

NOTE METHODOLOGIQUE

Travaux de modélisation réalisés lors de la révision du PPA de l'agglomération de Grenoble

2021

Diffusion : juillet 2021 – version 2

Siège social :
3 allée des Sorbiers 69500 BRON
Tel. 09 72 26 48 90
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

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 (2021) Note Méthodologique Travaux de modélisation réalisés lors de la révision du PPA de Grenoble.

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
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Sommaire

Introduction générale	6
1. Contexte	7
1.1. Contexte réglementaire.....	7
1.2. Contexte sanitaire	7
1.3. Révision des PPA et travaux de scénarisation par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.....	8
2. Méthodologie générale de l'évaluation prospective	9
2.1. Polluants étudiés.....	9
2.2. Inventaire des émissions	9
2.2.1. Principes généraux.....	9
2.2.2. Résidentiel et tertiaire.....	11
2.2.3. Transports.....	16
2.2.4. Industries	18
2.2.5. Agriculture.....	21
2.3. Concentrations et exposition de la population	23
2.3.1. Méthodologie	23
2.3.2. Réalisation des cartographies	23
2.3.3. Calcul de l'exposition des populations.....	25
25	
2.4. Evaluation prospective des gains sur la qualité de l'air	26
3. Scénario tendanciel Grenoble : détail des hypothèses	27
3.1. Données générales.....	28
3.2. Données par secteur d'activité	29
3.2.1. Résidentiel et tertiaire.....	29
3.2.2. Transports.....	32
3.2.3. Industries	35
3.2.4. Agriculture.....	37
4. Situation attendue pour le territoire de Grenoble	39
4.1. Précision sur le périmètre	39
4.2. Dioxyde d'azote (NO ₂).....	40
4.2.1. Concentrations moyennes annuelles en 2017.....	40
4.2.2. Evolution des émissions à l'horizon 2027	40
4.2.3. Concentrations moyennes annuelles sur l'année de référence 2017	41
4.2.4. Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027.....	41
4.2.5. Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027.....	42
4.3. Particules fines (PM _{2,5}).....	43
4.3.1. Evolution des émissions à l'horizon 2027	43
4.3.2. Concentrations moyennes annuelles sur l'année de référence 2017	44
4.3.3. Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027.....	44
4.3.4. Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027.....	45
4.4. Particules fines (PM ₁₀).....	45
4.4.1. Evolution des émissions à l'horizon 2027	45
4.4.2. Concentrations moyennes annuelles sur l'année de référence 2017	46
4.4.3. Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027.....	46
4.4.4. Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027.....	47

Illustrations

Figure 1 : Interactions autour de l'inventaire des émissions	10
Figure 2 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions	10
Figure 3 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles	11
Figure 4 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires	14
Figure 5 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier	16
Figure 6 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire.....	17
Figure 7 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière	18
Figure 8 : Logigramme de calcul des émissions des carrières.....	19
Figure 9 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière.....	20
Figure 10 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel	21
Figure 11 : Répartition des matériels d'épandage	22
Figure 12 : Chaîne de modélisation régionale.....	24
Figure 13 : Schéma de calcul de l'exposition de population	25
Figure 14 : EPCI du PPA3 et périmètre valide du modèle trafic AURG	27
Figure 15 : Evolution annuelle de la population à partir des modèles AURG et MMR.....	28
Figure 16 : Evolution annuelle des emplois à partir des modèles AURG et MMR	28
Figure 17 - Répartition des consommations du résidentiel en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendancier et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie.....	29
Figure 18 - Répartition des consommations normalisées du résidentiel en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie	29
Figure 19 : Evolution de la surface par employé sur les périmètres des PPAs de Lyon et Grenoble....	31
Figure 20 - Répartition des consommations du tertiaire en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendancier et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie	31
Figure 21 - Répartition des consommations normalisées du tertiaire en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie	31
Figure 22 : Evolution annuelle moyenne des distances parcourues.....	32
Figure 23 : Périmètre ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole	33
Figure 24 : Calendrier d'application de la ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole.....	34
Figure 25 : Evolution des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions.....	35
Figure 26 : Logigramme de calcul des consommations et émissions de la production d'énergie	36
Figure 27 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018.....	37
Figure 28 : Détail par type de culture des ajustements 2018	37
Figure 29 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures.....	38

Figure 30 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais.....	38
Figure 31 : périmètre du PPA3 de Grenoble	39
Figure 32 : Bilan des émissions de NOx sur le territoire du PPA3 de Grenoble	40
Figure 33 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO₂ sur l'année de référence 2017	41
Figure 34 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO₂ attendues à l'horizon 2027 tendanciel.....	41
Figure 35 : Evolution de l'exposition des populations au dépassement de la valeur limite réglementaire pour le NO₂, à l'horizon 2027 tendanciel	42
Figure 36 : Bilan des émissions de PM_{2,5} sur le territoire du PPA3 de Grenoble.....	43
Figure 37 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} sur l'année de référence 2017	44
Figure 38 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} attendues à l'horizon 2027 tendanciel.....	44
Figure 39 : Bilan des émissions de PM_{2.5} sur le territoire du PPA3 de Grenoble.....	45
Figure 40 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM₁₀, sur l'année de référence 2017	46
Figure 41 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ attendues à l'horizon 2027 tendanciel.....	46
Figure 42 : Evolution de l'exposition moyenne aux PM₁₀ sur le périmètre PPA entre 2017 et le scénario 2027 tendanciel	47

Introduction générale

L'élaboration d'un Plan de Protection de l'Atmosphère repose sur une chaîne d'outils numériques permettant à la fois de faire un diagnostic de la situation initiale, mais aussi et surtout, de réaliser différentes projections dans le futur.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes en temps qu'observatoire de référence dispose d'un inventaire territorial dont le principe est de comptabiliser, de la manière la plus exhaustive, l'ensemble des émissions ayant lieu sur un territoire et non par ses habitants. Cet outil de base se fonde sur méthodologie nécessitant de connaître à la fois l'activité et d'estimer les émissions unitaires pour l'ensemble des secteurs : résidentiel, tertiaire, industrie, agriculture, trafic routier, etc... Il est donc possible en modifiant les données d'activités et en tenant compte de l'amélioration des technologies de se projeter dans un futur plus ou loin lointain en termes d'émissions.

Ces émissions dans l'atmosphère ne permettent pas de connaître directement l'exposition des populations aux différents polluants : la dispersion joue un rôle important sous l'effet de la météo, du bâti, de la topographie... mais aussi certains polluants ne sont pas émis directement par l'homme ou subissent des réactions chimiques les transformants. C'est pourquoi des modèles de chimie/transport complètent l'inventaire des émissions pour connaître l'état des concentrations en tout point du territoire.

C'est cette chaîne de traitement qui permet d'évaluer l'efficacité d'une action. Même si bien entendu des incertitudes existent à la fois dans les données d'activité, les facteurs d'émissions et dans les chaînes calculatoires ; l'amélioration continue des outils permet de minimiser l'erreur et de quantifier raisonnablement l'efficacité d'une action par rapport à une autre pour aider les décideurs qui portent l'action.

1. Contexte

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.

Sur la Région Auvergne-Rhône-Alpes, il existe 5 PPA (Vallée de l'Arve, Lyon, Grenoble, Saint-Etienne, Clermont Ferrand) dont les 4 derniers sont en cours de révision.

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_{2,5}) 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_{2,5}). 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_{2,5}.

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.

1.3. Révision des PPA et travaux de scénarisation par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

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.

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 est 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 contribue 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.

2. Méthodologie générale de l'évaluation prospective

2.1. 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_x/ NO₂, PM10 et PM2,5,
- 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⁻³ 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, NH₃ et SO₂.

2.2. Inventaire des émissions

2.2.1. Principes généraux

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins : alimentation des modèles d'évaluation de la qualité de l'air, des observatoires (Air, ORCAE : Observatoire Régional Climat Air Energie en Auvergne-Rhône-Alpes, ORHANE : Observatoire Régional Harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des Nuisances Environnementales), évaluation des enjeux d'un territoire et alimentation des plans d'actions, 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 (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) synthétise les interactions autour de l'inventaire des émissions.

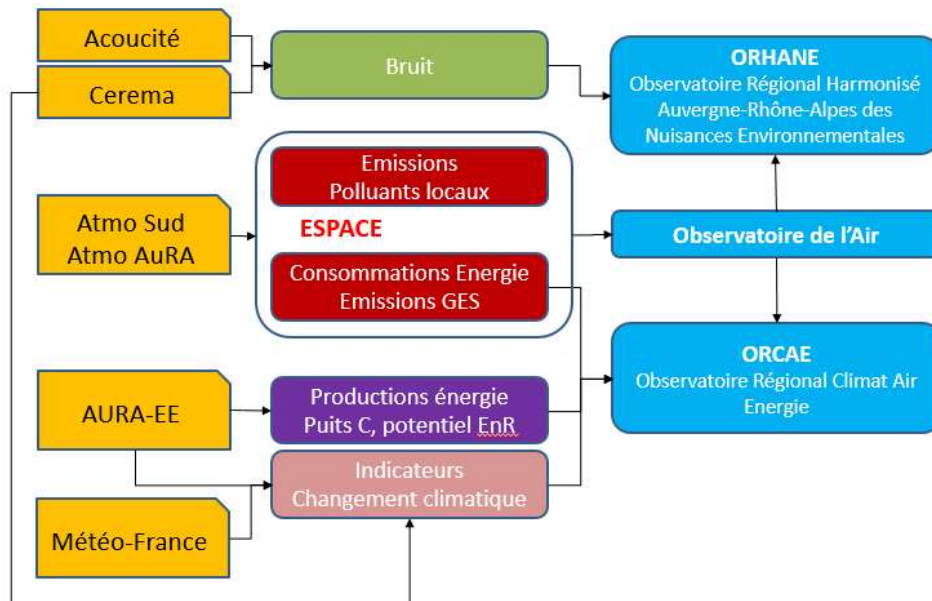


Figure 1 : Interactions autour de l'inventaire des émissions

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 (cf. Figure 2).

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.

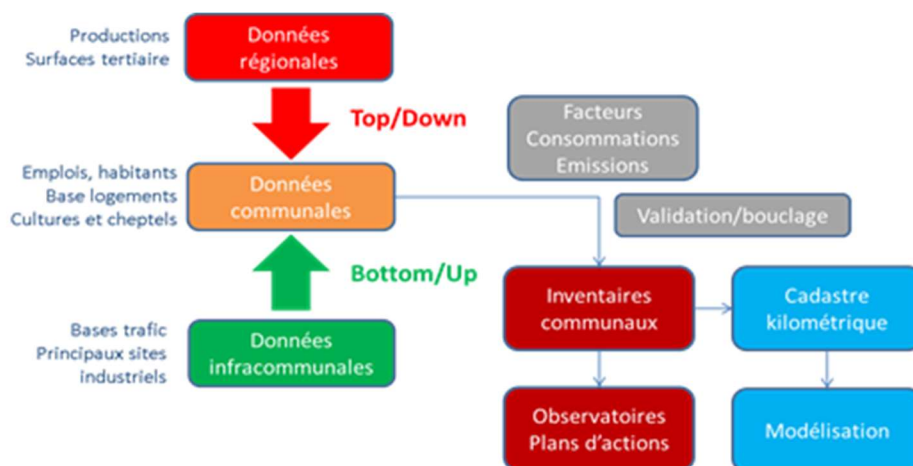


Figure 2 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions

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.

2.2.2. Résidentiel et tertiaire

► Résidentiel

Le logigramme suivant synthétise les étapes de calcul des émissions du secteur résidentiel (cf. Figure 3).

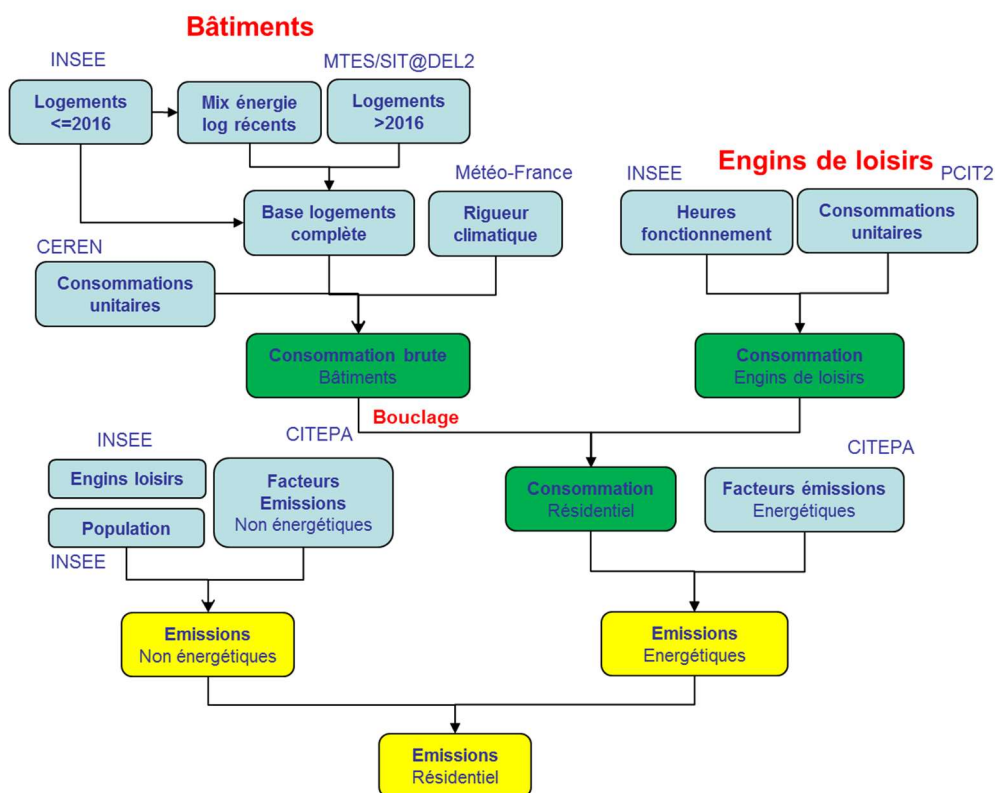


Figure 3 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles

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 PCIT¹;

- Des activités domestiques suivantes :
 - Protection du bois, utilisation domestique de peinture, de solvants et de produits pharmaceutiques ;
 - Utilisation de feux d'artifice ;
 - Consommation de tabac ;
 - Anesthésie ;
 - Travail du bois ;
 - 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

¹ 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

bois à partir des enquêtes locales (BIOMQA sur la Métropole de Grenoble) complétées par 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 (cf. Tableau 1). Les facteurs d'émissions issus de la dernière étude CARVE ne sont pas utilisés pour l'instant, par cohérence avec les inventaires nationaux.

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

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 (cf. Tableau 2) :

- 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 (cf. Figure 4).

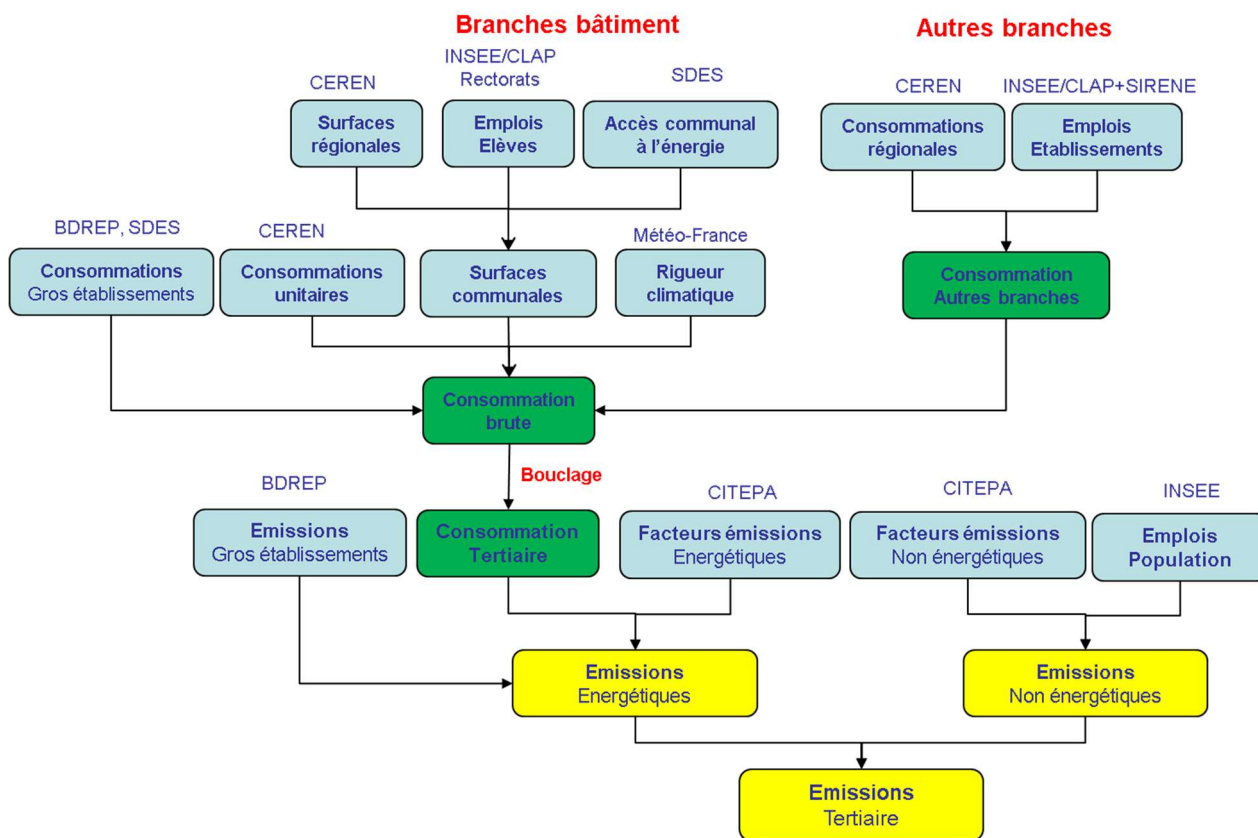


Figure 4 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires

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).

Elles regroupent 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 (exemple CEA de Grenoble).

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/extrapolées.

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 (cf. Tableau 3) :

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

2.2.3. 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).

Données d'entrée et méthodes de calcul

Le logigramme suivant synthétise la démarche retenue pour le calcul des émissions du transport routier à chaud et à froid (cf. Figure 5).

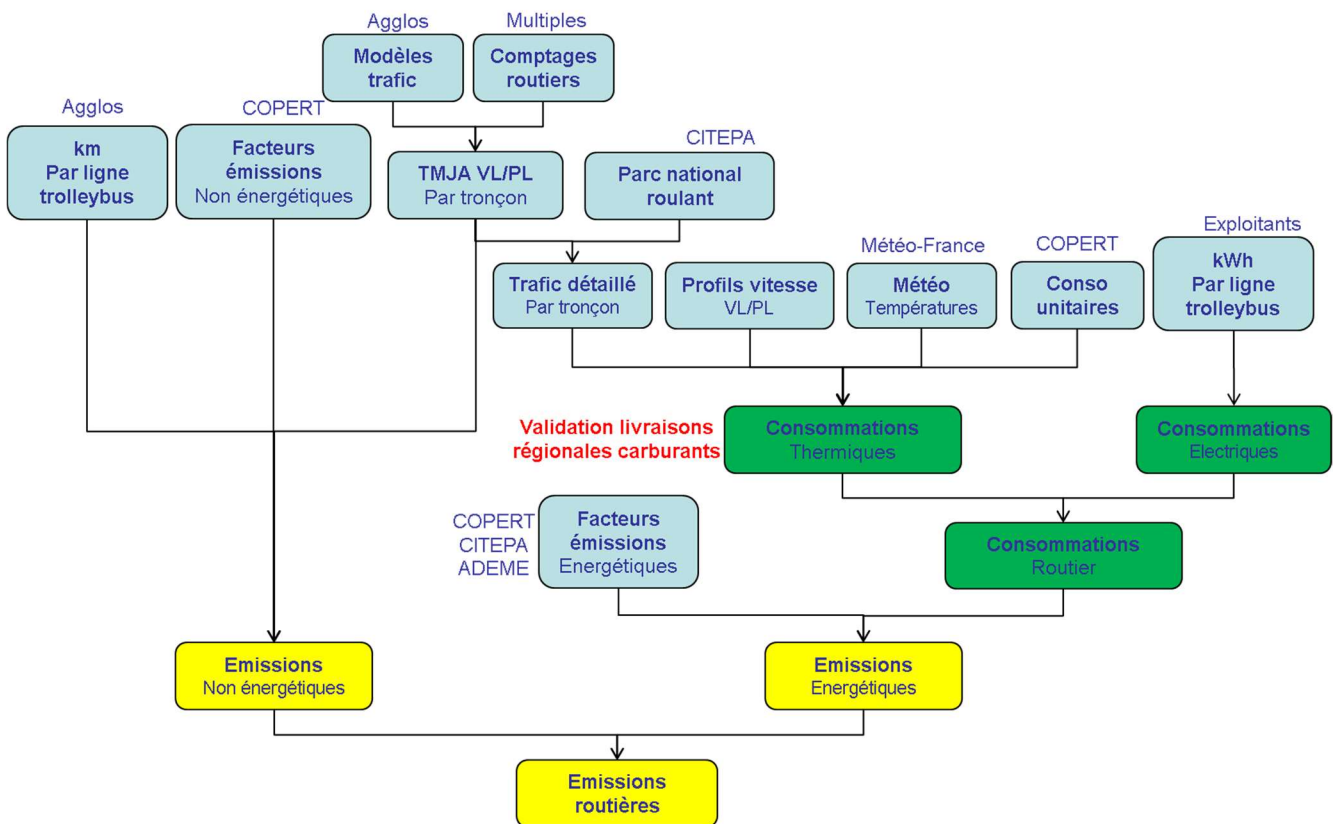


Figure 5 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier

► Transport ferroviaire

Le logigramme suivant résume l'approche méthodologique (cf. Figure 6).

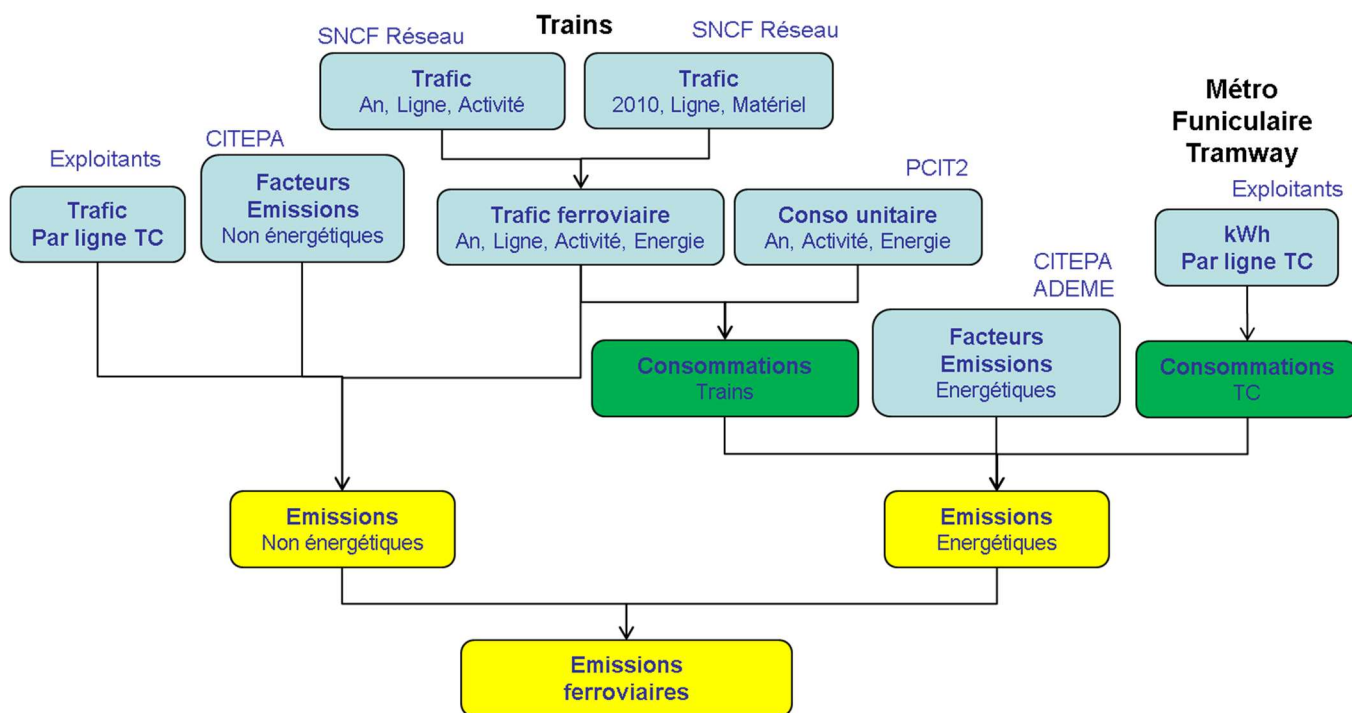


Figure 6 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire

Sont traités également dans ce secteur les transports en commun électriques (métro, tramway, trolleybus) 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.

2.2.4. Industries

► ICPE

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs au secteur de l'industrie manufacturière (cf. Figure 7).

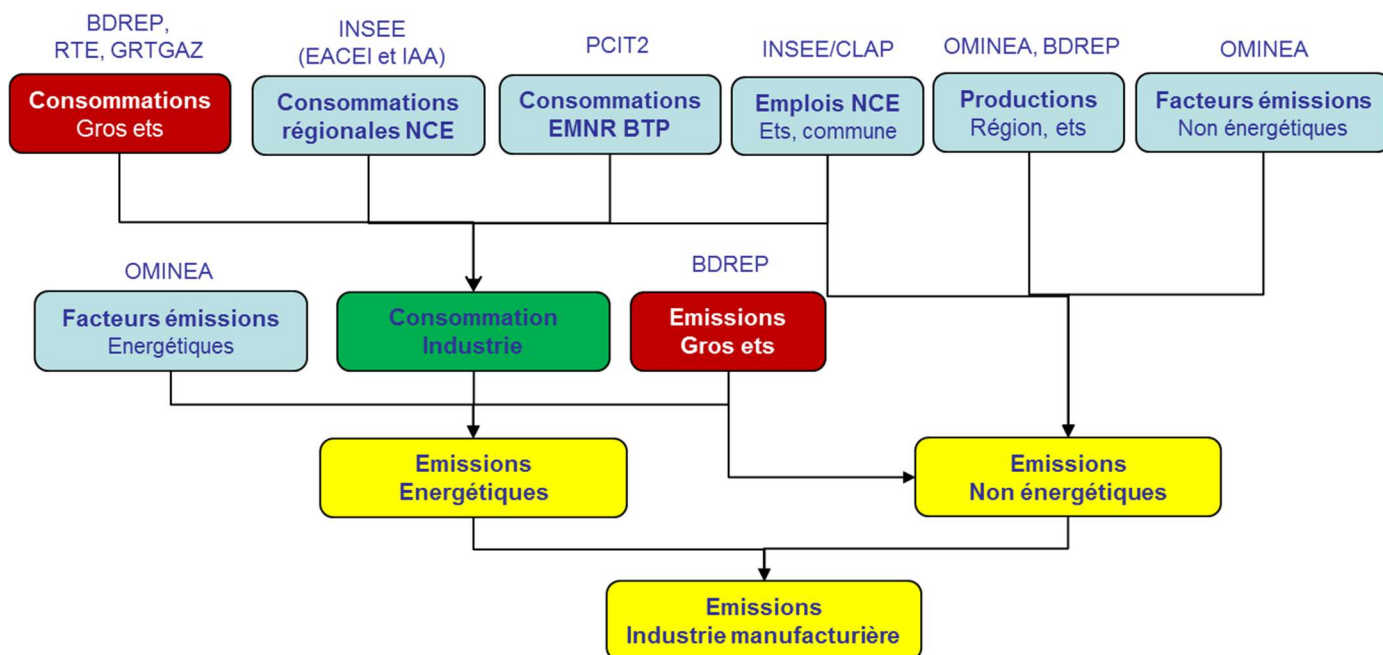


Figure 7 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière

Données d'entrée et méthodes de calcul

► Consommations et émissions énergétiques

Les données utilisées reposent majoritairement sur les données « réelles » de la grosse industrie 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) :
 - o Consommations d'énergie : aucune information avant 2003
 - o Emissions de GES : aucune information avant 2000, certaines données avant 2005 étant partielles (par exemple CO₂ procédé non renseigné pour certains industriels)
 - o Emissions de polluants locaux :
 - NO_x, SO₂ : 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 généralement été considérée pour caractériser les émissions tendanciennes 2027.

► Carrières

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

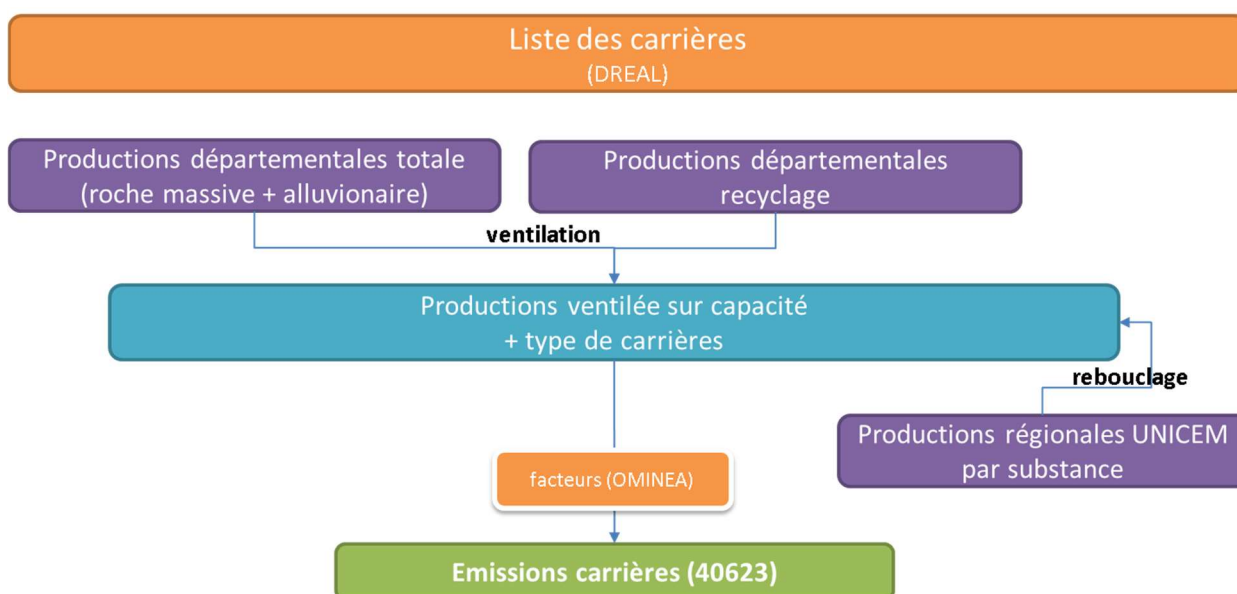


Figure 8 : Logigramme de calcul des émissions des carrières

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.

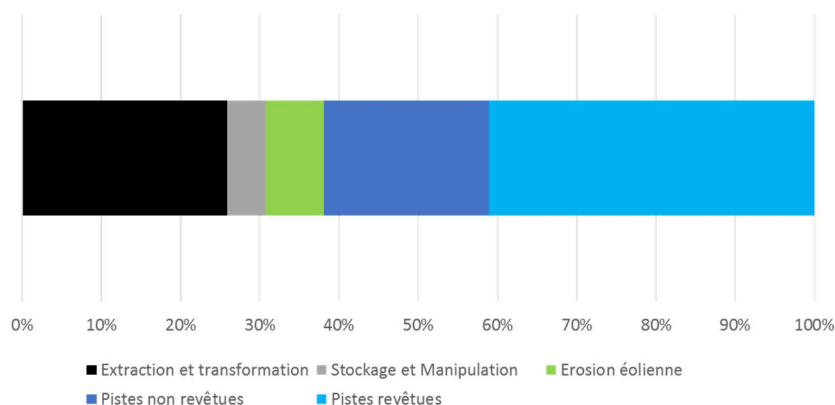


Figure 9 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière

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

► 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.

2.2.5. 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

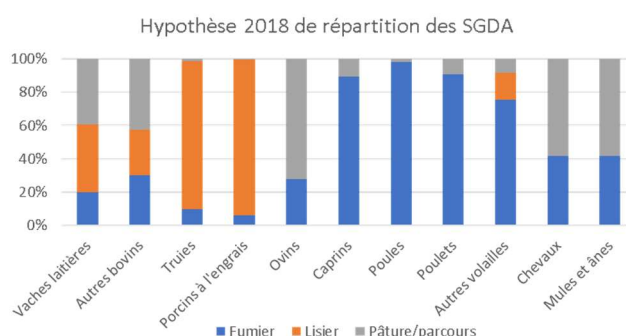


Figure 10 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel

► Epandage

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).

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

Epandages 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)

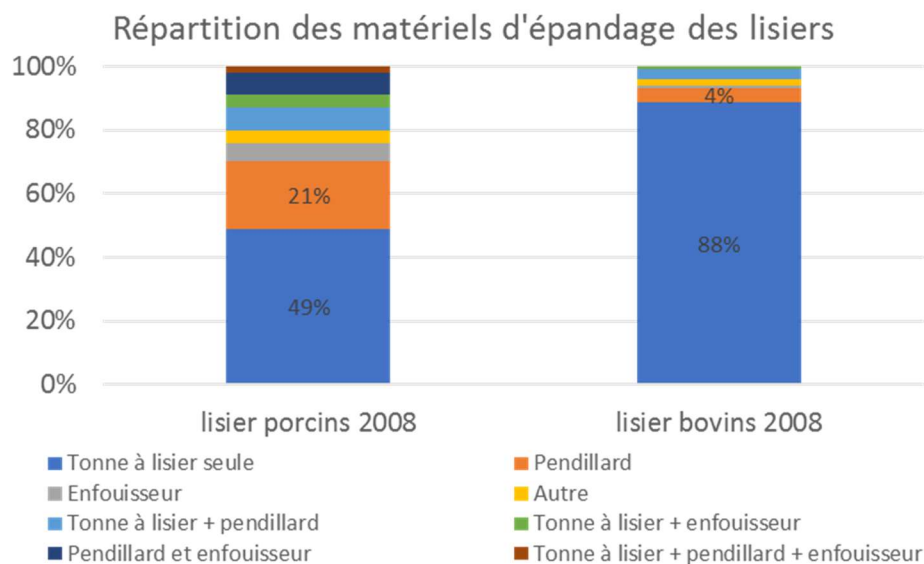


Figure 11 : Répartition des matériels d'épandage

► Brûlage de déchets agricoles

Diverses sources d'émissions sont à considérer pour le brûlage des déchets :

Les émissions liées à l'écobuage (brûlage des résidus de cultures au champ) dans le but de nettoyer une parcelle (débroussaillage par le feu), faciliter la préparation du lit de semence ou encore lutter contre les adventices ou contre la prolifération de certaines maladies, sont estimées à partir des quantités de matière sèche (MS) de résidus brûlés et de FE propres aux résidus de cultures. A noter que le brûlage des résidus est interdit en France, sauf dans le cas de dérogations préfectorales pour des raisons agronomiques ou sanitaires.

Les émissions liées au brûlage des sarments de vignes sont estimées à partir des tonnages régionaux de sarments brûlés (en tonnes ou en tonnes de matière sèche (MS) selon l'unité des FE) et de FE par polluant. Les tonnages régionaux de sarments brûlés sont évalués à partir :

- des surfaces en production de vignes départementales (SAA de l'Agreste),
- d'un ratio représentant la quantité de sarments produits par hectare de vigne,
- éventuellement d'un taux de MS lorsque le FE appliqué impose une conversion des tonnages en MS
- d'une part brûlée de sarments et d'un facteur de combustion.

Les émissions liées au brûlage des films plastiques agricoles (films de serre, pour le paillage, l'enrubannage et l'ensilage) ne donnent lieu qu'à des émissions de CO₂, le CITEPA considérant comme négligeables les émissions de polluants atmosphériques. A noter que la part nationale de films plastiques brûlés est passée de 4% en 1990 à 0.8% en 2013, la quasi-totalité des plastiques agricoles n'étant plus brûlée conformément à la législation en vigueur.

2.3. Concentrations et exposition de la population

2.3.1. 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'Ecole 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, ...

2.3.2. 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 WRF² (pour calculer les conditions météorologiques), puis le modèle de chimie transport CHIMERE³ (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.

La seconde étape est réalisée à l'échelle locale et utilise le modèle de transport atmosphérique en milieu urbain SIRANE⁴, 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 (10 m).

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 (cf. Figure 12).

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

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

⁴ 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.

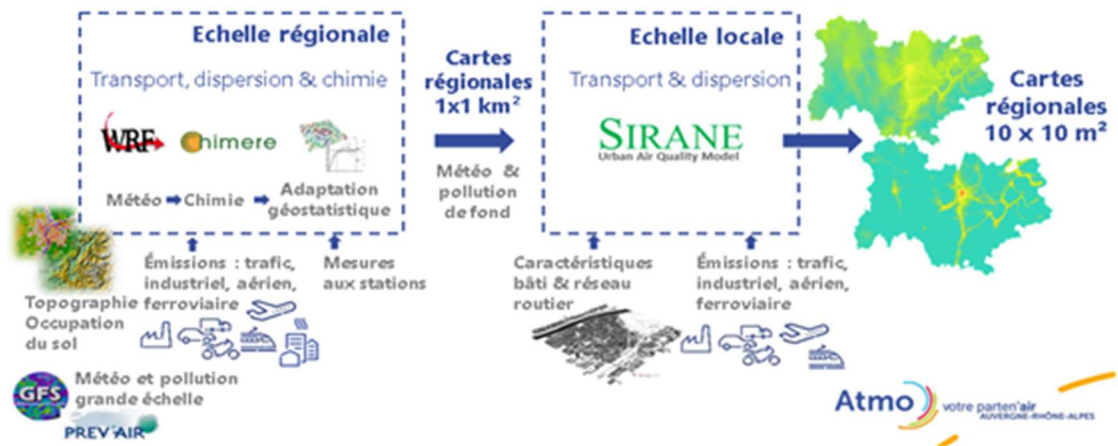


Figure 12 : Chaîne de modélisation régionale

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.

2.3.3. 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 »⁵.

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 (cf. Figure 13).

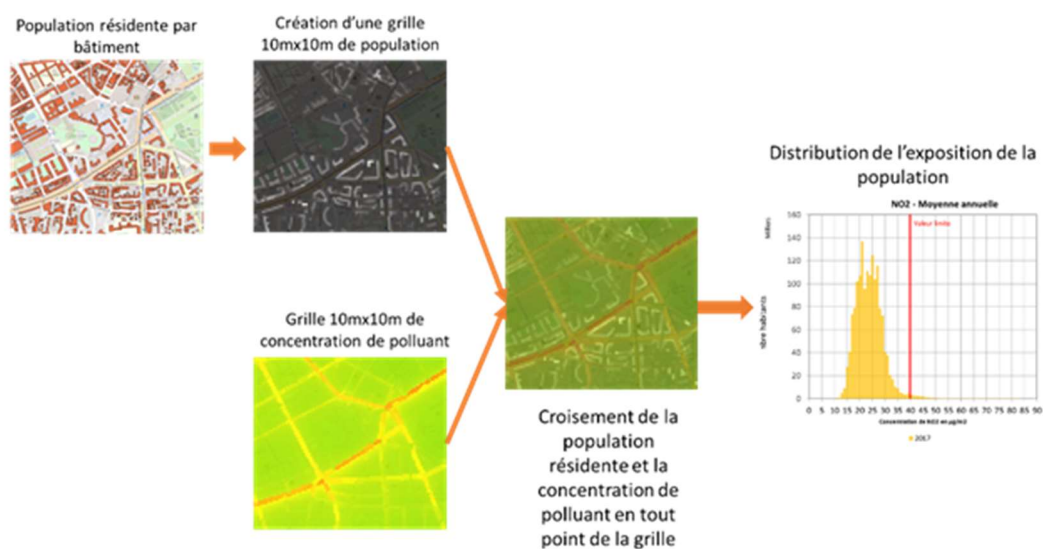


Figure 13 : Schéma de calcul de l'exposition de population

⁵Le 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

2.4. Evaluation prospective des gains sur la qualité de l'air

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.

Dans le cadre de la révision des PPA, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes réalise des travaux prospectifs en étudiant 2 scénarios :

- **Un scénario « 2027 tendanciel » ou « 2027 sans PPA »** sur la base du descriptif d'évolution du territoire en 2027 (sans la mise en œuvre des actions du PPA) ;
Il est basé sur un inventaire des émissions calculées à partir du scénario « 2018 avec PPA » issu de l'évaluation du PPA2 auquel on applique les hypothèses détaillées dans les paragraphes « méthodologies fines par territoires ». Ces hypothèses sont issues du portrait de territoire à 5 ans.
La météorologie prise en compte pour ce scénario tendanciel est celle de l'année 2017.
- **Un scénario « 2027 actions PPA » ou « 2027 avec PPA »** avec la mise en œuvre des actions intégrées au PPA3. Il sera basé sur un inventaire des émissions calculées à partir du scénario 2027 tendanciel auquel seront retranchés les effets associés à la mise en œuvre des actions validées du PPA3 qui pourront être quantifiées.

Les données et hypothèses sur les actions du PPA3 sont validées en groupe de travail par les services de l'Etat.

Les scénarios seront comparés entre eux afin de déterminer les gains associés à la mise en place des actions du PPA3 ainsi qu'à ceux de l'année 2017, année de référence mais également année météorologique utilisée pour les travaux prospectifs (année météorologique représentative d'une qualité de l'air annuelle moyenne).

3. Scénario tendanciel Grenoble : détail des hypothèses

Les hypothèses d'évolution prises en compte et détaillées ci-dessous sont présentées parfois sur le périmètre élargi du PPA de Grenoble. Néanmoins seuls les éléments relatifs aux EPCI retenues dans le périmètre validé du PPA3 sont pris en compte dans les simulations.

Les données générales (population, emplois, trafics routiers) sont issues du modèle trafic local de l'AURG, excepté pour tout ou partie des communes de l'EPCI Bièvre-Isère et Vals du Dauphiné qui s'appuient sur le modèle trafic régional MMR.

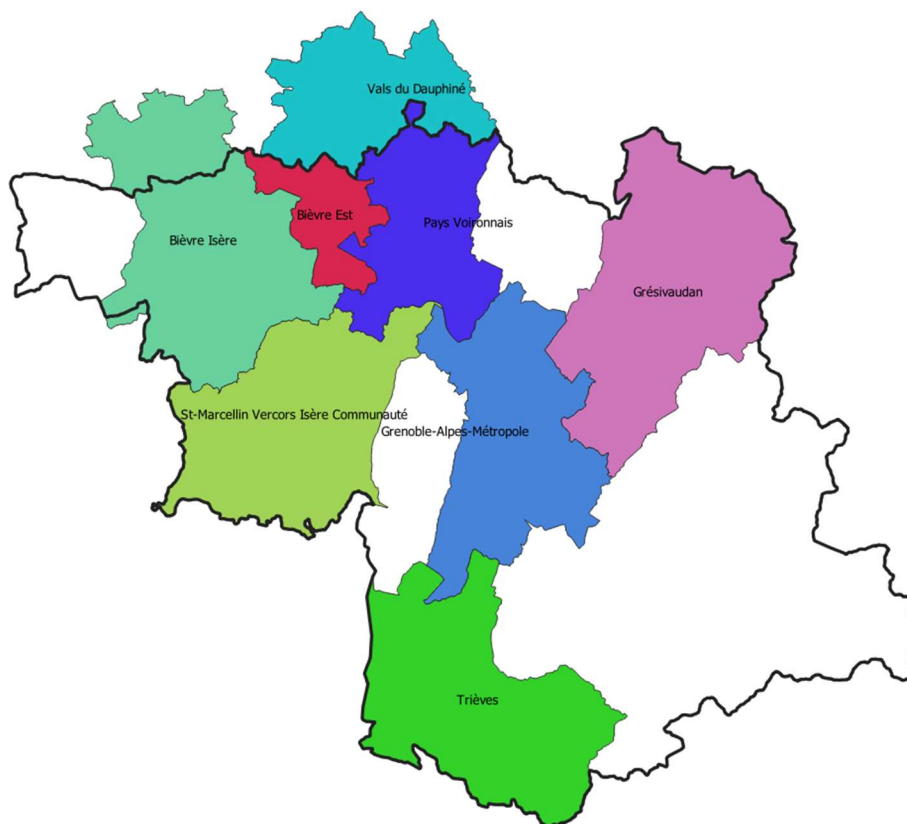


Figure 14 : EPCI du PPA3 et périmètre valide du modèle trafic AURG

3.1. Données générales

Deux modèles d'évolution sont disponibles sur le périmètre du PPA grenoblois : les modèles de l'AURG et le modèle régional MMR.

Sur les territoires couverts par le modèle AURG ses hypothèses sont retenues, sur les autres zones du territoire, ce sont les données du modèle régional (MMR) qui sont utilisées.

Les données d'évolution démographiques et des emplois prises en compte sont présentées ci-dessous (cf. Figure 15 et Figure 16).

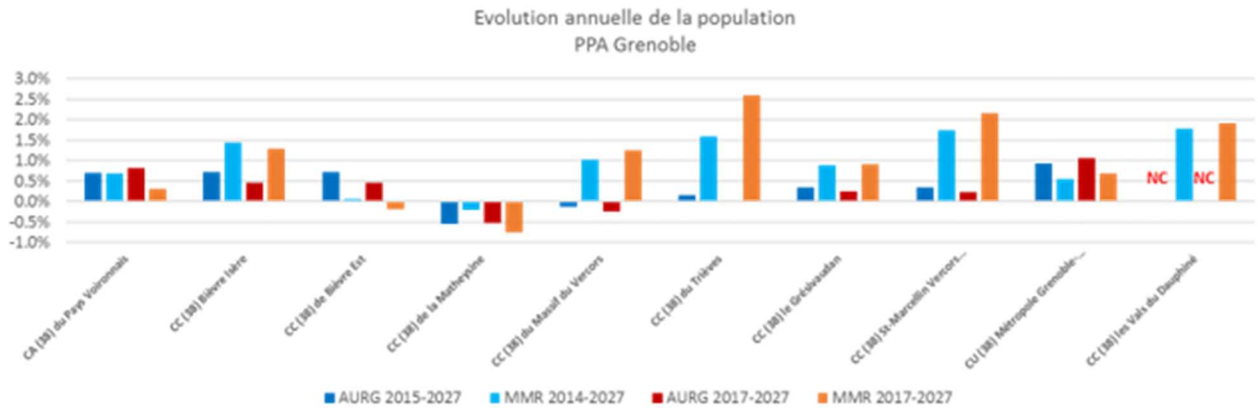


Figure 15 : Evolution annuelle de la population à partir des modèles AURG et MMR

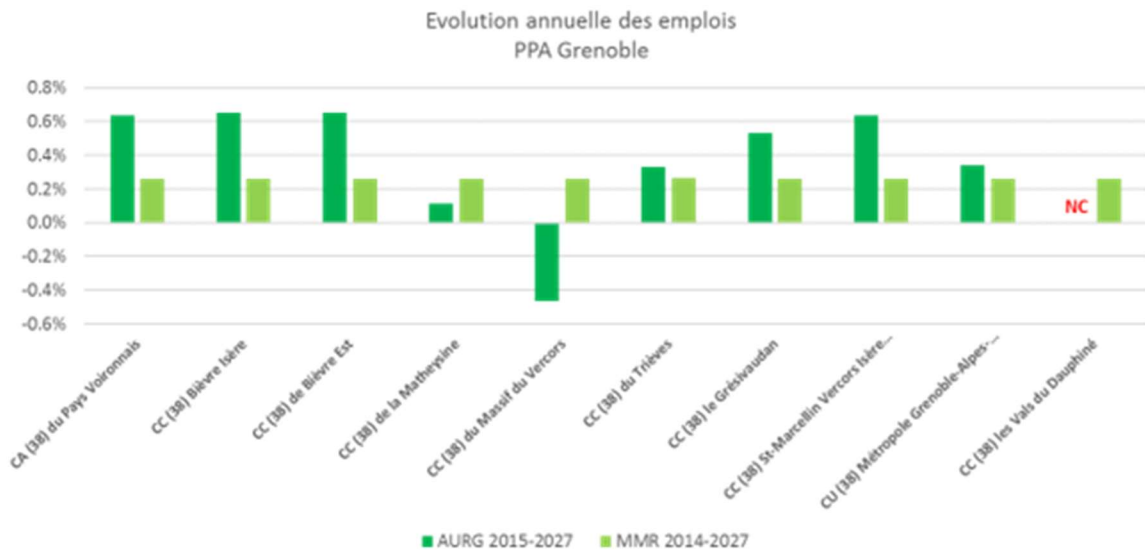


Figure 16 : Evolution annuelle des emplois à partir des modèles AURG et MMR

3.2. Données par secteur d'activité

3.2.1. Résidentiel et tertiaire

► Résidentiel

Pour le secteur résidentiel, le scénario tendanciel 2027 intègre des évolutions sur plusieurs axes :

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

La tendance d'évolution des consommations d'énergie est prise conforme au scénario tendanciel du Schéma Directeur des Energies (SDE) de Grenoble Alpes Métropole, sur son territoire. Pour les autres EPCI, la prolongation de la tendance modélisée sur la période 2013-2017 est appliquée.

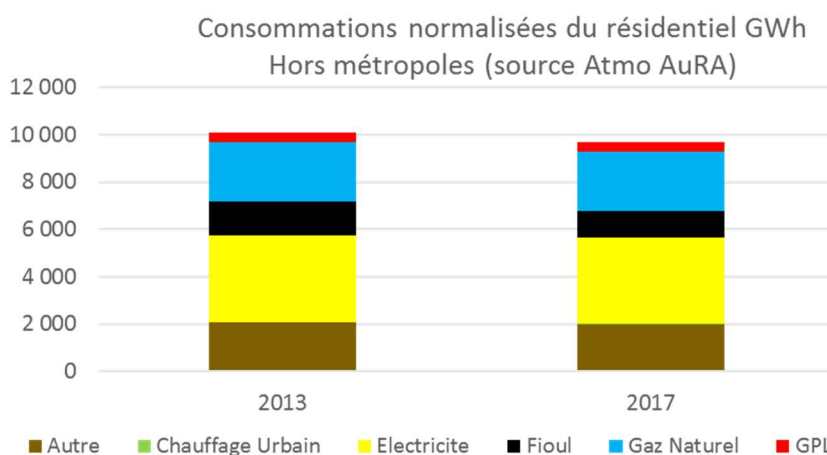


Figure 17 - Répartition des consommations du résidentiel en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie

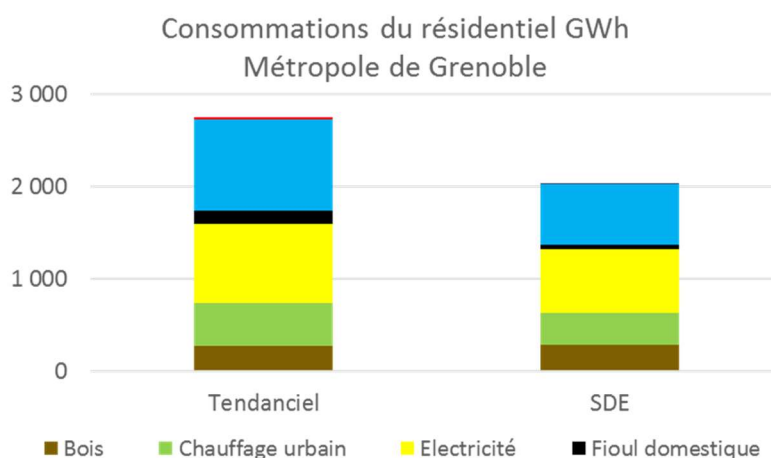


Figure 18 - Répartition des consommations normalisées du résidentiel en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie

Evolution du parc d'appareil 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 ;
- le facteur d'émission moyen par polluant, traduisant le renouvellement tendanciel du parc ;
- la réduction supplémentaire du facteur d'émission moyen sur les territoires étant actuellement dotés d'un Fonds Air Bois : le Pays voironnais, Grenoble Alpes Métropole, Le Grésivaudan. Il a été considéré que le FAB était prolongé jusqu'en 2022 sur la base de :
 - Métropole grenobloise : 414 dossiers/an
 - Grésivaudan : 324 dossiers/an
 - Voironnais : 124 dossiers/an

Evolution de la part de bois labélisé

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 :

- Ajout de la chaufferie Biomax ;
- L'évolution du nombre de petites chaufferies biomasse existant en 2020 (compilation des recensements FIBOIS, ALEC et appels à projet Région) a été réalisée en cohérence avec l'atteinte des objectifs régionaux de consommations de biomasse du SRB. Cela correspond ainsi à 81 nouvelles installations.
- Les facteurs d'émissions appliqués sont ceux de 2018, en particulier pour les PM :
 - Puissance < 1 MW : FE CITEPA d'une chaudière individuelle performante
 - Puissance ≥ 1 MW :
 - Mise en service avant 2013 : 50 mg/Nm³ à 6% d'O₂
 - Mise en service après 2013 :
 - En zone PPA2 :
 - < 20 MW : 30 mg/Nm³ à 6% d'O₂
 - ≥ 20 MW : 10 mg/Nm³ à 6% d'O₂
 - Hors zone PPA2 : 50 mg/Nm³ à 6% d'O₂

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 (hypothèses socio-économiques issues des projections SCOT intégrées dans le modèle trafic local AURG).

► 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 observé depuis 2000 (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).

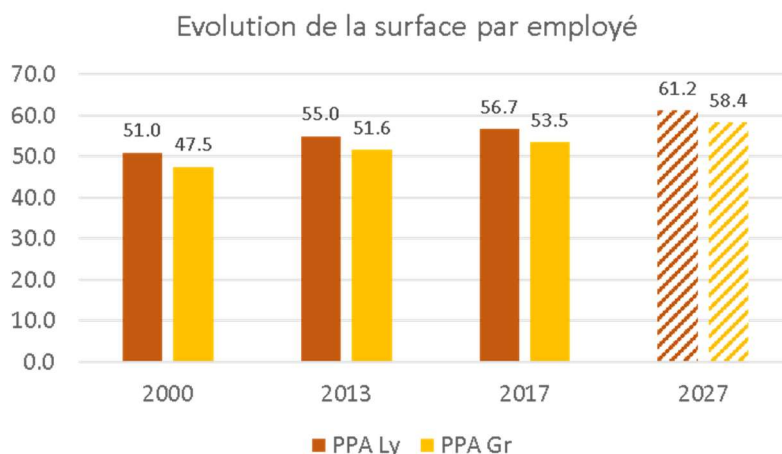


Figure 19 : Evolution de la surface par employé sur les périmètres des PPA de Lyon et Grenoble

La tendance d'évolution des consommations d'énergie est prise conforme au scénario tendanciel du Schéma Directeur des Energies (SDE) de Grenoble Alpes Métropole, sur son territoire. Et pour les autres EPCI, la prolongation de la tendance 2013-2017 présentée ci-dessous est utilisée.

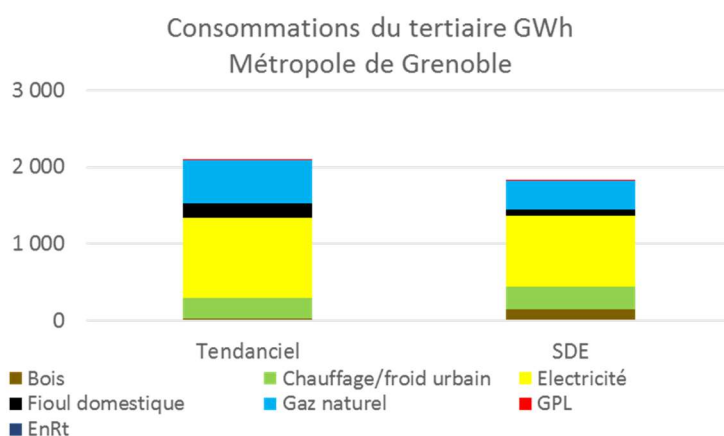


Figure 20 - Répartition des consommations du tertiaire en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie

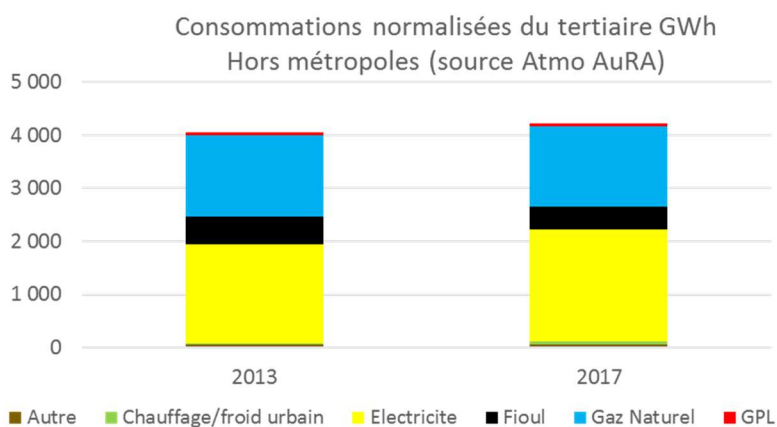


Figure 21 - Répartition des consommations normalisées du tertiaire en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie

3.2.2. Transports

► Transport routier

Dans le scénario PPA tendanciel, les hypothèses d'évolution tendancielle suivantes ont été prises en compte.

L'évolution des veh.km via les modèles trafic :

- Modèle local AURG : évolution 2015-2030 du scénario tendanciel ramenée à la période 2015-2027.
- Modèle Multimodal Régional MMR (tronçons hors périmètre modèle local) : évolution 2014-2027 des trafics VL et PL avec distinction autoroutes et autres axes

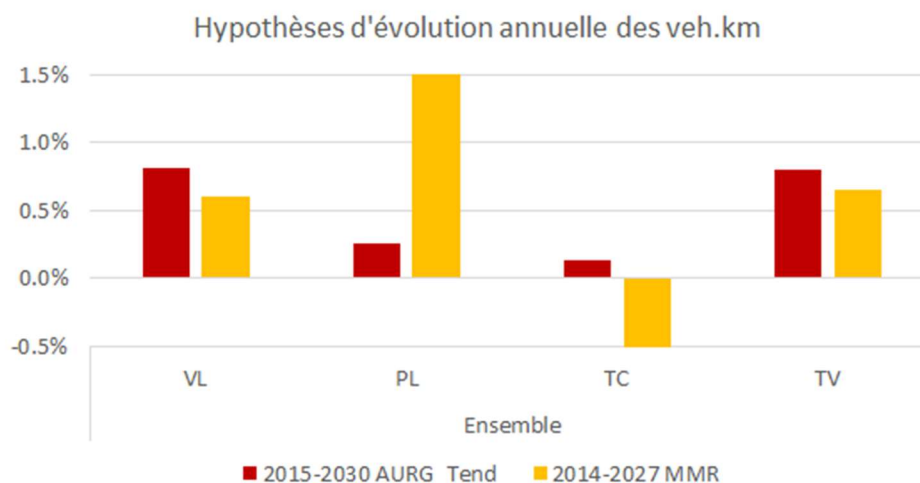


Figure 22 : Evolution annuelle moyenne des distances parcourues

L'évolution du parc dynamique :

- **Transports en Commun Urbains :**
 - Parc local 2018 (SMMAG) auquel on applique des hypothèses nationales de renouvellement (scénario AME⁶ « Avec mesures existantes »)
 - Autres territoires : parc nationale CITEPA AME.
- **Autres véhicules :** projections nationales CITEPA/METS scénario prospectif AME
 - 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

⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Projection%20Polluants%20atmosph%C3%A9riques%20-%20Sc%C3%A9narios%20prospectifs%20d%E2%80%99%C3%A9missions%20-%20Octobre%202019.pdf>

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se%20provisoire%20des%20hypoth%C3%A8ses%20et%20r%C3%A9sultats%20pour%20les%20exercices%202018-2019.pdf>



Figure 24 : Calendrier d'application de la ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole

- Dérogations inscrites dans l'arrêté d'application

► Transport ferroviaire

Les hypothèses d'évolution tendancielle suivantes ont été prises en compte

- 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 : hypothèse du MMR +0.1%/an
- Stabilisation de la part des trains.km à motorisation thermique
- Réseaux de transport urbain (Tram) : hypothèses du modèle trafic AURG

► Transport aérien

Les hypothèses d'évolution tendancielle suivantes ont été prises en compte

Transport aérien de passagers

- 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 observée du ratio nb passagers/aéronef

3.2.3. Industries

► ICPE et Grosses industries

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



Figure 25 : Evolution des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions

► Production d'énergie

Dans les hypothèses du tendanciel PPA, a été pris en compte le raccordement plateforme Pont de Claix à la CCIAG +14 GWh gaz Vs – 14 GWh fioul.

Ainsi que les projections du SDE de Grenoble Alpes Métropole, sur le mix énergétique des réseaux de chaleur sur le territoire à horizon 2027.

Nouveaux Réseaux de chaleur	Petites chaufferies (données FIBOIS et ALEC 38)
Intégration des nouveaux réseaux : Biomax (en service depuis février 2020) Raccordement plateforme Pont de Claix à la CCIAG +14 GWh gaz Vs – 14 GWh fioul	Installations référencées dans les recensements de : <ul style="list-style-type: none"> - L'ALEC Grenoble - FIBOIS AuRA V2020 - Appels à projets R2gion Ajout de projets <1MW selon objectifs du Schéma Régional Biomasse

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs aux industries de production d'énergie et aux installations prises en compte sur le territoire.

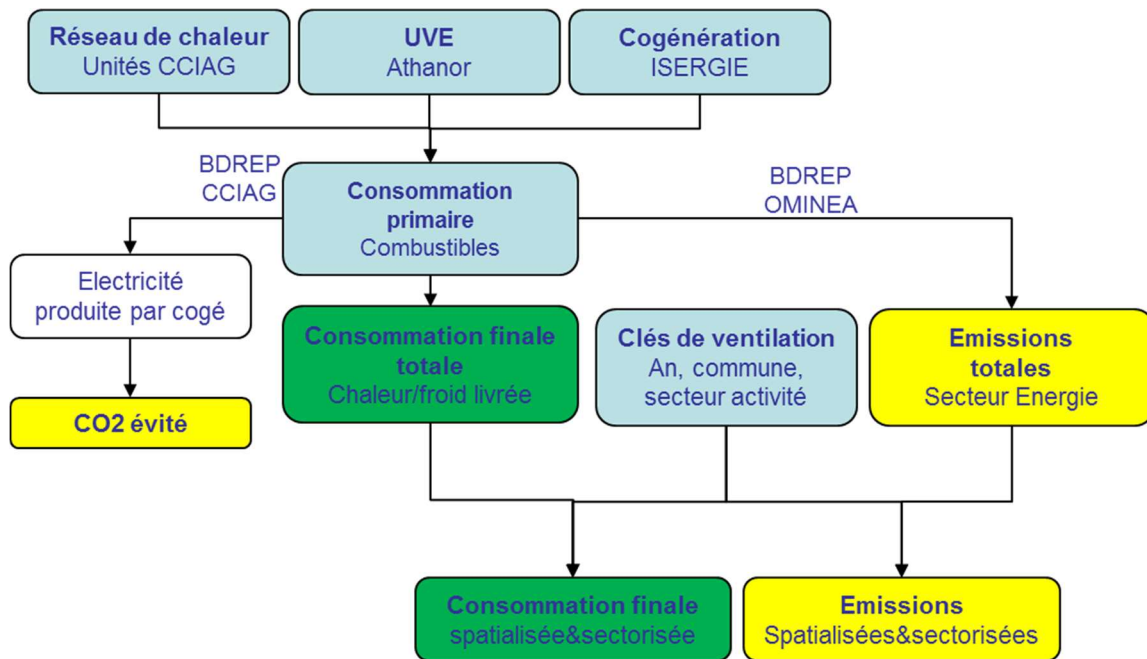


Figure 26 : Logigramme de calcul des consommations et émissions de la production d'énergie

► Carrières

Les émissions des carrières sont considérées constantes entre 2018 et 2027

► Chantiers/BTP

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)
- **des engins de chantier** tiennent compte de l'amélioration technologique du parc à horizon 2027 sur la base des hypothèses PREPA.

3.2.4. Agriculture

Les émissions énergétiques liées au secteur agricole sont considérées stables entre 2018 et 2027, sans actions PPA.

Les émissions non énergétiques sont prises en compte ainsi :

- Ajustement des données en situation actuelle (DRAAF)

PPA Grenoble	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Vaches laitières	0.724	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres bovins	0.567	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Porcins à l'engrais	1.598	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Truies	2.035	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Caprins	0.666	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Ovins	0.711	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

Figure 27 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018

PPA Grenoble	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Blé tendre d'hiver	0.810	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé tendre de printemps	0.857	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur d'hiver	1.130	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur de printemps	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Seigle et méteil	1.943	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon d'hiver	0.761	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon de printemps	1.091	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine d'hiver	0.597	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine de printemps	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Mais (grain et semence)	1.186	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Sorgho	1.165	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Triticale	0.715	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres céréales non mélangées	1.000	constant car écart non déterminé ou trop élevé
Mélanges de céréales (hors méteil)	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza d'hiver (et navette)	1.162	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Colza de printemps (et navette)	1.000	constant car pas de données Atmo
Tournesol	1.015	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Soja	0.571	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lin oléagineux	1.000	constant car donnée DRAAF nulle
Autres oléagineux	0.573	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Féveroles et fèves	0.199	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Pois protéagineux	0.759	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lupin doux	0.402	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Mais non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Tournesol non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves non alimentaires	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Autres cultures non alimentaires	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Choux, racines et tubercules fourragers	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Mais fourrage et ensilage (plante entière)	1.186	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves industrielles	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Pommes de terre	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Lin textile	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Vignes	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa

Figure 28 : Détail par type de culture des ajustements 2018

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

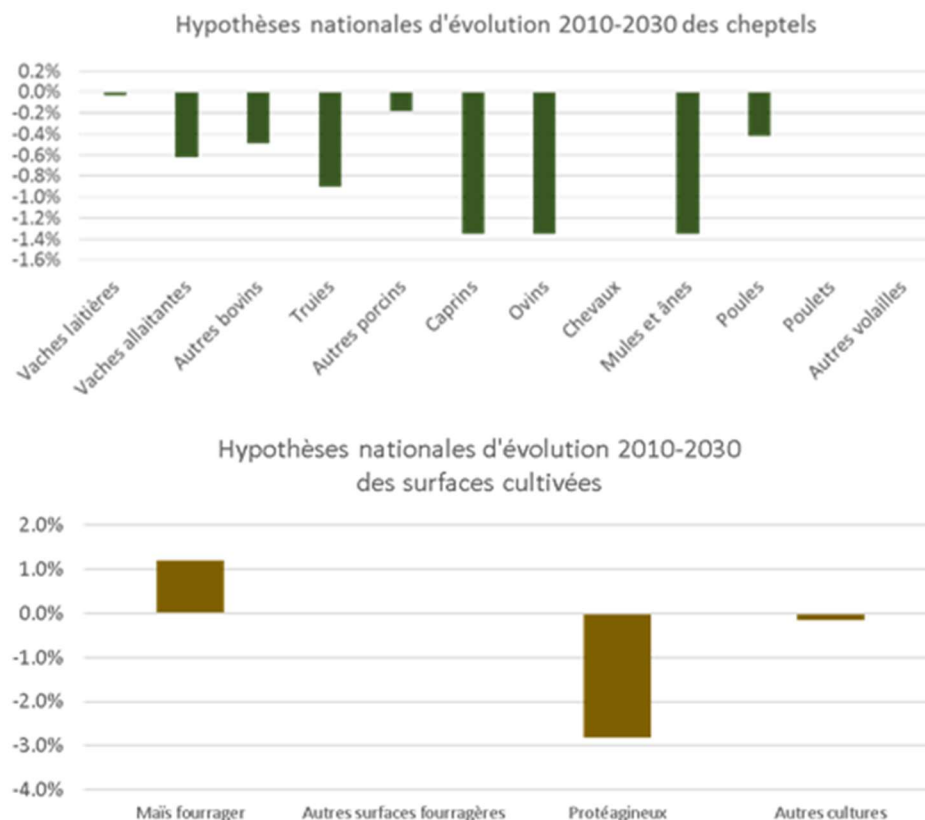


Figure 29 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures

- Les hypothèses relatives au temps passé en bâtiment/pâturage, 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)

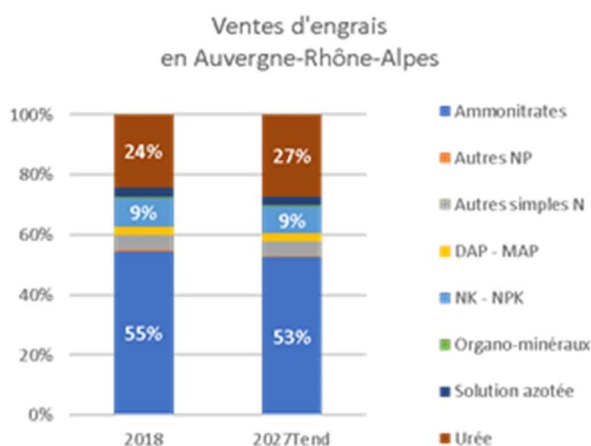


Figure 30 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais

4. Situation attendue pour le territoire de Grenoble

4.1. Précision sur le périmètre

Le périmètre retenu pour le PPA de Grenoble inclut :

- Grenoble-Alpes-Métropole (49 communes toutes dans le PPA 2)
- CC Le Grésivaudan (43 communes toutes dans le PPA 2)
- CA Pays Voironnais (31 communes toutes dans le PPA 2)
- Communauté de Communes de Bièvre Isère (50 communes dont 41 dans le PPA 2)
- Communauté de Communes Saint-Marcellin Vercors Isère (47 communes toutes dans le PPA 2)
- Communauté de Communes de Vals du Dauphiné (36 communes, une seule appartenant au PPA 2)
- Communauté de Communes Bièvre Est (14 communes toutes dans le PPA 2)
- Communauté de Communes du Trièves (27 communes toutes dans le PPA 2).

Soit au total 297 communes (24 communes de plus que dans le PPA 2).

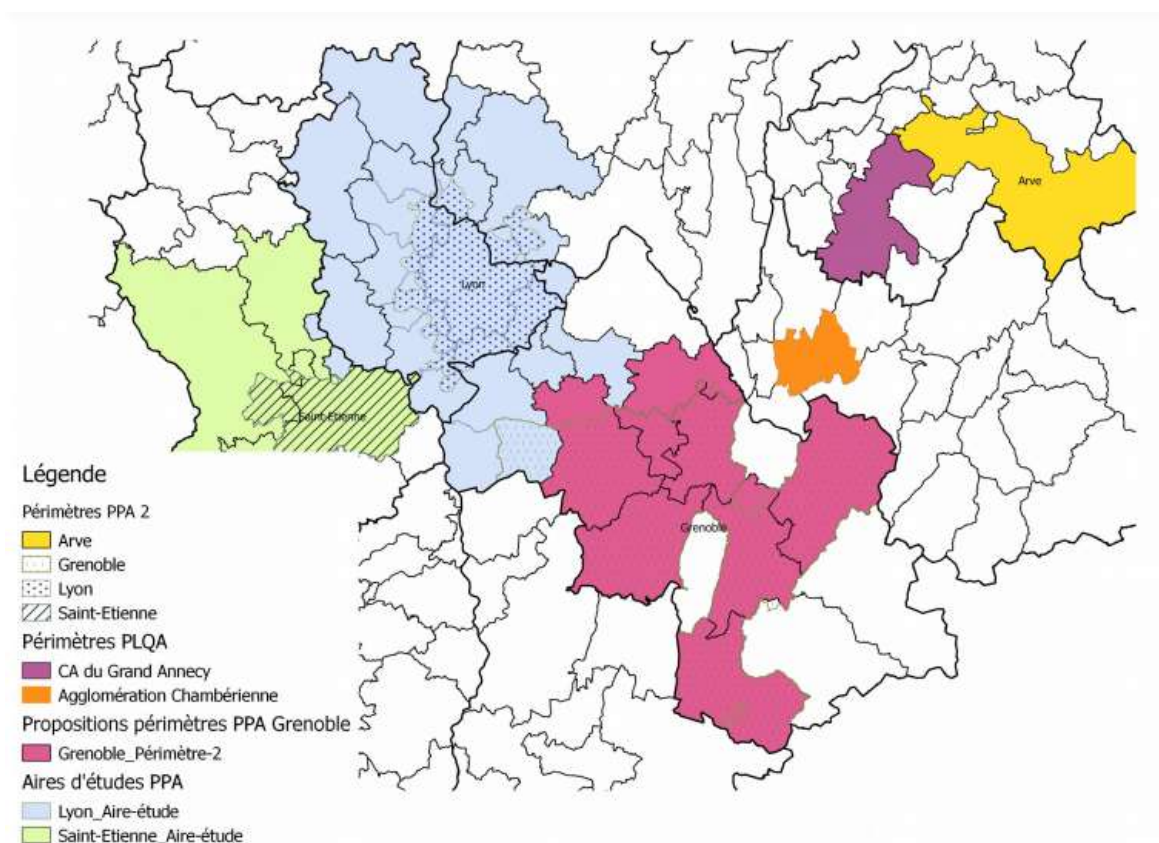


Figure 31 : périmètre du PPA3 de Grenoble

4.2. Dioxyde d'azote (NO₂)

4.2.1. Concentrations moyennes annuelles en 2017

Malgré une amélioration globale de la qualité de l'air au cours des dernières années, les concentrations moyennes annuelles en NO₂ présentaient toujours, en 2017, des dépassements de la valeur limite applicable pour ce polluant au niveau de certaines stations de mesure fixes d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Sur le territoire du PPA de Grenoble, les stations de mesure concernées sont :

- Grenoble Boulevards (48 µg/m³)
- Le Rondeau (44µg/m³)

4.2.2. Evolution des émissions à l'horizon 2027

Pour rappel, le tableau ci-dessous présente les objectifs de réduction des émissions des différents polluants atmosphériques à l'échelle nationale aux horizons 2025 et 2030 (Objectifs PREPA)

	2020	2025	2030
% par rapport à 2005			
SO₂	-55%	-66%	-77%
NOx	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH₃	-4%	-8%	-13%
PM_{2,5}	-27%	-42%	-57%

Les graphiques ci-dessous présentent les évolutions des émissions de NO_x attendus sur le territoire du PPA, dans le cadre d'une évolution tendancielle (sans action PPA).

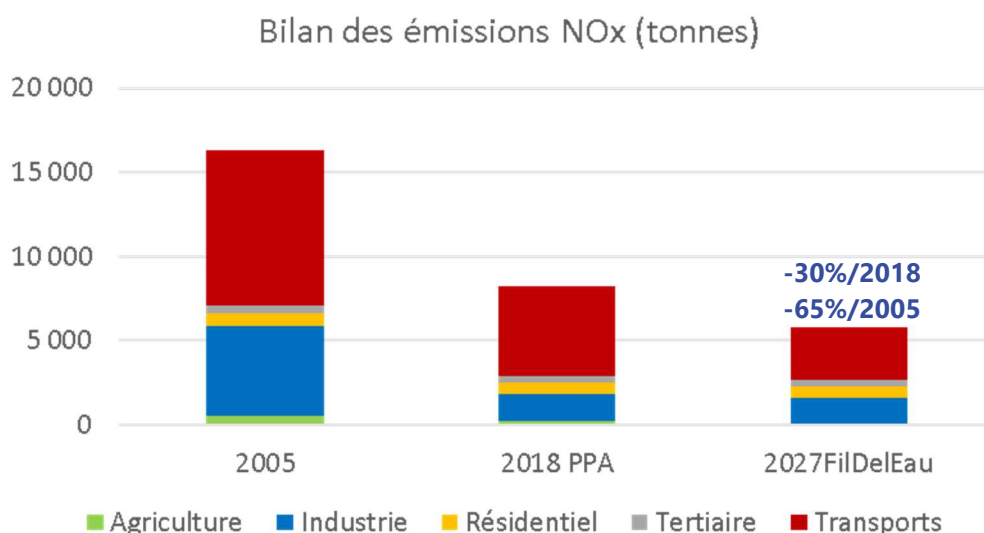


Figure 32 : Bilan des émissions de NO_x sur le territoire du PPA3 de Grenoble

Les émissions de NO_x du scénario tendanciel seraient réduites de 30% par rapport aux émissions de référence (2018) et de 65% par rapport à l'année 2005.

4.2.3. Concentrations moyennes annuelles sur l'année de référence 2017

Les cartes ci-dessous présentent les évolutions des concentrations de NOx attendues sur le territoire du PPA, en 2017 et dans le cadre d'une évolution tendancielle, à horizon 2027 (sans action PPA).

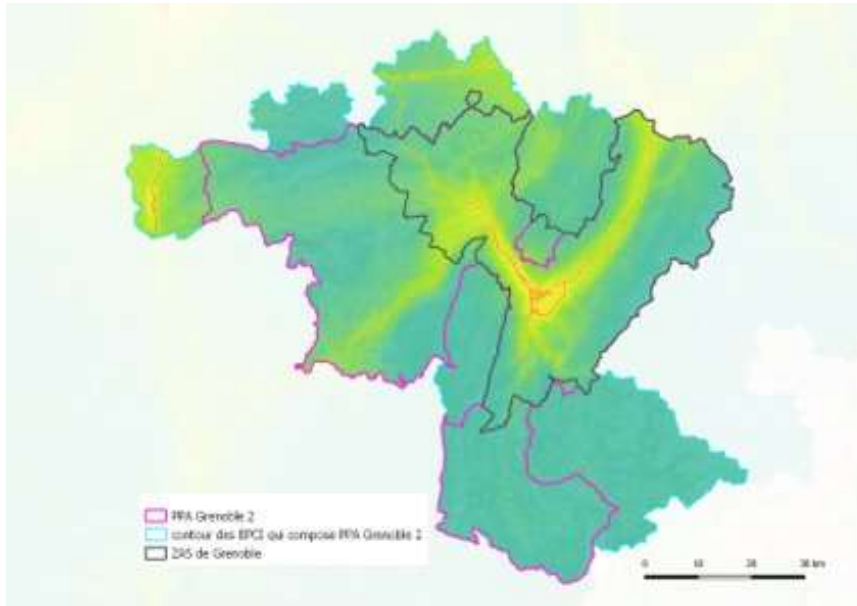


Figure 33 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO₂ sur l'année de référence 2017

4.2.4. Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027

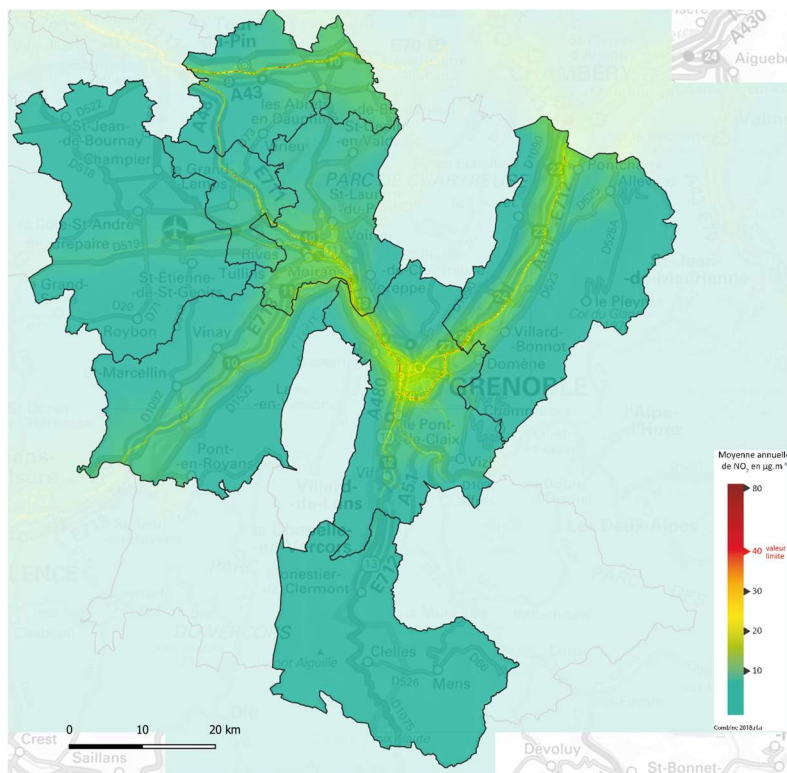


Figure 34 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO₂ attendues à l'horizon 2027 tendanciel

Les résultats de la modélisation du scénario tendanciel 2027 ne mettent quasiment plus en évidence de secteurs de dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂.

4.2.5. Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027

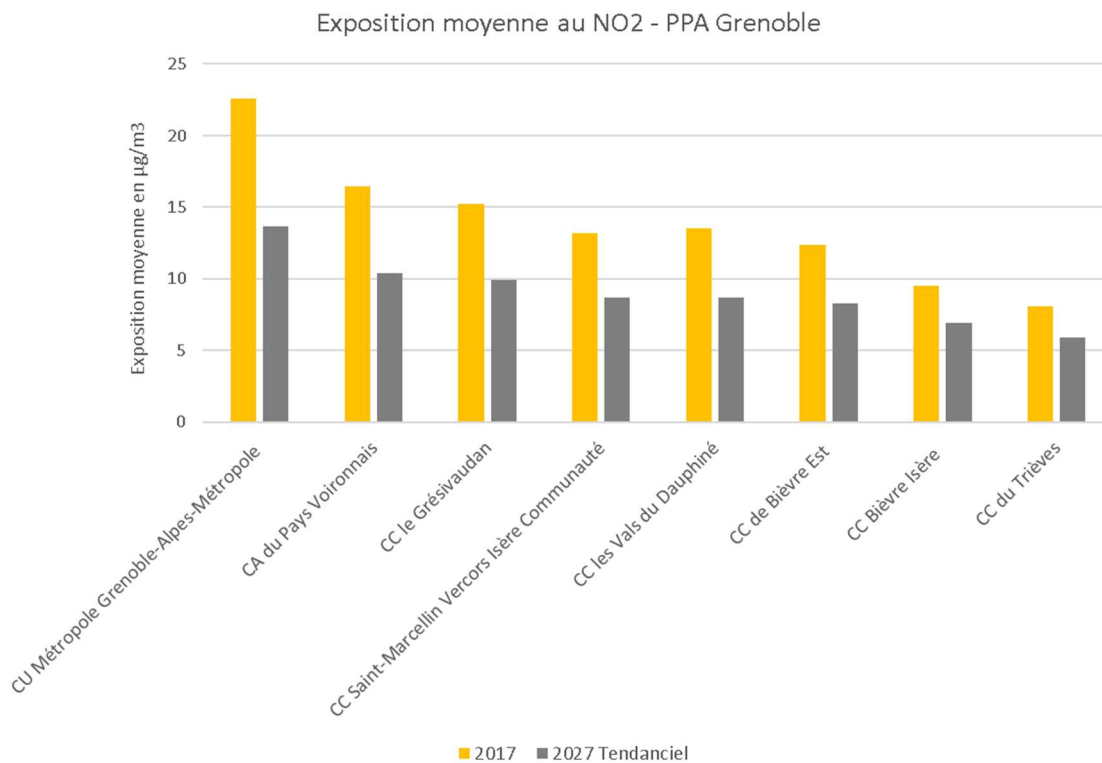


Figure 35 : Evolution de l'exposition des populations au dépassement de la valeur limite réglementaire pour le NO₂, à l'horizon 2027 tendanciel

Selon la modélisation tendancielle, on constate une baisse notable de l'exposition moyenne au NO₂ notamment sur la métropole grenobloise et moins de 10 personnes resteraient exposées à des dépassements de la valeur limite annuelle.

4.3. Particules fines (PM2,5)

4.3.1. Evolution des émissions à l'horizon 2027

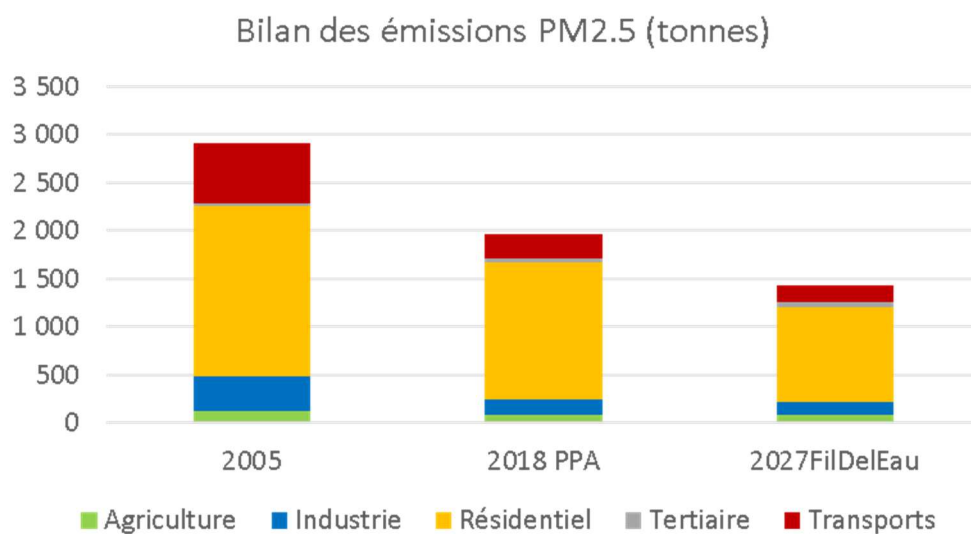


Figure 36 : Bilan des émissions de PM2,5 sur le territoire du PPA3 de Grenoble

Les émissions de PM2.5 du scénario tendanciel seraient réduites de 27% par rapport aux émissions de référence (2018) et de 51% par rapport à l'année 2005.

4.3.2. Concentrations moyennes annuelles sur l'année de référence 2017

Les cartes ci-dessous présentent les évolutions des concentrations de polluants en 2017 et attendus sur le territoire du PPA, dans le cadre d'une évolution tendancielle, à horizon 2027 (sans action PPA).

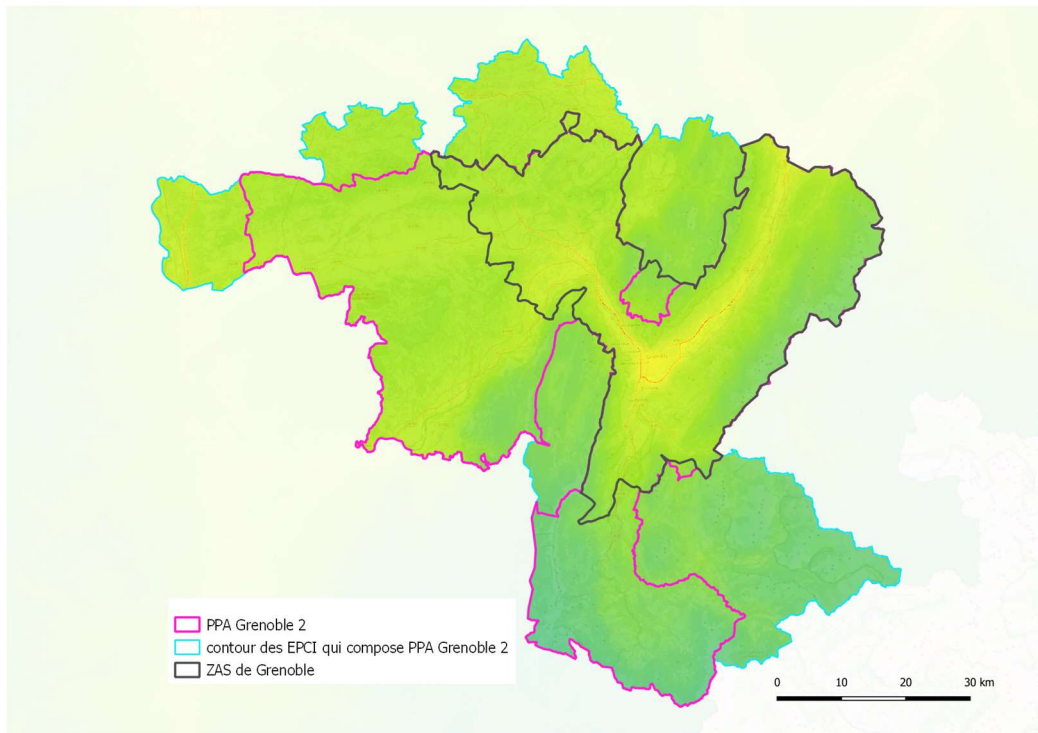


Figure 37 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} sur l'année de référence 2017

4.3.3. Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027

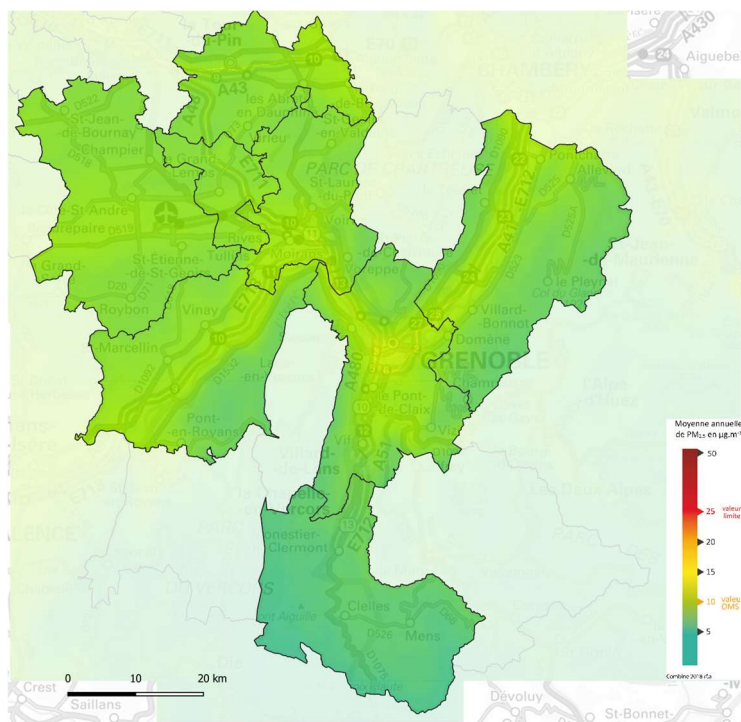
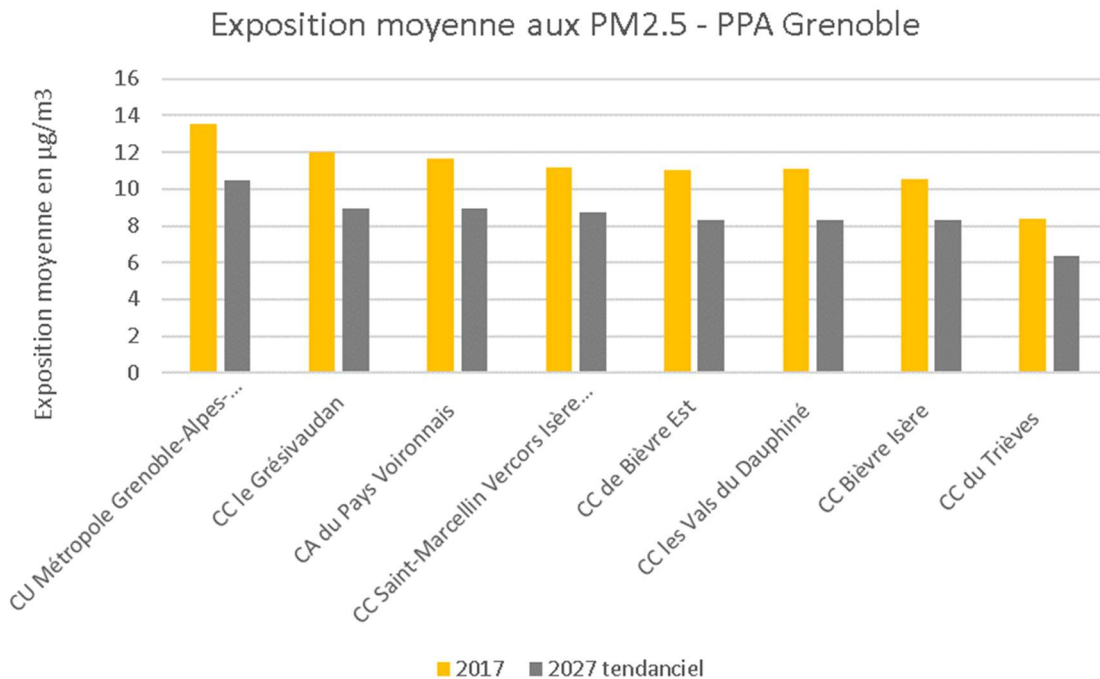


Figure 38 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} attendues à l'horizon 2027 tendanciel

4.3.4. Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027



Selon la modélisation tendancielle, malgré une baisse de l'exposition moyenne aux particules PM2,5, environ 374 000 habitants (~47% de la population du PPA) resteraient exposés à des concentrations de PM2,5 supérieures à la valeur guide de l’OMS pour ce polluant.

4.4. Particules fines (PM10)

4.4.1. Evolution des émissions à l'horizon 2027

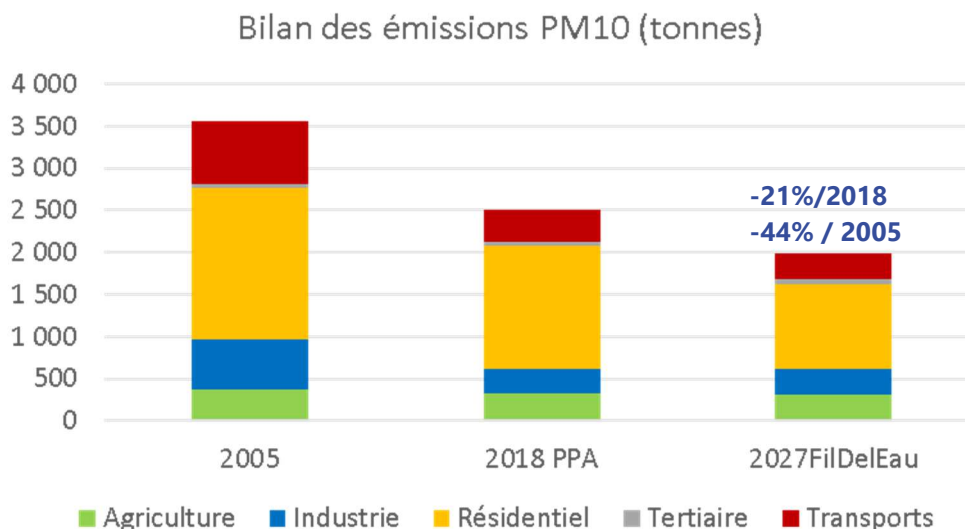


Figure 39 : Bilan des émissions de PM2.5 sur le territoire du PPA3 de Grenoble

Les émissions de PM10 du scénario tendanciel seraient réduites de 21% par rapport aux émissions de référence (2018) et de 44% par rapport à l'année 2005.

4.4.2. Concentrations moyennes annuelles sur l'année de référence 2017

Les cartes ci-dessous présentent les évolutions des concentrations de polluants attendus sur le territoire du PPA, en 2017 et dans le cadre d'une évolution tendancielle en 2027 (sans action PPA).

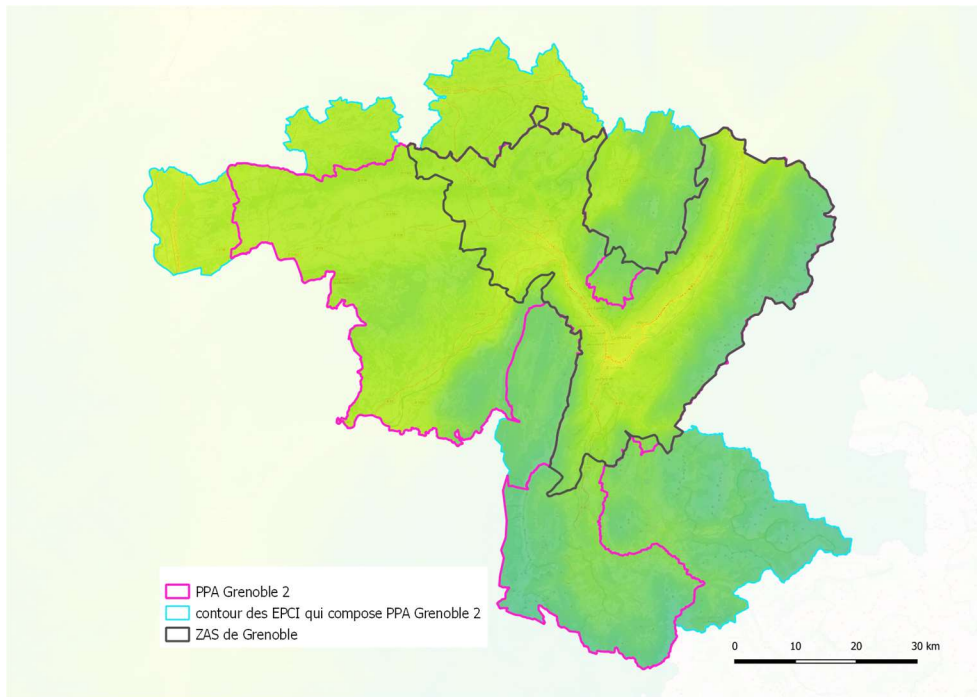


Figure 40 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10, sur l'année de référence 2017

4.4.3. Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027

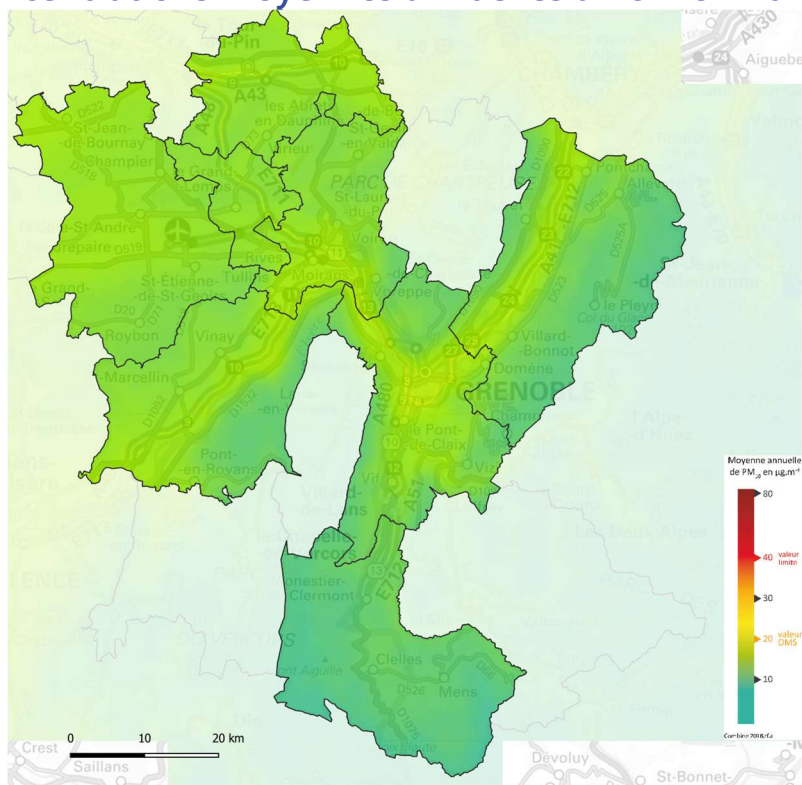


Figure 41 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues à l'horizon 2027 tendanciel

4.4.4. Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027

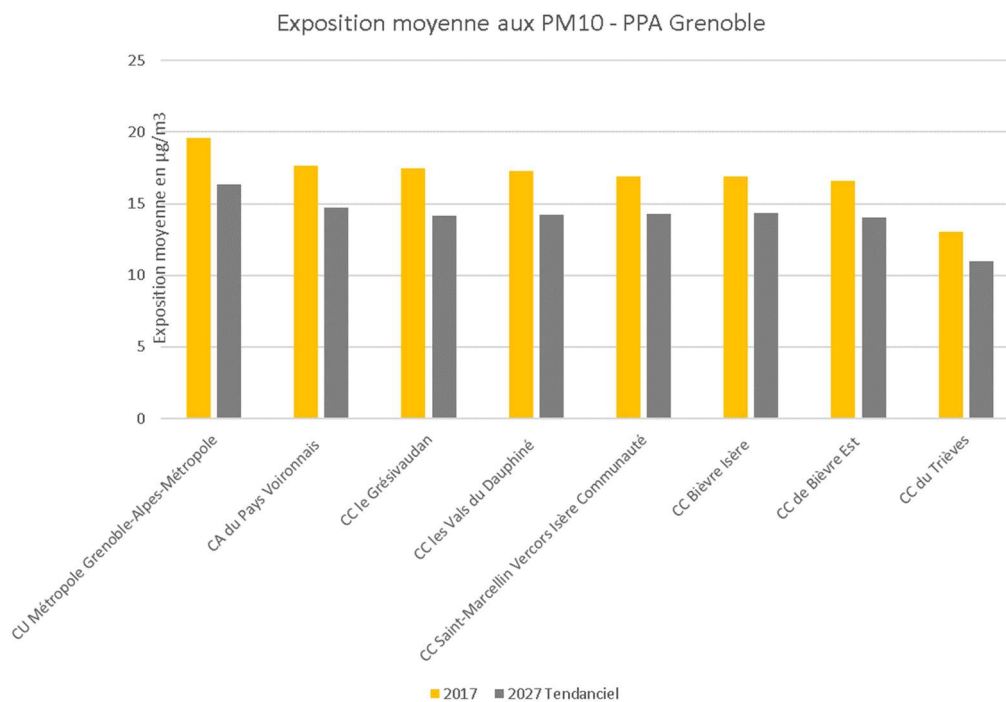


Figure 42 : Evolution de l'exposition moyenne aux PM10 sur le périmètre PPA entre 2017 et le scénario 2027 tendanciel

Selon la modélisation tendancielle, malgré une baisse de l'exposition moyenne aux particules PM10, environ 1000 habitants (~0,1% de la population du PPA) resteraient exposés à des concentrations de PM10 supérieures à la valeur guide de l'OMS pour ce polluant.