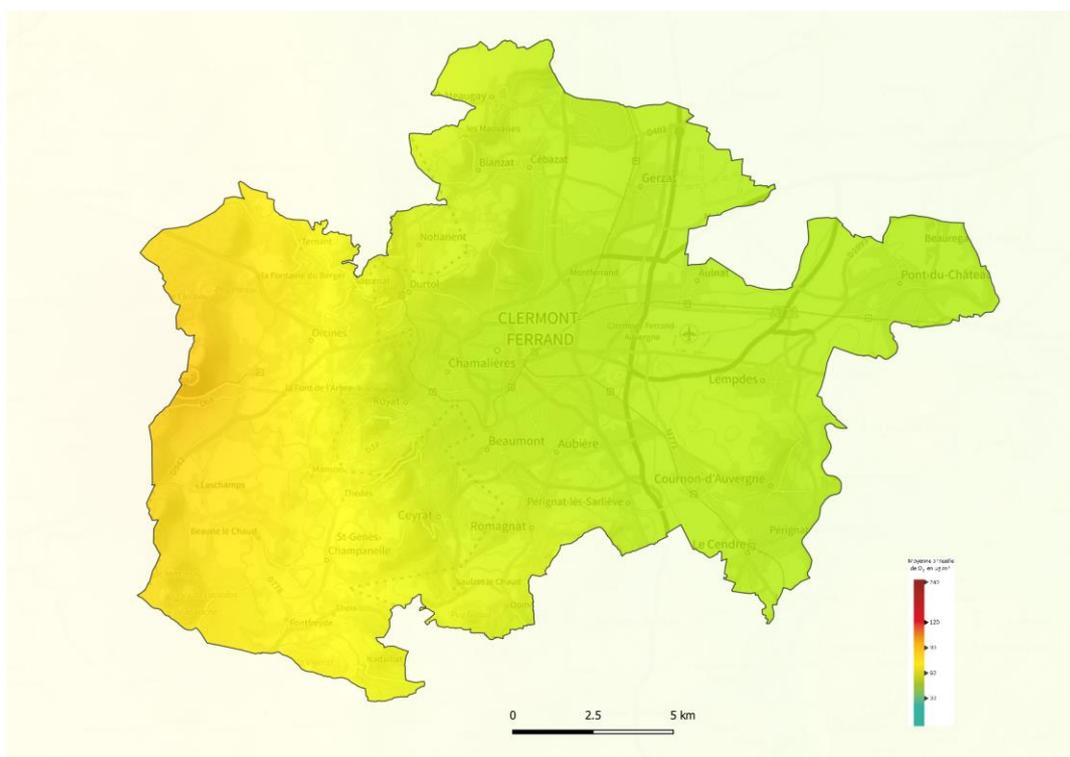


Figure 76 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en ozone attendues selon le scénario Actions PPA 2027 (à gauche)/ Différences de concentration moyennes annuelles d'ozone estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027 (à droite)

Les niveaux moyens d'ozone sont assez homogènes sur la partie hors relief de l'agglomération avec des niveaux compris entre 55 et 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sur la partie montagneuse (ouest de l'agglomération), les niveaux d'ozone atteignent 85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La carte de différence du scénario tendanciel et du scénario PPA ne montre quasiment aucune variation de concentration (environ  $-1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### 3.5.7. Oxydes de soufre (SOx)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	69
PPA3 2027	67
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-2</b>
<b>Objectif PPA</b>	<b>Atteint</b>

Tableau 28 - Comparaison des émissions de SOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les enjeux autour des émissions de SOx sont faibles en effet le scénario tendanciel permet déjà une réduction de près de 85% des émissions entre 2005 et 2018, au-delà de l'objectif fixé par le PREPA pour 2030 en France.

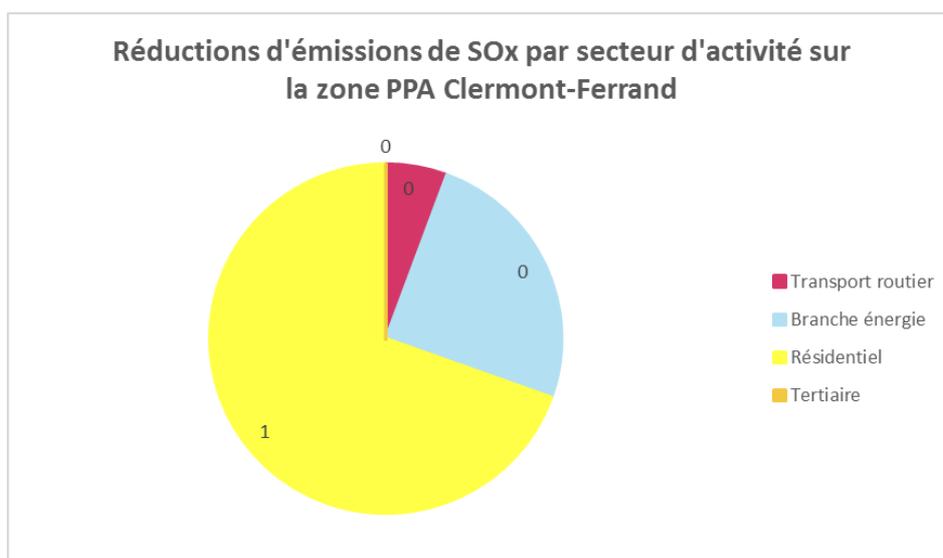


Figure 77 - Réductions d'émission de SOx par secteur d'activité en tonnessur la zone PPA Clermont-Ferrand

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
R2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-1	42%
E1.1	Installations IED	-1	32%
R3	Bois bûche labellisé	0	10%
R1	Rénovation thermique	0	9%
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Transport routier	0	5%
R5	Brûlage déchets résidentiel	0	2%
E1.2	Renforcement des VLE	0	0%
E2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
E4	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
E3	Récupération chaleur fatale	0	0%

Tableau 29 - Réductions d'émission de SOx par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

### 3.5.8. Composés organiques volatils (COVNM)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	2289
PPA3 2027	2023
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-267</b>
<b>Objectif 2027</b>	<b>Atteint</b>

Tableau 30 - Comparaison des émissions de COVNM entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les émissions de COVNM diminuent de façon significative sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). A noter que le tendanciel permet déjà d'atteindre l'objectif PREPA 2030 fixé pour ce polluant.

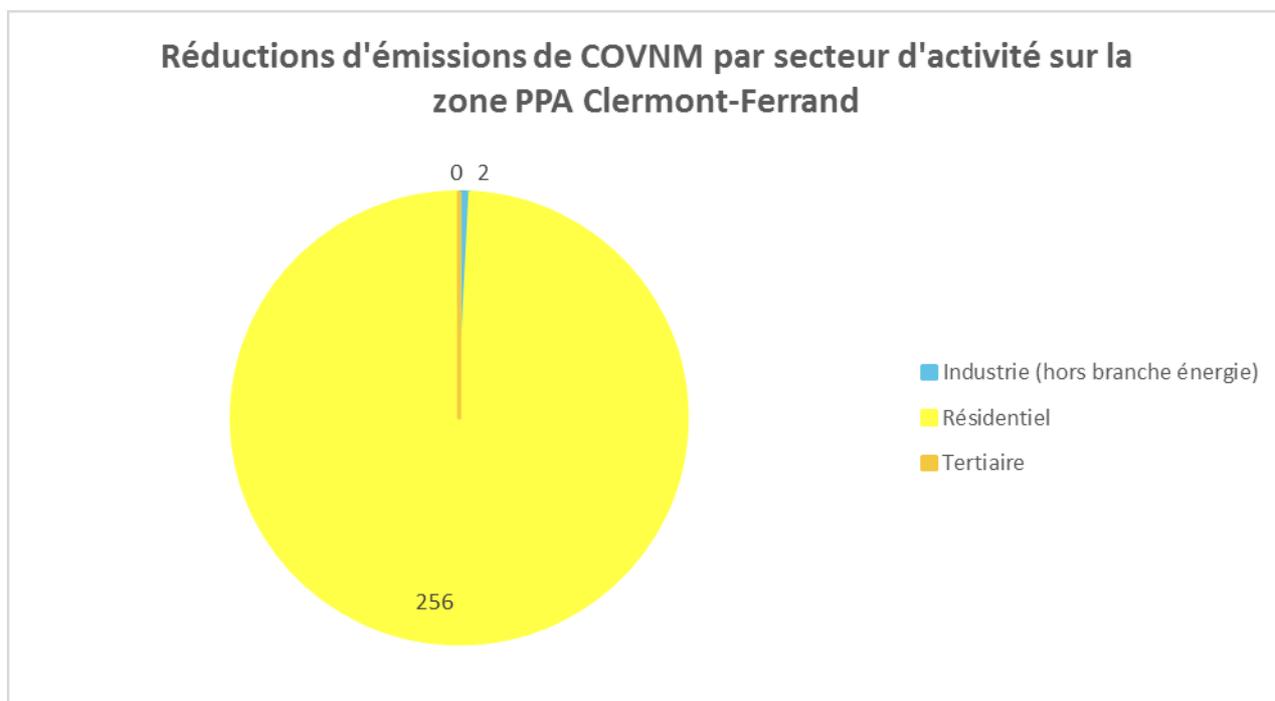


Figure 78 - Réductions d'émission de COVNM par secteur d'activité sur la zone PPA Clermont-Ferrand

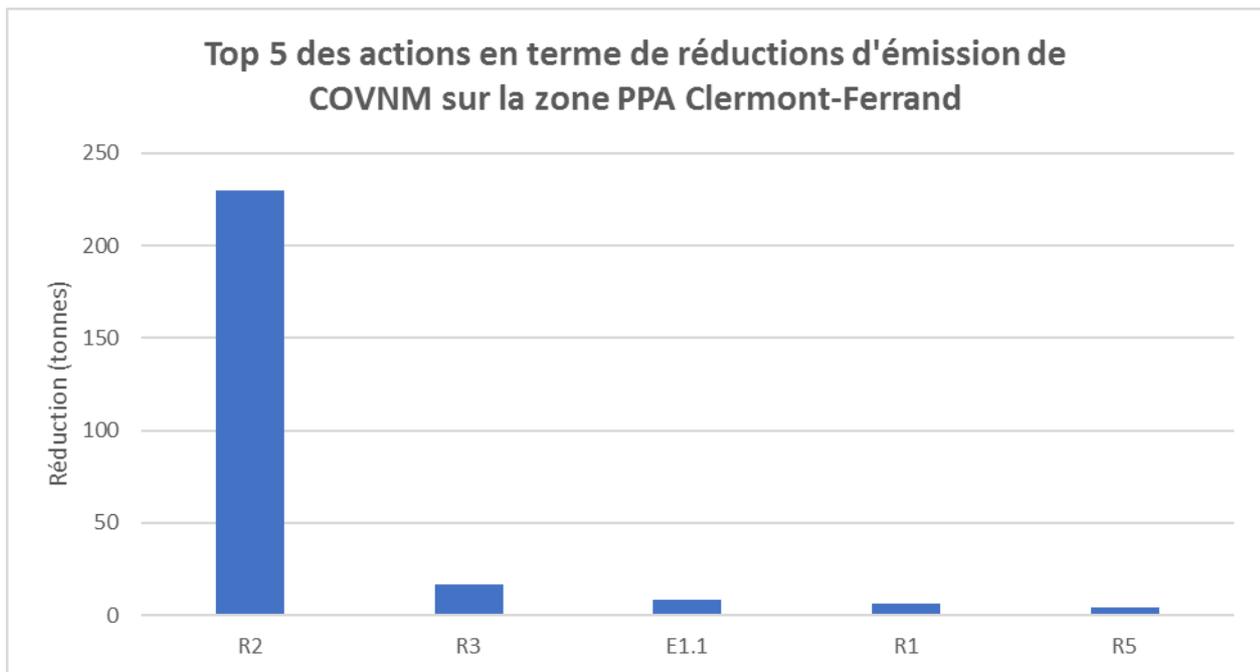


Figure 79 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de COVNM sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
R2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-230	86%
R3	Bois bûche labellisé	-16	6%
E1.1	Installations IED	-8	3%
R1	Rénovation thermique	-6	2%
R5	Brûlage déchets résidentiel	-4	2%
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Transport routier	-2	1%
E1.2	Renforcement des VLE	0	0%
E4	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
E2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
E3	Récupération chaleur fatale	0	0%

Tableau 31 - Réductions d'émission de COVNM par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Le secteur résidentiel concentre près de 95% des réductions d'émission du scénario PPA . Au sein de ce secteur, les actions autour du parc d'appareils de chauffage domestique au bois ainsi que la labellisation du bois bûche représentent plus de 90% du gain total.

### 3.5.9. Ammoniac (NH3)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	285
PPA3 2027	281
<b>Réduction d'émission</b>	<b>-4</b>
<b>Objectif</b>	<b>Atteint</b>

Tableau 32 - Comparaison des émissions de NH3 entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Les émissions de NH3 à horizon 2027 diminuent faiblement sur le territoire grâce aux actions du PPA3. En effet alors que le secteur agricole constitue l'émetteur majoritaire d'ammoniac, aucun engagement quantitatif n'a été pris par la profession .

A noter que le scénario tendanciel permet déjà d'atteindre les objectifs 2030 du PREPA dès 2027 sur le territoire.

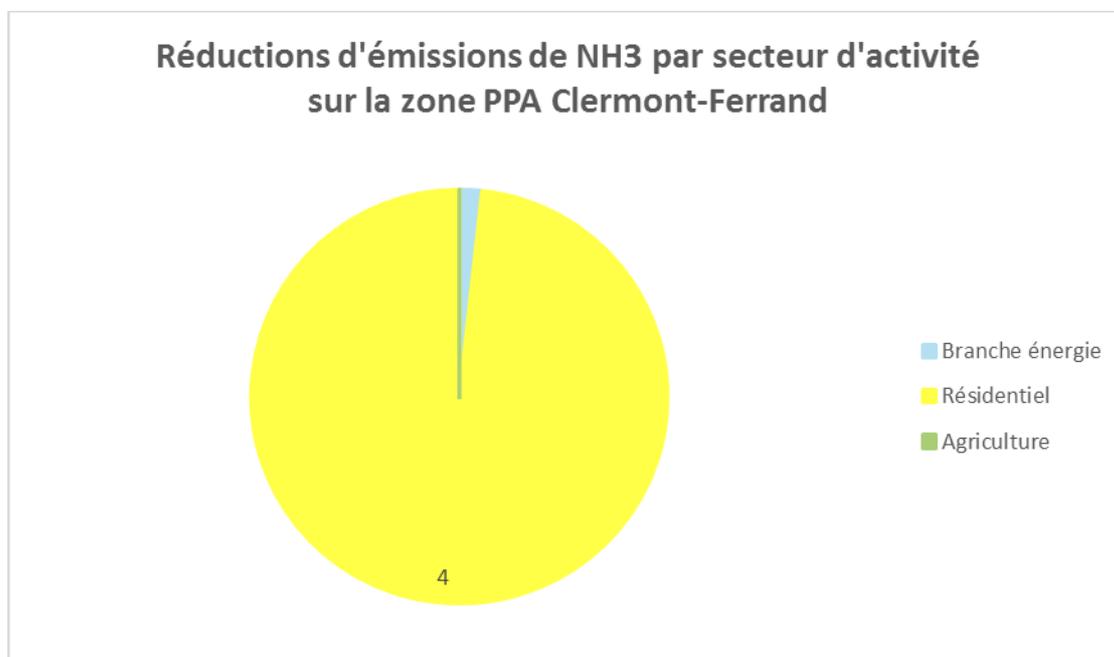


Figure 80 - Réductions d'émission de NH3 par secteur d'activité sur la zone PPA Clermont-Ferrand

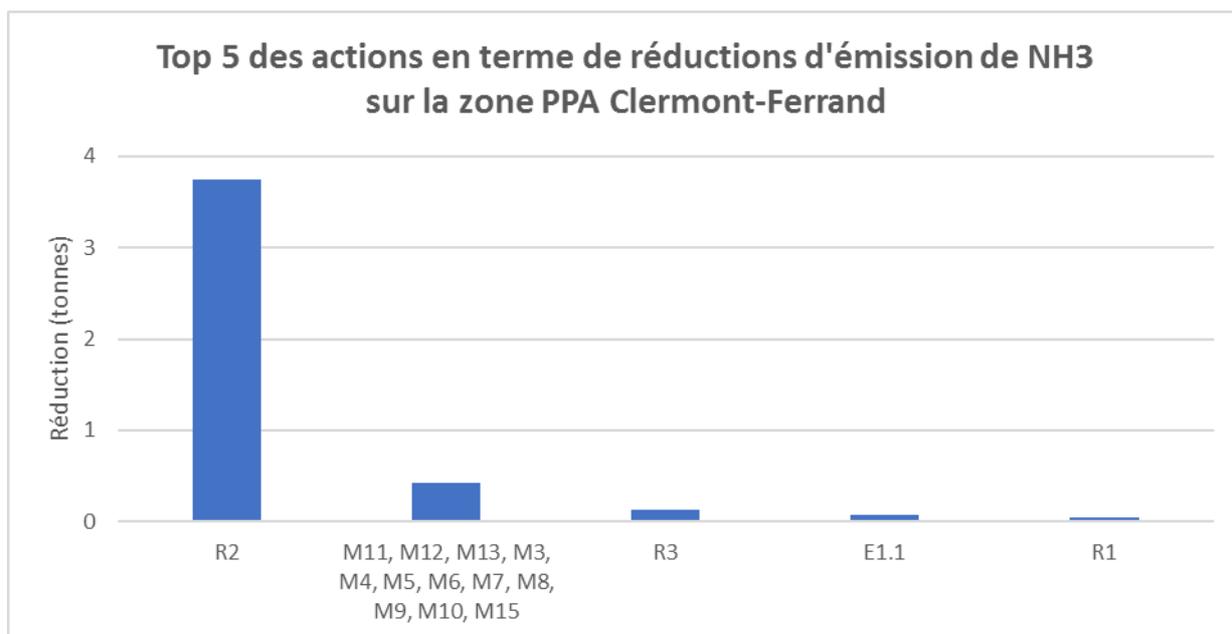


Figure 81 - Top 5 des actions en termes de réduction d'émission de NH3 sur la zone PPA Clermont-Ferrand

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
R2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-4	85%
M11, M12, M13, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M15	Transport routier	0	10%
R3	Bois bûche labellisé	0	3%
E1.1	Installations IED	0	2%
R1	Rénovation thermique	0	1%
E1.2	Renforcement des VLE	0	0%
R5	Brûlage déchets résidentiel	0	0%
E3	Récupération chaleur fatale	0	0%
E2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
E4	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%

Tableau 33 – Réductions d'émission de NH3 par action sur la zone PPA Clermont-Ferrand

# Conclusions

Ce rapport présente la contribution d'Atmo Auvergne Rhône Alpes à l'évaluation du projet de PPA3 de l'agglomération clermontoise.

L'expertise mobilisée a permis d'apporter les outils d'aide à la décision et les données nécessaires aux services de la DREAL, ainsi qu'à l'ensemble des partenaires associés, pour :

- Définir le périmètre le plus opportun pour le PPA3,
- Construire des fiches actions étayées lors de la phase de concertation,
- Etablir des objectifs de réduction des émissions et des concentrations en lien avec les différents documents réglementaires et les valeurs guide sanitaires,
- Dimensionner les actions pour s'assurer du plus large respect possible des objectifs,
- Evaluer de manière ex ante le plan d'actions proposé par l'ensemble des partenaires à horizon 2027.

La révision du PPA3 se poursuit en 2022 avec les différentes phases de consultations. Le dossier sera ainsi soumis à l'avis des Conseils départementaux de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST), à l'ensemble des collectivités locales concernées, ainsi qu'à l'avis de l'autorité environnementale nationale. À l'issue de ces procédures, le PPA3 de l'agglomération clermontoise sera soumis à une enquête publique.

Ce rapport pourra donc faire l'objet de précisions et de modifications au grès des différents retours.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Présentation du scénario tendanciel

### A/ Les émissions

#### - Les Oxydes d'azote

Dans ce scénario tendanciel, les émissions de NOX seraient réduites de 33% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017) et de 65% par rapport à celles de l'année 2005. Cette baisse prévisionnelle est donc significative, avant même la mise en œuvre des mesures prévues par le PPA.

Ces importantes baisses d'émissions proviennent très largement du secteur des transports, et pour une petite partie de l'industrie. En effet, la poursuite du renouvellement de l'ensemble des parcs de véhicules anciens en circulation par des véhicules neufs (répondant aux dernières normes) et donc moins émetteurs permet d'expliquer cette évolution.

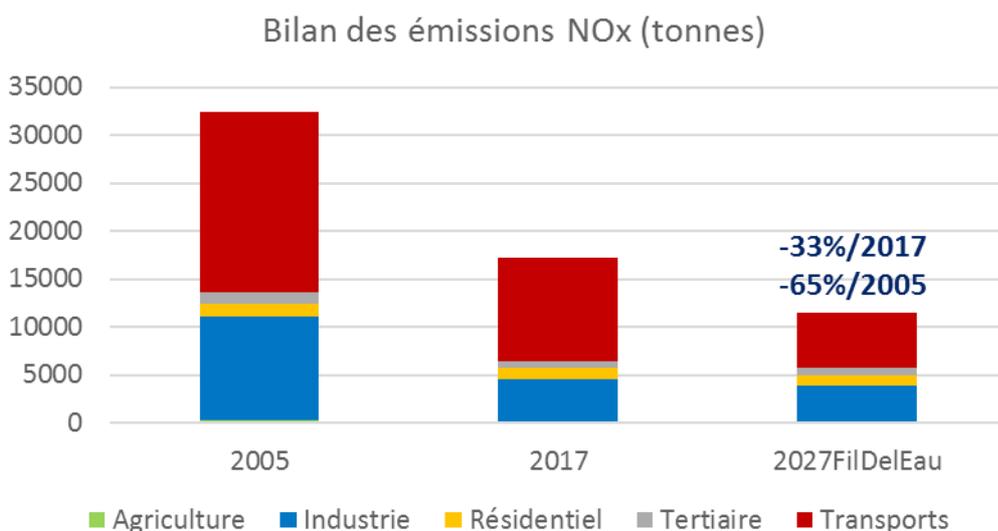


Figure 1 : Bilan des émissions NOx (tonnes)

#### - Les particules fines

Concernant les émissions de PM2.5, le scénario tendanciel prévoit en 2027 une baisse de 22% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 51% par rapport à l'année 2005. Les gains prévus en termes d'émissions sont principalement dus au secteur résidentiel-tertiaire. La diminution des besoins en chauffage (meilleure isolation des logements), l'évolution vers des énergies de chauffage globalement moins polluantes et le renouvellement progressif des appareils de chauffage au bois non performants permettent d'expliquer cette évolution.

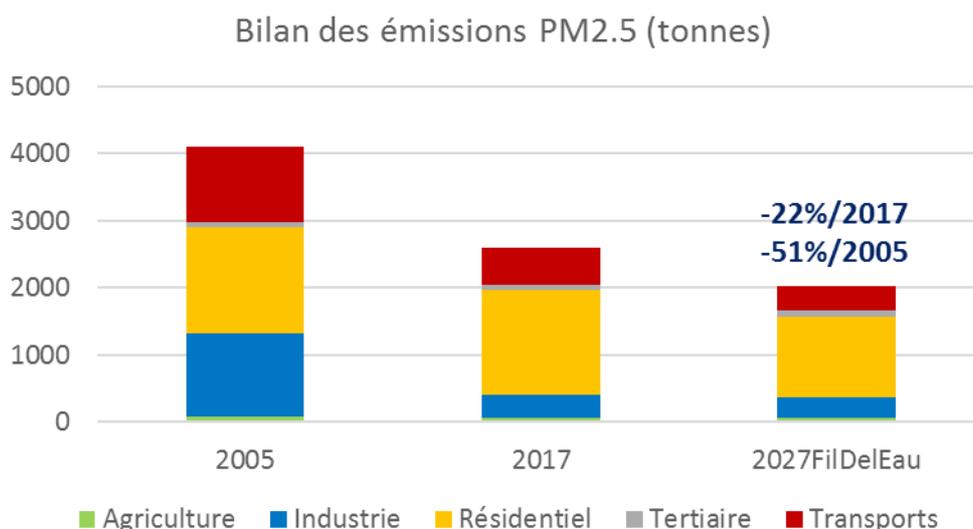


Figure 2 : Bilan des émissions PM2,5 (tonnes)

Les émissions de PM10 du scénario tendanciel seraient réduites de 17% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 46% par rapport à l'année 2005. Comme pour les PM2,5, le secteur résidentiel-tertiaire est le principal contributeur à la réduction des émissions dans ce scénario tendanciel. Le transport est également contributeur en émissions de particules : les particules fines PM2.5 sont principalement émises à l'échappement, alors que les PM10 sont également émises par abrasion des freins, des pneus et des chaussées. Le renouvellement du parc de véhicules permet donc de diminuer les émissions à l'échappement, mais n'a pas d'effet sur ces émissions dues à l'abrasion qui deviennent une source prépondérante d'émissions du trafic routier en 2027. Dans un contexte de légère hausse prévisionnelle des trafics, il en résulte que les émissions routières de PM10 diminueraient moins que celles de PM2.5.

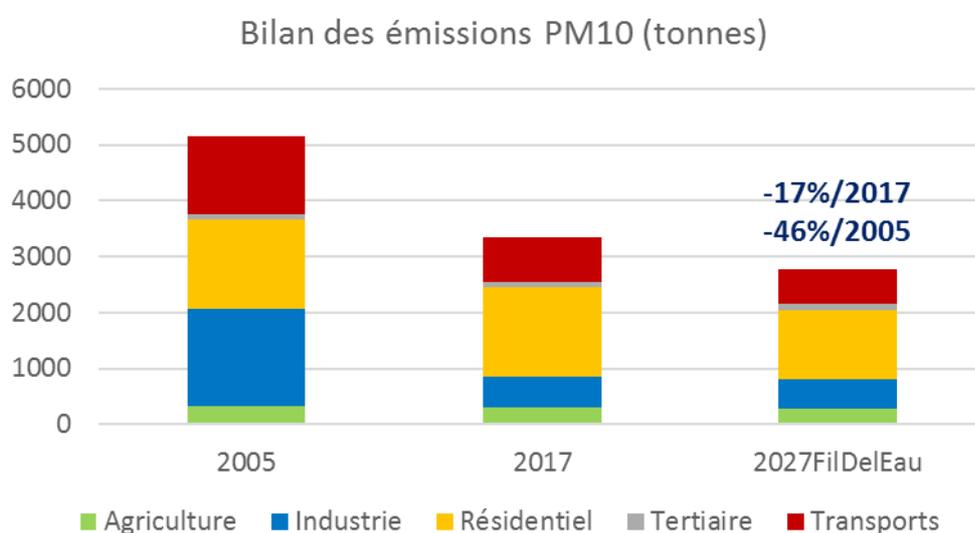


Figure 3 : Bilan des émissions PM10 (tonnes)

#### - L'ammoniac

Les émissions de NH3 du scénario tendanciel seraient réduites de seulement 4% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017) et de 3% par rapport à l'année 2005. Le secteur agricole reste l'émetteur très largement prépondérant de ce polluant et l'évolution prévisionnelle des activités de ce secteur ne permet pas d'escompter de baisse importante des émissions d'ammoniac.

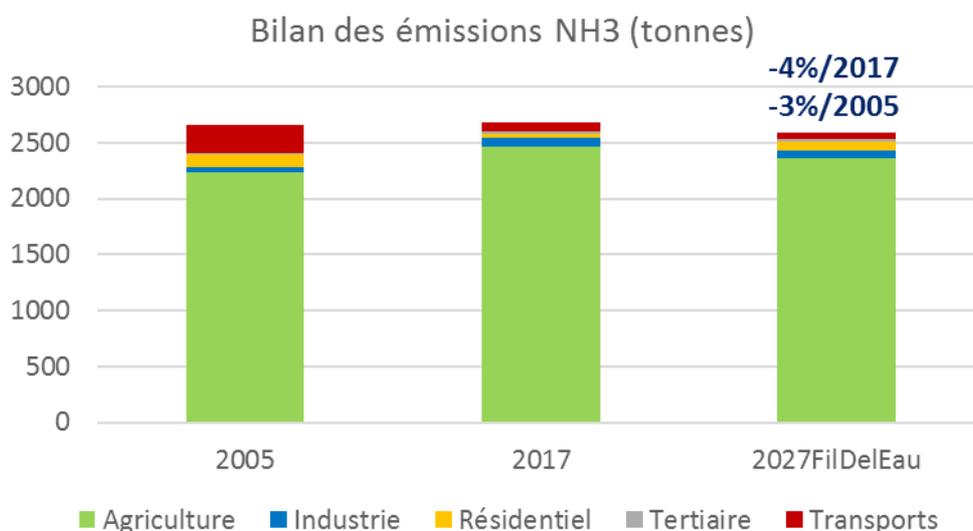


Figure 4 : Bilan des émissions NH3 (tonnes)

**- Les composés organiques volatils**

Les émissions de COVNM du scénario tendanciel seraient réduites de 8% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017) et de 45% par rapport à l'année 2005. Les secteurs industrie (amélioration des process) et transports (diminution des évaporations en lien avec la réglementation Euro) sont les principaux contributeurs à la réduction des émissions.

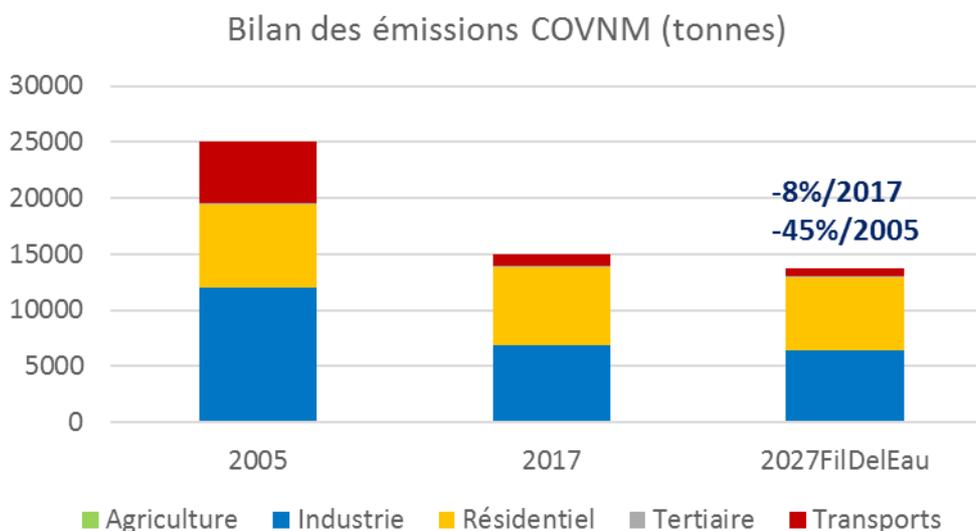


Figure 5 : Bilan des émissions de COVnm (tonnes)

**- Le dioxyde de soufre**

Les émissions de SO<sub>2</sub> du scénario tendanciel seraient en très légère hausse de 5% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017), en lien avec la moyenne 2014-2018 des émissions de SO<sub>2</sub> (considérée en 2027 pour les établissements déclarant dans BDREP) un peu plus élevée que les valeurs déclarées en 2017. Elles sont cependant en nette baisse de 66% par rapport à l'année 2005, le secteur industriel étant le principal contributeur à la réduction des émissions.

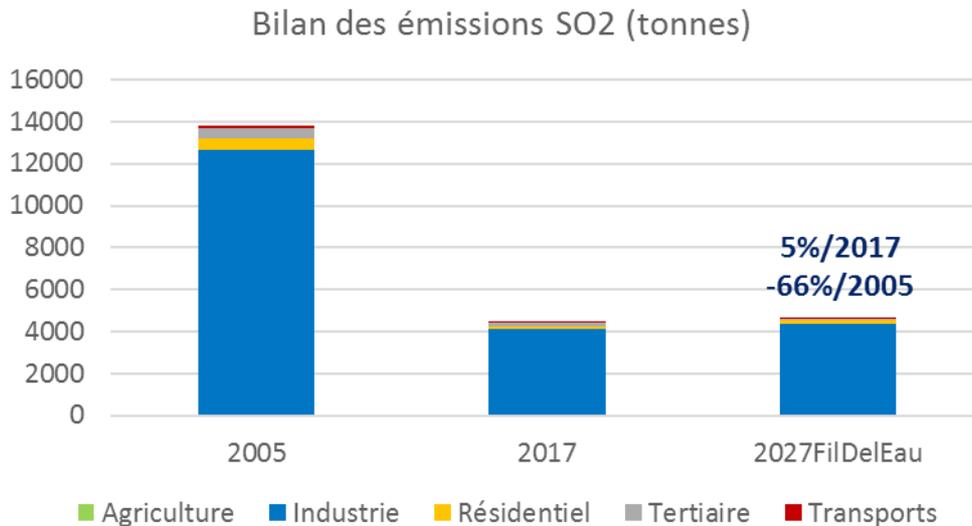


Figure 6 : Bilan des émissions de SO<sub>2</sub> (tonnes)

## B/ Concentrations attendues en 2027 avec le scénario tendanciel

Les modélisations réalisées par Atmo concernant le scénario tendanciel 2027 permettent de projeter l'évolution des concentrations et de l'exposition de la population à cet horizon. Dans ce scénario, en cohérence avec l'évolution des émissions, on observe une baisse assez marquée des concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> sur le territoire et une baisse légère des concentrations moyennes de PM. Les cartes ci-après rendent compte de ces projections tendanciennes.

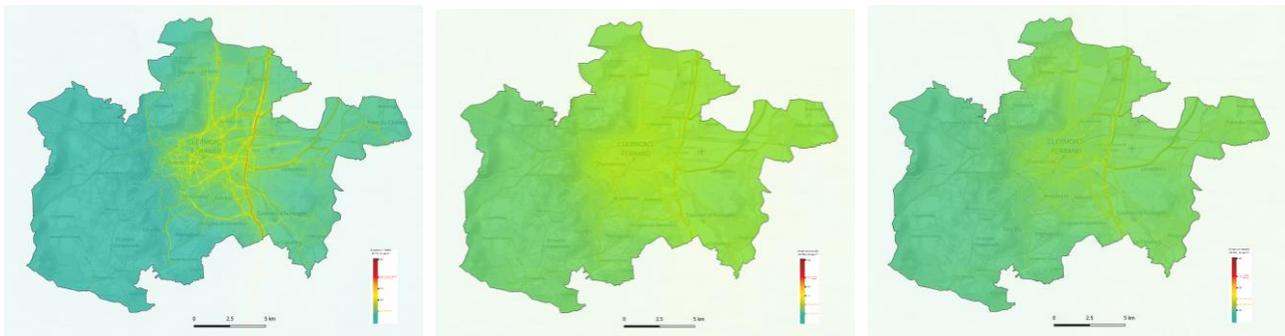


Figure 7 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles attendues à l'horizon 2027 tendanciel en NO<sub>2</sub> (gauche), PM<sub>2,5</sub> (centre), PM<sub>10</sub> (droite)

Il ressort en particulier de ces projections que seule l'autoroute A71 reste exposée à des concentrations proches ou dépassant la limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle mais aucun habitant n'est exposé à ce seuil pour le NO<sub>2</sub>. Pour les particules PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>, les valeurs limites réglementaires sont respectées sur l'ensemble du territoire, et les niveaux baissent légèrement sur la partie urbanisée de l'agglomération pour basculer en dessous de la valeur guide recommandée par l'OMS2005.

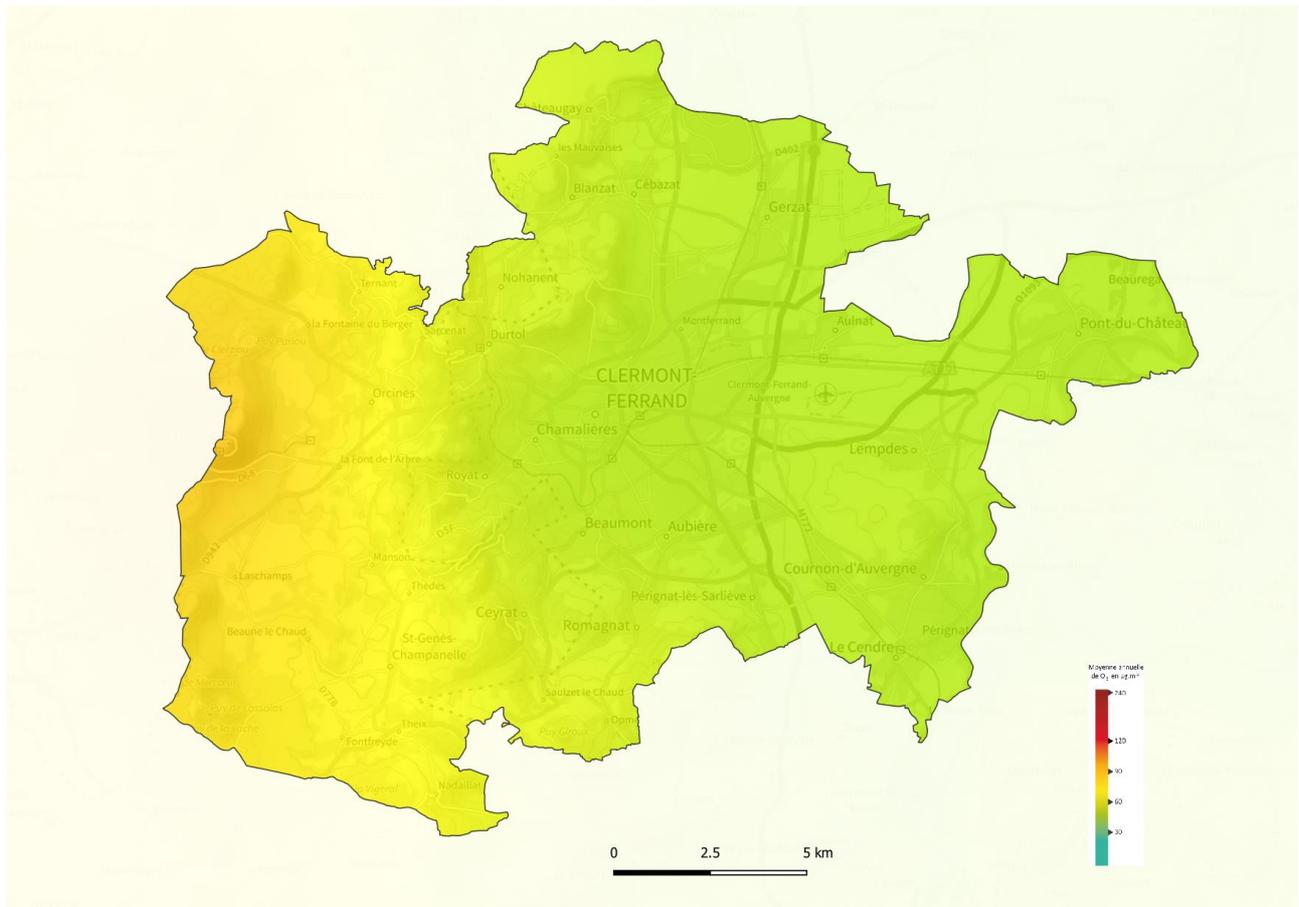


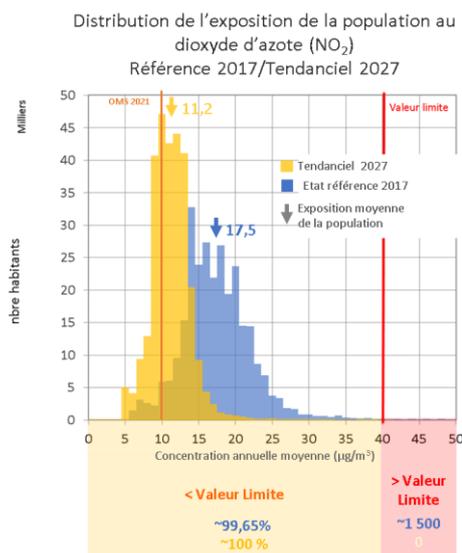
Figure 8 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles attendues à l'horizon 2027 tendanciel en O3

Concernant l'ozone, polluant secondaire, les concentrations moyennes annuelles sont attendues à la hausse en 2027 (+5µg/m<sup>3</sup> soit +10% entre 2017 et 2027 tendanciel sur le centre de l'agglomération). En effet conformément aux conclusions du rapport intitulé « État des connaissances et sensibilité de réductions des émissions de précurseurs sur les concentrations d'ozone » publié par Atmo Aura en juillet 2020, une baisse des émissions de précurseurs d'ozone ne signifie pas obligatoirement une baisse des concentrations d'ozone (phénomène non linéaire). La production d'ozone est étroitement liée à l'évolution du système COV/NOx/HOx. Parmi l'ensemble des facteurs conditionnant cette production, la charge en NOx du milieu considéré est particulièrement déterminante. La chimie de l'ozone est complexe, et il existe des disparités selon les typologies du territoire et la saison considérée. Ainsi, la répartition spatiale des différents écarts de concentration d'ozone montre qu'une réduction des émissions de NOx peut conduire à une augmentation des concentrations en ozone dans les plus grandes agglomérations et à proximité des axes routiers et à une diminution des niveaux d'ozone dans les zones rurales. Ce constat est valable sur les valeurs moyennes et ne saurait être extrapolable aux phénomènes de « pics de pollution à l'ozone ».

## C/ Résultats en matière d'exposition des populations

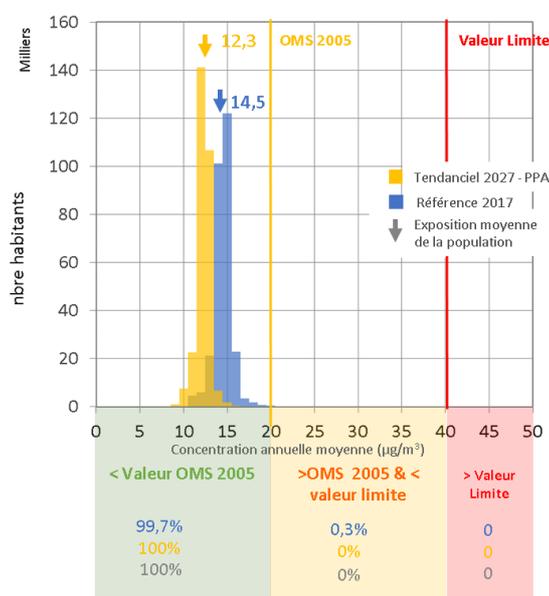
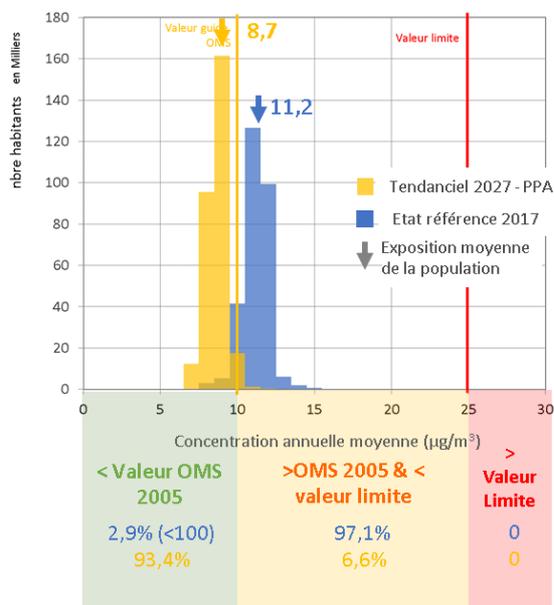
Concernant l'exposition au NO<sub>2</sub>, le graphique ci-contre montre que l'évolution tendancielle serait très favorable : la baisse de 30 % escomptée des émissions devrait permettre une baisse de l'exposition moyenne de la population de 6,3 µg/m<sup>3</sup> passant de 17,5 à 11,2 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

D'après ces modélisations, aucun habitant ne serait exposé à des dépassements de la valeur limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup> et seules 1500 personnes seraient exposées à un valeur supérieure à 30 µg/m<sup>3</sup>.



Concernant les PM, l'amélioration est un peu moins marquée : les baisses d'émissions de 20 % pour les PM<sub>2,5</sub> et 15 % pour les PM<sub>10</sub> par rapport à leur niveau de 2017, se traduiraient par des baisses d'exposition moyenne de 2.5 et 2.2 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>.

Cette amélioration se traduit néanmoins par un effet de seuil assez significatif par rapport à la valeur recommandée par l'OMS<sub>2005</sub> : concernant les PM<sub>2,5</sub>, le nombre de personnes exposées à un dépassement de cette valeur recommandée passe de 97,1 % à 6,6 % et concernant les PM<sub>10</sub> de 0.3 % à 0 %.



Distribution de l'exposition de la population aux particules PM<sub>2,5</sub> (à gauche) et PM<sub>10</sub> (à droite) selon les scénarios référence 2017 et tendanciel 2027

Il n'en demeure pas moins qu'environ 19 000 d'habitants (~6,6% de la population du PPA) resteraient exposés à des concentrations de PM<sub>2,5</sub> supérieures à la valeur guide de l'OMS<sub>2005</sub> pour ce polluant aux impacts sanitaires majeurs. Pour les PM<sub>10</sub>, la valeur recommandée resterait dépassée par moins de 50 habitants selon ce scénario tendanciel.

Selon ce même scénario, à l'horizon 2027, une baisse très marquée de l'exposition moyenne au NO<sub>2</sub>, permettrait de réduire à zéro le nombre d'habitant encore exposé à des dépassements de la valeur limite annuelle.

## **D/ Impacts sur la végétation**

Parmi les différents polluants étudiés, l'ozone est particulièrement important au regard de son impact sur la végétation (baisse des rendements, atteinte de la biodiversité). La directive européenne 2008/50/CE a établi un indicateur spécifique l'AOT40 pour « Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion » pour évaluer les effets de l'ozone.

La valeur cible de l'AOT 40 pour la protection de la végétation, calculée à partir de valeurs moyennes horaires mesurées de mai à juillet est égale à 18 000 (µg/m<sup>3</sup>).h.

La moyenne de l'AOT 40 sur l'ensemble de la zone serait relativement stable entre 2017 et 2027 (+1,5 %), elle s'établirait autour de 16 000 (µg/m<sup>3</sup>).h. Comme pour la moyenne annuelle, cet indicateur connaît de fortes variations spatiales avec des hausses marquées dans les centres-urbains et des diminutions en milieu rural.

## Annexe 2 : Conversion de VLE en facteur d'émission pour les chaudières biomasse

La réglementation applicable aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) impose des Valeurs Limites d'Emission (VLE) exprimées en mg/Nm<sup>3</sup> (« milligrammes par mètre cube normal ») à 6% d'O<sub>2</sub>. Pour calculer des émissions annuelles, il faut alors disposer du débit moyen de fumées.

Les estimations étant ici réalisées à partir de données de consommation d'énergie exprimées le plus souvent en MWh, une conversion de ces VLE est nécessaire pour obtenir un facteur d'émission exploitable. La méthode présentée ici se base sur les travaux de l'AEA Technology pour le compte du Département de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales (DEFRA) en Angleterre<sup>13</sup>. Le calcul suivant est applicable aux NO<sub>x</sub> et poussières :

$$FE = \frac{VLE * SDFGV}{1000}$$

avec FE le facteur d'émission exprimé en g/GJ, VLE la valeur limite d'émission exprimée en mg/Nm<sup>3</sup> à un % d'O<sub>2</sub> donné et SDFGV le volume spécifique de fumées sèches (*Specific Dry Flue Gas Volume*) exprimé en m<sup>3</sup>/GJ. Le tableau ci-dessous présente les différents SDFGV en fonction du % d'O<sub>2</sub>.

Specific dry flue gas volumes for wood, m <sup>3</sup> /GJ (net heat input, dry gas at 0°C, 101.3 kPa)					
Oxygen content, % (dry)	0 (stoichiometric)	6	10	11	[N] (where [N] is the O <sub>2</sub> concentration)
Specific dry flue gas volume, m <sup>3</sup> /GJ	253	354	483	531	253 x (21÷(21-[N]))

*SDFGV en fonction du % d'O<sub>2</sub> pour convertir une VLE en facteur d'émission*

Exemple : Une installation de combustion a une VLE fixée à 30 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub>. Pour obtenir le facteur d'émission correspondant à l'installation – en supposant que ses émissions sont équivalentes à la VLE – on fait le calcul suivant :

$$FE = \frac{30 * 354}{1000} = 10,62 \text{ g/GJ}$$

Il est aussi possible de convertir une VLE à une concentration d'O<sub>2</sub> donnée vers une VLE à une autre concentration.

$$\frac{VLE_1 * SDFGV_1}{1000} = \frac{VLE_2 * SDFGV_2}{1000} \Rightarrow VLE_2 = VLE_1 * \frac{SDFGV_1}{SDFGV_2}$$

Exemple 2 : On veut convertir une VLE de 30mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub> vers une VLE équivalente à 11% d'O<sub>2</sub>. On obtient :

$$VLE = 30 * \frac{354}{531} = 20 \text{ mg/Nm}^3 \text{ à } 11\% \text{ d'O}_2$$

<sup>13</sup> AEA Technology, 2012, *Conversion of biomass boiler emission concentration data for comparison with Renewable Heat Incentive emission criteria*, 11 pages, disponible sur [https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat07/1205310837\\_Conversion\\_of\\_biomass\\_boiler\\_emission\\_data\\_rep\\_Issue1.pdf](https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat07/1205310837_Conversion_of_biomass_boiler_emission_data_rep_Issue1.pdf)