

PROJET D'AMÉNAGEMENT « MARNAZ DE DEMAIN »

MARNAZ [Haute-Savoie/74]



VOLET AIR & SANTÉ

ÉTAT ACTUEL ET ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 241 024 137
V1b

11 juin 2025

TechniSim
Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteurs	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude-Marnaz_de_Demain-Air&Santé_N1.doc	1	29/01/2025	État initial et Analyse des impacts	Première version	BA TS	RG	RG
Rapport_étude-Marnaz_de_Demain-Air&Santé_N1a.docx	1a	11/02/2025	État initial et Analyse des impacts	Reprise suite à la correction de l'étude trafic	BA TS	RG	RG
Rapport_étude-Marnaz_de_Demain-Air&Santé_N1b.docx	1b	11/06/2025	État initial et Analyse des impacts	Intégration des remarques Intégration des effets cumulés de la finalisation de la ZAC ECOTEC avec la réalisation du projet Marnaz de Demain	CC	CC	RG



MAIRIE DE MARNAZ

44 Rue de la Mairie

BP6 – 74460 Marnaz

Tél. : 04 50 98 35 05

**Projet d'aménagement « Marnaz de Demain »
Marnaz [74]**

**Volet Air & Santé
État actuel et analyse des impacts**

TECHNISIM CONSULTANTS

316 Rue Paul Bert

69003 LYON

Tél. : 04 37 69 92 80

Mèl : technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

PRÉAMBULE 11

1. Contexte général 12

2. Contexte législatif..... 12

3. Présentation du projet..... 13

4. Présentation du volet Air et santé..... 13

 4.1. Définition des paramètres de l’étude..... 13

 4.2. Définition du niveau de l’étude 14

ÉTAT ACTUEL 16

5. Contenu de l’état actuel..... 17

6. Contentieux européen et décision du Conseil d’ÉTAT..... 17

7. Documents de Planification 18

8. Identification des principales sources d’émissions atmosphériques..... 28

 8.1. Inventaire des émissions 28

 8.1.1. Les émissions franciliennes 28

 8.2. Réseaux de transports..... 29

 8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire 29

 8.4. Registre des émissions polluantes 30

 8.5. Synthèse..... 30

9. Qualité de l’air..... 31

 9.1. Réglementation française..... 31

 9.2. Procédure de révision de la directive européenne sur l’air ambiant..... 32

 9.3. Recommandations de l’OMS 34

 9.4. Procédures d’information et d’alerte..... 35

 9.4.1. Fonctionnement de la procédure 35

 9.4.2. Historique des dépassements..... 36

 9.5. Indice ATMO..... 37

 9.6. Stations de mesure 38

 9.7. Secteurs à enjeux en termes de qualité de l’air 40

 9.7.1. Modélisations Atmo Auvergne-Rhône-Alpes..... 40

 9.7.2. Zones sensibles pour la qualité de l’air 42

 9.7.3. Zones couvertes par un PPA 42

 9.8. Synthèse..... 43

10. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé 43

10.1. Morbidité et coûts associés..... 44

10.2. Mortalité..... 44

11. Analyse de la zone d’étude..... 48

 11.1. Recensement des projets existants ou approuvés..... 48

 11.2. Données météorologiques et topographiques 48

 11.3. Occupation des sols 49

 11.4. Identification des Zones à enjeux sanitaires par ingestion..... 49

 11.5. Analyse de la population de la zone d’étude..... 50

 11.6. Identification des établissements vulnérables 50

 11.7. Synthèse 51

12. Mesures in situ 51

 12.1. Déroulement de la campagne de mesure 51

 12.2. Conditions météorologiques pendant la campagne de mesure 52

 12.3. Indice Atmo pendant la campagne de mesure 53

 12.4. Résultats des mesures 53

 12.4.1. Particules PM10 et PM2,5 53

 12.4.2. Dioxyde d’azote 55

 12.4.3. Comparaison avec les données Atmo Auvergne-Rhône-Alpes 56

 12.4.4. Synthèse des résultats 56

13. Perspective d’évolution de l’état actuel 58

ANALYSE DES IMPACTS 59

14. Impacts du projet en phase chantier..... 60

 14.1. Généralités..... 60

 14.2. Identification des émissions atmosphériques 60

 14.3. Émissions liées aux activités des chantiers - approche qualitative 60

 14.4. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier 61

 14.5. Synthèse 63

15. Impact du projet sur la qualité de l’air en phase exploitation 63

 15.1. Émissions provenant des bâtiments créés 63

 15.1.1. Émissions atmosphériques issues des bâtiments..... 63

 15.1.2. Impacts du projet sur la qualité de l’air..... 64

 15.2. Impact du trafic liés au projet 64

 15.2.1. Brins routiers étudiés 64

 15.2.2. Flux de trafic – Indicateur VK..... 67

 15.2.3. Émissions atmosphériques du réseau d’étude..... 67

 15.2.4. Résultats du calcul des émissions de gaz à effet de serre 71

 15.3. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique 72

15.3.1. Méthodologie.....72

15.3.2. Pollution de fond.....73

15.3.3. Résultats de la dispersion atmosphérique.....74

15.3.4. Résultats des substances réglementées75

15.4. Conclusion de l’impact du projet sur la qualité de l’air..... 82

16. Effets de la pollution atmosphérique sur la santé 83

16.1. Évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS] 83

16.1.1. Hypothèses de travail retenues83

16.1.2. Contenu et démarche de l’EQRS83

16.1.3. Évaluation de l’indicateur sanitaire pour les effets à seuil : Quotient de danger88

16.1.4. Évaluation de l’indicateur sanitaire pour les effets sans seuil : calcul de l’Excès de Risque Individuel (ERI).....92

16.1.5. Incertitudes relatives à l’EQRS95

16.2. Synthèse – Impacts du projet sur la santé 96

17. Évaluation des consommations énergétiques 97

18. Coûts collectifs de l’impact sanitaire 97

18.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques..... 97

18.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre..... 98

19. Estimation des effets cumulés avec la ZAC ECOTEC 99

19.1. Présentation du contexte / hypothèses 99

19.2. Flux de trafic – Indicateur VK sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés avec la ZAC ECOTEC100

19.3. Consommations énergétiques sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés avec la ZAC ECOTEC101

19.4. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés avec la ZAC ECOTEC101

19.5. Émissions de GES sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés avec la ZAC ECOTEC103

19.6. Conclusion des effets cumulés de la finalisation de la ZAC ECOTEC sur la réalisation du projet Marnaz de Demain.103

20. Mesures de prévention et de protection contre la pollution atmosphérique104

20.1. Généralités de la séquence ERC dans le cadre de la thématique Air / Santé104

20.1.1. Mesures d’évitement104

20.1.2. Mesures de réduction104

20.1.3. Compensation106

20.2. Séquence ERC dans le cadre du projet Marnaz de demain106

CONCLUSION107

21. Conclusion.....108

21.1. Conclusion État actuel 108

21.2. Conclusion Analyse des impacts 110

21.3. Conclusion Effets cumulés de la ZAC ECOTEC avec le projet Marnaz de Demain112

ANNEXES 113

Annexe n°1 : Fiches descriptives 114

Annexe n°2 : Conditions météorologiques lors des mesures *in situ* 118

Annexe n°3 : Métrologie des polluants 119

Annexe n°4 : Presentation des substances mesurées..... 122

Annexe n°5 : Réglementation des polluants atmosphériques 125

Annexe n°6 : Lignes directrices de l’OMS 127

Contact..... 128

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre du projet.....13

Figure 2 : Zone d’étude définie pour le volet Air et Santé (bande d’étude de 200 m centrée sur la voirie étudiée).....14

Figure 3 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air17

Figure 4 : La hiérarchie des normes (Institut Paris Région, mars 2022).....19

Figure 5 : Bilan des émissions annuelles pour le territoire de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes, estimations faites en 2024 pour l'année 2022 (Atmo Auvergne Rhône-Alpes)28

Figure 6 : Principaux axes routiers à proximité.....29

Figure 7 : Environnement urbain du projet par typologie de bâtiments30

Figure 8 : Nombre de jours de déclenchement de procédures d’information et d’alerte pour la Vallée de l’Arve de 2019 à 202436

Figure 9 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021 ..37

Figure 10 : Historique de l’indice ATMO pour la commune de Marnaz.....37

Figure 11 : Localisation des stations de mesure Atmo Auvergne-Rhône-Alpes par rapport au projet.....38

Figure 12 : Concentrations annuelles moyennes en NO₂ – Station “Passy”39

Figure 13 : Concentrations annuelles moyennes en PM10– Stations “Sallanches Régie” et “Passy”39

Figure 14 : Concentrations annuelles moyennes en PM2,5 – Station “Passy”39

Figure 15 : Nombre de jours de dépassement du seuil de protection de la santé pour l’ozone– Station “Passy”39

Figure 16 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)41

Figure 17 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)41

Figure 18 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)41

Figure 19 : Cartographie de la modélisation du nombre de jours de dépassement du seuil de protection de la santé en ozone, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)41

Figure 20 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l’air selon le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes.....42

Figure 21 : Zone couverte par le PPA de la Vallée de l’Arve42

Figure 22 : Poids total de l’exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l’échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) [Santé Publique France]45

Figure 23 : Poids total de l’exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l’échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) [Santé Publique France]46

Figure 24 : Poids total de l’exposition à long terme aux PM2,5 sur l’espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l’échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) [Santé Publique France]46

Figure 25 : Rose des vents de la station météorologiques Bonneville-La Foulaz.....49

Figure 26 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com).....49

Figure 27 : Composition de la zone d’étude.....49

Figure 28 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2019) 50

Figure 29 : Localisation des établissements vulnérables 51

Figure 30 : Réceptacle et tube passif pour NO₂ et micro-capteur laser 51

Figure 31 : Emplacements des points de mesure *in situ* 52

Figure 32 : Indice de la qualité de l’air pendant la campagne de mesures *in situ*..... 53

Figure 33 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°2 54

Figure 34 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°4 54

Figure 35 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°5 55

Figure 36 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°8 55

Figure 37 : Résultats des mesures en dioxyde d’azote 56

Figure 38 : Résultats des mesures *in situ*..... 57

Figure 39 : Réseau routier considéré 66

Figure 40 : Indices VK du réseau d’étude..... 67

Figure 41 : Évolution de la composition du parc national de véhicules particuliers pour le scénario AME 68

Figure 42 : Émissions journalières du réseau d’étude – Dioxyde d’azote 70

Figure 43 : Émissions journalières du réseau d’étude – Particules PM10 70

Figure 44 : Émissions journalières du réseau d’étude – Particules PM2,5 70

Figure 45 : Émissions journalières du réseau d’étude – Composés Organiques Volatils Non Méthaniques 70

Figure 46 : Évolution des émissions de GES (échelle logarithmique) 71

Figure 47 : Modélisation gaussienne d’un panache 72

Figure 48 : Modèle Numérique de Terrain 73

Figure 49 : Emplacement des zones d’habitation du projet..... 76

Figure 50 : Horizon 2024 Actuel – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en NO₂ 78

Figure 51 : Horizon 2027 Fil de l’eau – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en NO₂ . 78

Figure 52 : Horizon 2044 Projet – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en NO₂..... 78

Figure 53 : Horizon 2024 Actuel – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en PM10 81

Figure 54 : Horizon 2044 Fil de l’eau – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en PM10 81

Figure 55 : Horizon 2044 Projet – concentration (µg/m³) moyenne annuelle en PM10..... 81

Figure 56 : Schéma conceptuel de la démarche d’une ERS 83

Figure 57 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence..... 84

Figure 58 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident de la zone d’étude » 91

Figure 59 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Jeune enfant en crèche » 91

Figure 60 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Élève en école maternelle » 91

Figure 61 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Élève en école élémentaire » 91

Figure 62 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident en maison de retraite » 92

Figure 63 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident du projet » pour chaque zone..... 92

Figure 64 : Consommation moyenne de carburant par jour 97

Figure 65 : Coût annuel de la pollution atmosphérique 98

Figure 66 : Coût annuel des émissions de GES 99

Figure 67 : Réseau d’étude pour l’évaluation des effets cumulés : réseau d’étude projet Marnaz de Demain (brins n°1 à 15) additionné au réseau d’étude de la finalisation de la ZAC ECOTEC (brins n°17 à 19).....99

Figure 68 : Indices VK du réseau d’étude retenu pour les effets cumulés.....100

Figure 69 : Consommation moyenne de carburant en tonne équivalent pétrole par jour sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés101

Figure 70 : Émissions journalières du réseau d’étude retenu pour les effets cumulés – Dioxyde d’azote102

Figure 71 : Émissions journalières du réseau d’étude retenu pour les effets cumulés – Particules PM10.....102

Figure 72 : Émissions journalières du réseau d’étude retenu pour les effets cumulés – Particules PM2,5.....102

Figure 73 : Émissions journalières du réseau d’étude retenu pour les effets cumulés – Composés Organiques Volatils Non Méthaniques.....103

Figure 74 : Évolution des émissions de GES (échelle logarithmique) sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés103

Figure 75 : Bilan écologique de la séquence ERC104

Figure 76 : Décroissance de la pollution atmosphérique en fonction de la distance aux axes routiers (source infographie: Atmo Auvergne Rhône-Alpes).....105

Figure 77 : Taux de décroissance de la pollution atmosphérique en fonction des étages (source infographie: Atmo Auvergne Rhône-Alpes)105

Figure 78 : Illustration des morphologies urbaines à éviter / privilégier (source infographie: Atmo Auvergne Rhône-Alpes)105

Figure 79 : Synthèse des enjeux.....109

Figure 80 : Températures enregistrées lors de la campagne118

Figure 81 : Précipitations enregistrées lors la campagne118

Figure 82 : Ensoleillement enregistré lors la campagne118

Figure 83 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d’azote (Passam)119

Figure 84 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu.....121

Figure 85 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA).....123

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic14

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti.....15

Tableau 3 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé20

Tableau 4 : Valeurs réglementaires (µg/m³)31

Tableau 5 : Valeurs limites réglementaires actuelles, objectifs intermédiaires pour 2030 et proposition de valeurs limites pour 2035 selon la proposition de révision par la commission européenne33

Tableau 6 : Recommandations de l'OMS (µg/m³)34

Tableau 7 : Seuils de déclenchement en µg/m³ des niveaux d'information et d'alerte35

Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.....38

Tableau 9 : Résultats des modélisations Atmo Auvergne-Rhône-Alpes en 202340

Tableau 10 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2021 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (EEA 2023)45

Tableau 11 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)46

Tableau 12 : Impact des PM10 et du NO2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95 %).47

Tableau 13 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1^{er} juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)48

Tableau 14 : Liste des établissements vulnérables50

Tableau 15 : Résultats des mesures en continu des particules PM1053

Tableau 16 : Résultats des mesures en continu des particules PM2,554

Tableau 17 : Seuils réglementaires et recommandations OMS55

Tableau 18 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]55

Tableau 19 : Comparaison des mesures *in situ* et des résultats de la station Atmo Aura56

Tableau 20 : Ampleur relative des émissions de polluants dues aux activités de construction60

Tableau 21 : Caractéristiques des brins routiers étudiés65

Tableau 22 : Émissions globales du réseau d'étude pour les scénarios traités69

Tableau 23 : Quantité de GES produite en kgeqCO2 / jour71

Tableau 24 : Influence de chaque secteur (hors trafic routier) sur la pollution de fond actuelle73

Tableau 25 : Évolution par secteur des émissions de polluants en 2044 par rapport à 2024 à l'échelle nationale74

Tableau 26 : Concentrations de fond à l'horizon 2044..... 74

Tableau 27 : Concentrations (µg/m³) maximales relevées dans la zone d'étude..... 74

Tableau 28 : Concentrations (µg/m³) maximales relevées dans la zone d'étude pour les polluants spécifiques à l'évaluation des risques sanitaires 75

Tableau 29 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle 76

Tableau 30 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne journalière 77

Tableau 31 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne horaire 77

Tableau 32 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle.. 79

Tableau 33 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne journalière 79

Tableau 34 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle. 80

Tableau 35 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne journalière 80

Tableau 36 : Récapitulatif des normes de la qualité de l'air dans la réglementation française 82

Tableau 37 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuil – Exposition Chronique par inhalation 85

Tableau 38 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets sans seuil par inhalation 86

Tableau 39 : Paramètres retenus pour l'exposition par inhalation 88

Tableau 40 : Quotients de danger - Inhalation 90

Tableau 41 : Hypothèses d'exposition pour le calcul de l'ERI..... 93

Tableau 42 : Excès de risque individuel 94

Tableau 43 : Étapes de l'EQRS et incertitudes associées 95

Tableau 44 : Consommation de carburant [Tep / jour] 97

Tableau 45 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2010 (en €2010 / 100 véhicules x km) 97

Tableau 46 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier 98

Tableau 47 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier 99

Tableau 48 : Caractéristiques des brins du réseau d'étude pour les effets cumulés 100

Tableau 49 : Consommation de carburant [tep/jour] sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés..... 101

Tableau 50 : Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés pour les scénarios traités 101

Tableau 51 : Quantité de GES produite en kgeqCO2 / jour sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés 103

Tableau 52 : Synthèse des impacts du projet Marnaz de Demain 111

Tableau 53 : Synthèse des effets cumulés de la finalisation de la ZAC ECOTEC avec la réalisation du projet Marnaz de Demain sur le réseau d'étude retenu pour l'analyse des effets cumulés..... 112

Tableau 54 : Critères nationaux de la qualité de l'air 125

GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l’Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Agence Européenne de l’Environnement
ALD	Affections Longues Durées
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Ba	Baryum
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes
CAA	Concentration Admissible dans l’Air
Cd	Cadmium
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès
Centile	Les centiles correspondent à des valeurs qui divisent un ensemble d'observations en 100 parties égales. C’est-à-dire, par exemple, le centile 90 correspond à la valeur pour laquelle 90 % des données ont une valeur inférieure et 10 % des données ont une valeur supérieure.
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CGDD	Commissariat général au développement durable
CH₂O	Formaldéhyde
CH₄	Méthane
C₂H₄O	Acétaldéhyde
C₃H₄O	Acroléine
C₄H₆	1,3-Butadiène
C₆H₆	Benzène
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d’Étude de la Pollution Atmosphérique
CJUE	Cour de justice de l’Union européenne
CMI	Concentration Moyenne Inhalée
CO	Monoxyde de carbone
CO₂	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	CORe INventories AIR
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
Cr	Chrome
DGEC	Direction générale de l'Énergie et du Climat

DGITM	Direction générale des Infrastructures, des Transports et des Mobilités
DREAL	Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques
EFSA	European Food Safety Authority
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
EICU	Effet d’Ilot de Chaleur Urbain
EIS	Évaluation de l’Impact Sanitaire
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPT	établissement public territorial
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de risque Unitaire
EQIS	Évaluation Quantitative de l’Impact Sanitaire
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
FET	Facteur d’équivalence Toxique
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l’Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS	Institut de recherche sur les transports
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IPP	Indice Pollution Population
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IREP	Registre français des émissions polluantes
kep	kilo équivalent pétrole
LOM	Loi d’Orientation des Mobilités
MRL	minimum risk level
NH₃	Ammoniac
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d’azote
NO₂	Dioxyde d’azote
NOx	Oxydes d’azote
N₂O	Protoxyde d’azote
O₃	Ozone
OAP	Orientation d’Aménagement et de Programmation

OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORS	Observatoire Régional de Santé
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
Pb	Plomb
PCET	Plan Climat Énergie Territorial
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PDU	Plan de Déplacements Urbains
PDUIF	Plan de Déplacements Urbains Ile-de-France
PIB	Produit intérieur brut
PL	Poids Lourd
PLD	Plan Local de Déplacement
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l’Air
PLU	Plan Local d’Urbanisme
PLUi	Plan Local d’Urbanisme intercommunal
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
PPA	Plan de Protection de l’Atmosphère
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l’Air
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l’Air
QD	Quotient de danger
REL	Risk Effect Level
RfC	Reference concentration
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
ROSE IdF	Réseau d'observation statistique de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre de la région Île-de-France
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
SDRIF	Schéma directeur de la région Île-de-France
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SO₂	Dioxyde de soufre
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
TCA	Tolerable concentration in air
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality

TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
TSP	Poussières Totales (<i>Total Suspended Particulate matter</i>)
TV	Tous Véhicules
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l’Air
ZPA_d	Zone de Protection de l’Air départementale

PRÉAMBULE

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Cette étude Air et Santé s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « Marnaz de Demain » sur le territoire de la commune de Marnaz [Haute-Savoie / 74].

La première partie de l'étude présente l'état actuel relatif à la qualité de l'air du domaine d'étude.

La seconde partie analyse les impacts du projet sur la qualité de l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Cette méthodologie, établie par le ministère de l'Écologie et de la Santé, fait référence dans la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact, y compris dans le cadre d'un projet d'aménagement urbain puisque ce type de projet peut amener une modification des flux de trafic de la zone d'étude.

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation de l'étude Air et Santé pour les projets d'aménagements repose sur les textes suivants :

- La loi n°76/629 du 10/07/1976 relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact ;
- La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/02/1996 ;
- La circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98 relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements ;
- La circulaire DGS n°185/2001 du 11/04/2001 relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire ;
- La circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993 prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985 ;
- La Note technique NOR : TRET1833075N du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à

la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

- Articles R221-1 à R221-3 du Code de l'environnement définissant les critères nationaux de la qualité de l'air ;
- Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014 relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du code de l'environnement ;
- Décret n° 2016-849 du 28/06/16 relatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial ;
- Décret n° 2016-753 du 07/06/16 relatif aux évaluations des émissions de Gaz à Effet de Serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains ;
- Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et également avec l'appui des documents suivants :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier ;
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de la Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières) ;
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser ;
- « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils », Guide EHESP/DGS, 2014

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet concerne le projet d'aménagement « Marnaz de Demain » qui vise notamment à une urbanisation raisonnée du cœur de ville.

La figure suivante illustre le périmètre du projet.



Figure 1 : Périmètre du projet

4. PRÉSENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ Définition du réseau d'étude

Selon la *Note technique* du 22 février 2019, le réseau d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, c'est-à-dire :

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet.

Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :

- **Supérieurs à 5 000 véhicules / jour** : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
- **Inférieurs à 5 000 véhicules / jour** : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules / jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
 - D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
 - D'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

Vis-à-vis de cette étude, le réseau routier considéré a été élaboré à partir de l'ensemble des voies prises en compte dans l'étude de circulation afférente.

Pour les modélisations des concentrations, il a également été pris en compte, en plus des brins routiers considérés dans l'étude trafic, la circulation sur la Route Blanche RD1205 à proximité de la zone du projet de façon à mieux décrire la pollution de fond sur la zone d'étude. En tout état de cause, la circulation sur cette voie ne subissant pas significativement l'influence du projet, celle-ci n'a donc pas été intégrée au réseau d'étude

❖ Définition de la bande d'étude

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du 22 février 2019*).

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type de composés étudiés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- Concernant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude dépend du trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée, et, est définie selon les données du tableau suivant.

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude, centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

❖ Définition de la zone d'étude

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet Air et Santé (*Note technique du 22 février 2019*).

Concernant la définition de la zone d'étude, il a été retenu par excès la largeur de bande d'étude correspondant à la voirie connaissant le trafic le plus important. Selon les données de l'étude circulation, il s'avère que le trafic maximal sera inférieur à 9 600 véhicules par jour à l'horizon de mise en service du projet (cf. paragraphe « 15.2.1 Brins routiers étudiés »).

Au vu du trafic considéré, la zone d'étude de l'ensemble du réseau routier étudié est définie selon une largeur de 200 mètres, centrée sur la voirie étudiée.

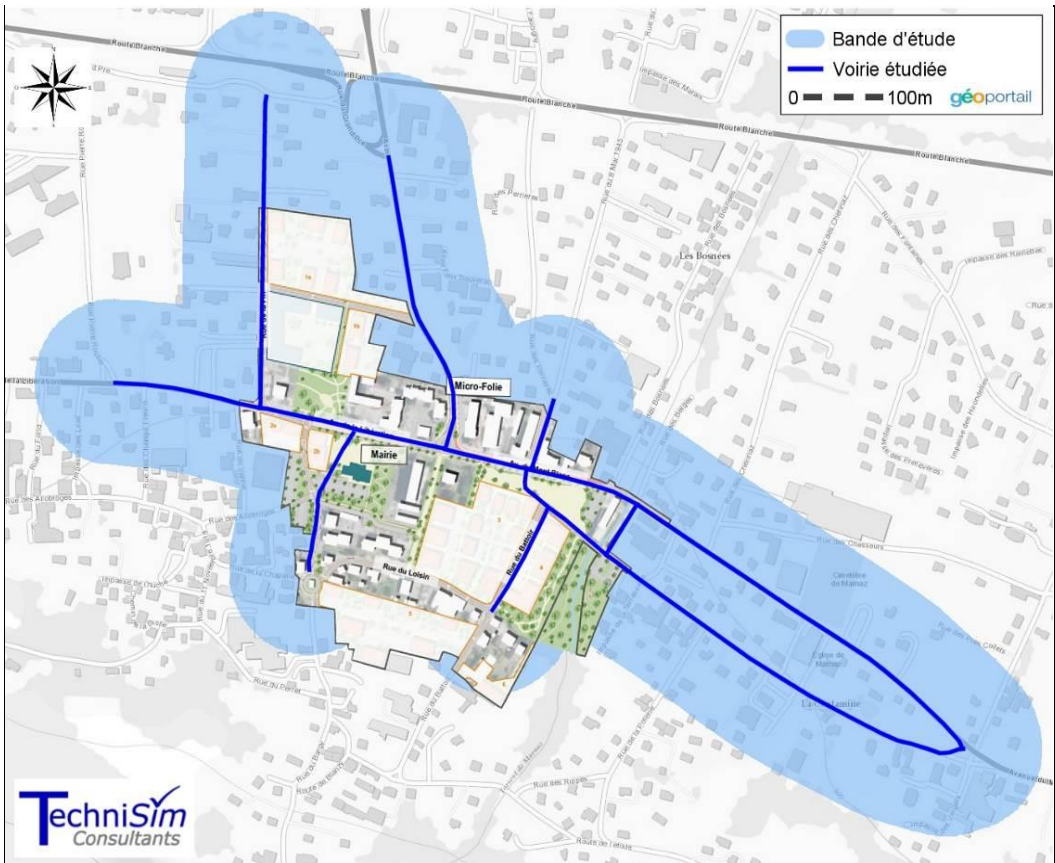


Figure 2 : Zone d'étude définie pour le volet Air et Santé (bande d'étude de 200 m centrée sur la voirie étudiée)

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés. Cela à l'aide de trois critères qui sont les suivants :

- La charge prévisionnelle de trafic en véhicules/jour ;
- La densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- La longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de déterminer les polluants à prendre en compte en fonction du degré de précision de l'étude.

Le tableau ci-dessous présente les quatre niveaux d'étude déterminés, le niveau I étant le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti

Densité la plus élevée traversée par le projet [hab./km²]	Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab./km²	I	I	II	II si Lprojet > 5 km ou III si Lprojet ≤ 5 km
2 000 hab/km² < Densité < 10 000 hab/km²	I	II	II	II si Lprojet > 25 km ou III si Lprojet ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 50 km ou III si Lprojet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Aux horizons futurs, la charge de trafic sera inférieure à 10 000 véhicules par jour sur les voies les plus importantes.

Par ailleurs, la densité de population s'élève à moins de 10 000 habitants / km² au sein de la zone d'étude et des carreaux considérés décrits dans le paragraphe « 11.5 Analyse de la population de la zone d'étude »

❖ Adaptation du niveau de l'étude

Le niveau d'étude se doit d'être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- **La présence de lieux dits 'vulnérables'** : une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables (et non sur la totalité de la bande d'étude) ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains)** : l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;
- **L'importance de la population** : si la population dans la bande d'étude dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. *Remarque* : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV ;
- **L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place** : si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Considérant le fait que le projet consiste en un aménagement urbain sis sur un territoire couvert par un Plan de Protection de l'Atmosphère, il sera réalisé une étude inspirée des études d'infrastructures routières de **niveau I**.

Par ailleurs, il est nécessaire de garder à l'esprit que, en fonction du niveau de l'étude, les exigences réglementaires diffèrent.

Ainsi, d'après la *Note technique du 22 février 2019*, les études de niveau I requièrent :

- Caractérisation de l'état actuel avec un niveau de détail adapté à une étude niveau I ;
- Campagne de mesures *in situ* ;
- Estimation des émissions de polluants sur l'ensemble du réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d'étude ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

ÉTAT ACTUEL

5. CONTENU DE L'ÉTAT ACTUEL

Dans l'étude « Air », l'état actuel permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement.

Cet état 'actuel' servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années à venir.

L'état actuel expose le contexte réglementaire et politique et la stratégie mise en œuvre en matière de qualité de l'air et dans lesquels s'inscrit le projet.

Il qualifie les enjeux et évalue les vulnérabilités existantes sur la zone d'étude.

L'état actuel doit traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE ;
- Identification, à l'échelle de la zone étudiée, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographique des zones suivantes :
 - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article 221-1 du code de l'environnement ;
 - Zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
 - Zones sensibles au regard de l'article 222-2 du Code de l'environnement ;
 - Zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM10, PM2,5, NO₂ et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans le domaine d'étude afin de réduire leurs concentrations ;
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions ;
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale, sur l'ensemble des bandes d'études du réseau d'étude ;
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du code de l'environnement ;
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations ;
- Identification dans les bandes d'études des variantes du projet, des zones de cultures présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en l'occurrence les jardins potagers ;
- Caractérisation plus fine, par rapport aux données bibliographiques, de la qualité de l'air par des mesures *in situ* dans la zone d'étude ;
- Un état sanitaire initial de la population est présenté si une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude.

6. CONTENTIEUX EUROPÉEN ET DÉCISION DU CONSEIL D'ÉTAT

La France est depuis plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote.

Bien que la qualité de l'air se soit améliorée depuis le début des procédures contentieuses, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air¹ est donnée en figure suivante.

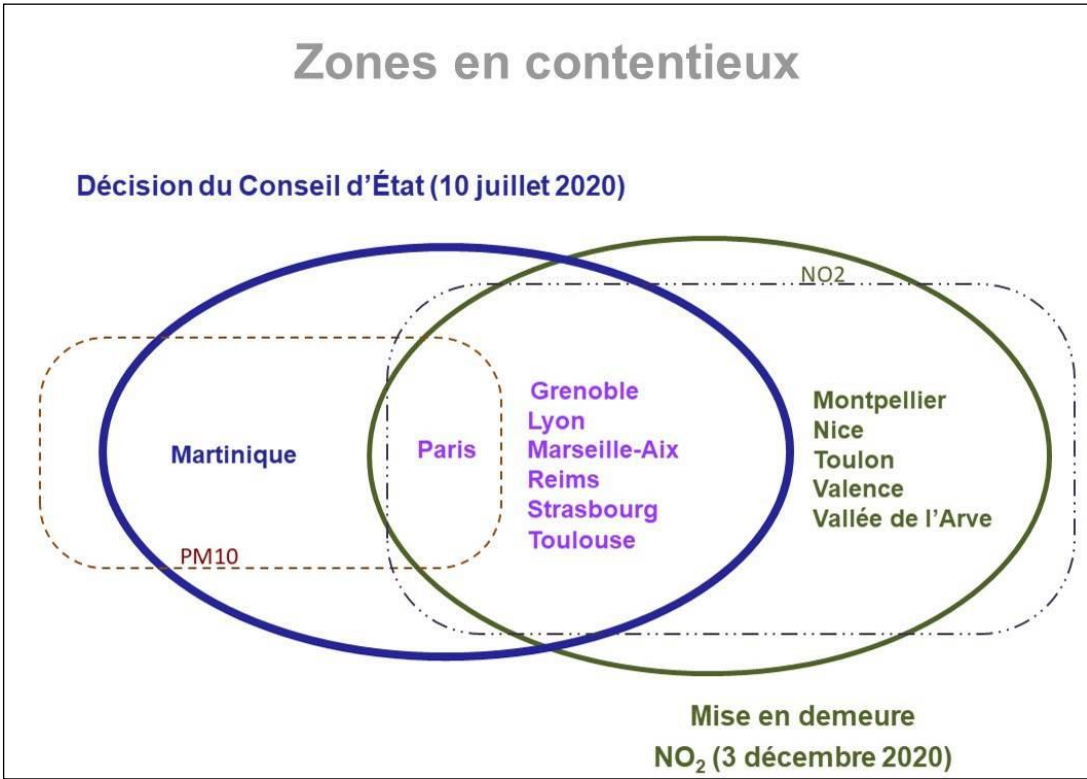


Figure 3 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air

La commune de Marnaz faisant partie de la zone de la Vallée de l'Arve, elle est incluse dans le périmètre du contentieux européen pour le dioxyde d'azote.

Pour mémoire, le Pacte Vert pour l'Europe (European Green Deal) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE. Cela bénéficiant à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

¹ <https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5>

❖ Décision de justice du Conseil d'état et astreintes financières

Le 04 août 2021, le Conseil d'État a relevé que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, Marseille-Aix et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».

Le Conseil d'État considère les mesures mises en avant pour renverser la tendance « dans le délai le plus court possible » (instauration de nouvelles zones à faible émission [ZFE], interdiction progressive des chaudières à gaz ou à fioul, entre autres) insuffisantes et incertaines. « Aucun nouveau plan de protection de l'air n'a été adopté pour les zones concernées, alors que ces plans constituent aujourd'hui un outil connu et adapté pour préciser les actions à mener et évaluer dans quel calendrier elles permettront de repasser sous les valeurs limites ».

En conséquence, le Conseil d'État condamne le Gouvernement à payer une astreinte fixe de 10 millions d'euros au titre de son premier semestre de retard sur l'astreinte (du 11 janvier au 11 juillet 2021).

Après analyse des nouveaux éléments fournis par le ministère chargé de l'écologie, en lecture de la décision n°428409 du 17 octobre 2022, le Conseil d'État liquide deux nouvelles astreintes pour le second semestre 2021 et le premier semestre 2022, soit un montant total de 20 millions d'euros.

Dans une décision rendue le 24 novembre 2023, le Conseil d'État condamne la France (pour la 3^{ème} fois) à payer deux nouvelles astreintes (minorées), d'un montant de cinq millions d'euros chacune, pour n'avoir pas suffisamment lutté contre la pollution atmosphérique lors des « semestres allant de juillet 2022 à juillet 2023 » notamment du fait de la situation à Lyon et à Paris.

À la suite de la présente décision, le Conseil d'État réexaminera les actions de l'État menées à partir du second semestre 2023 (juillet 2023-janvier 2024)².

❖ Condamnation de l'État et indemnisation de victimes :

Le 16 juin 2023, le tribunal administratif de Paris a condamné l'État à indemniser deux familles franciliennes, victimes de la pollution (leurs enfants ayant souffert de bronchiolites et d'otites à répétition), à hauteur de 3 000 euros et 2 000 euros. Le juge administratif a estimé qu'« une partie des symptômes » dont ils ont souffert a été « causée par le dépassement des seuils de pollution résultant de la faute de l'État », à savoir son incapacité à faire respecter les normes sanitaires.

Cette décision de la justice est inédite en France. En effet, il s'agit de la première affaire où la justice reconnaît un préjudice en lien avec une carence de l'État à garantir un air sain. La responsabilité de l'État avait auparavant déjà été engagée dans des affaires similaires, mais le lien de causalité entre la faute de l'État et les maladies des plaignants n'avait jamais été établi.

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions sur la thématique de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations. D'autres plans et programmes stratégiques ne sont pas dédiés à l'amélioration de la qualité de l'air mais les actions mises en œuvre ont une influence sur celle-ci.

- Échelle nationale : Code de l'environnement, Loi d'Orientations des Mobilités, Plan Climat, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC2), Loi n°2015-992 du 17 août 2015 (relative à la Transition énergétique pour la croissance verte), Plan National Santé-Environnement (PNSE).

- Échelle régionale : Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) ; Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) ; Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) et Plan Régional Santé-Environnement (PRSE).

- Échelle intercommunale : Plan Climat Air Énergie territorial (PCAET), Feuille de route Qualité de l'air, Contrat de Relance et de Transition Écologique (CRTE).

- Échelle locale : Plan Local d'Urbanisme (PLU).

² <https://www.conseil-etat.fr/actualites/pollution-de-l-air-le-conseil-d-etat-condamne-l-etat-a-payer-deux-astreintes-de-5-millions-d-euros>

Le graphique ci-après précise l'articulation des différents documents ayant trait à la qualité de l'air.

Les lignes-directrices de ces outils ainsi que la cohérence du projet sont synthétisées dans le tableau également suivant.

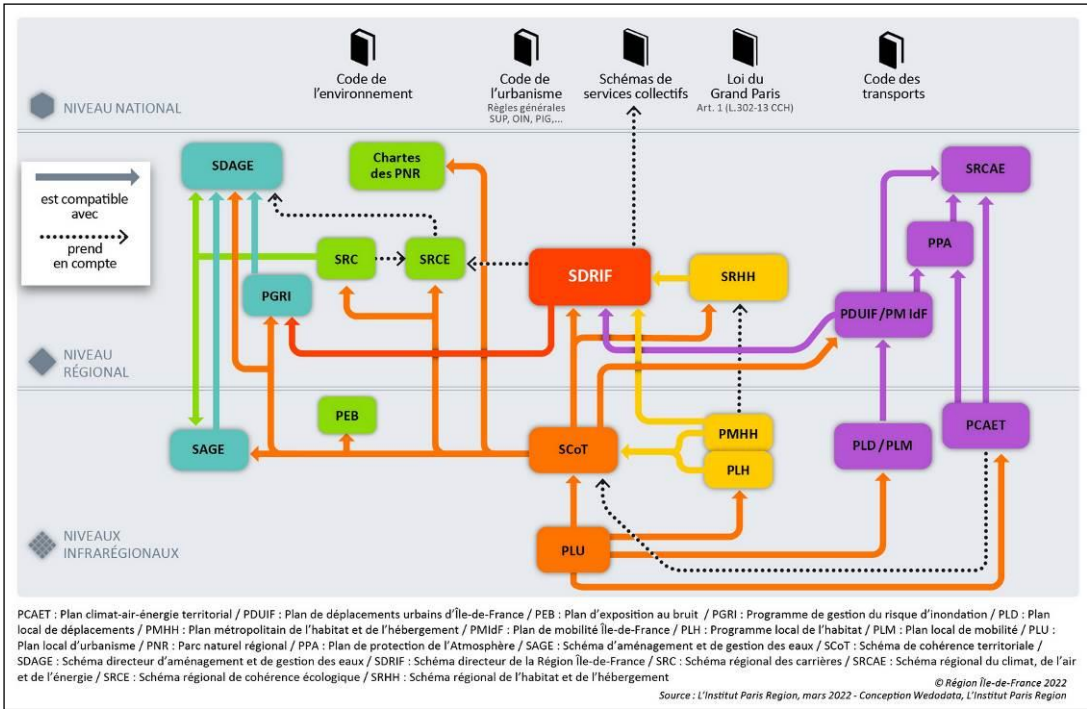


Figure 4 : La hiérarchie des normes (Institut Paris Région, mars 2022)

Tableau 3 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l’air, l’environnement et la santé

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
R é d u c t i o n d e s é m i s s i o n s p o l l u a n t e s			
Loi d’orientation des mobilités (2019)	Ensemble du territoire national	<p>La Loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d’Orientation des Mobilités engage une transformation profonde, pour répondre à l’impératif d’améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles.</p> <p>Les 15 mesures-clés de cette loi sont les suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100 % du territoire2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d’emploi7. 100 % des informations sur l’offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport8. Des navettes autonomes en circulation dès l’année 20209. Un forfait mobilité durable : jusqu’à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage10. Un plan pour développer le covoiturage11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d’ici 202412. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide	<p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>
Plan Climat (2017)	Ensemble du territoire national	<p>Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d’actions, telles que les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">• Généralisation de la prime à la conversion des véhicules• Crédit d’impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d’énergie• Changement des chaudières au fioul• Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique• Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040• Plan de déploiement de l’hydrogène• Faire converger la fiscalité entre le diesel et l’essence avant 2022• Accélérer la montée en puissance du prix du carbone• Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l’horizon 2050	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document																		
<p>PREPA Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [Arrêté du 10/05/17 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]</p>	Ensemble du territoire national	<p>Le PREPA fixe la stratégie de l’État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont les suivants :</p> <table><tr><td></td><td>À partir de 2020</td><td>À partir de 2030</td></tr><tr><td>Dioxyde de soufre :</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr><tr><td>Oxydes d’azote :</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr><tr><td>Composés organiques volatils :</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr><tr><td>Ammoniac :</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr><tr><td>Particules PM2,5 :</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr></table>		À partir de 2020	À partir de 2030	Dioxyde de soufre :	-55 %	-77 %	Oxydes d’azote :	-50 %	-69 %	Composés organiques volatils :	-43 %	-52 %	Ammoniac :	-4 %	-13 %	Particules PM2,5 :	-27 %	-57 %	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>
	À partir de 2020	À partir de 2030																			
Dioxyde de soufre :	-55 %	-77 %																			
Oxydes d’azote :	-50 %	-69 %																			
Composés organiques volatils :	-43 %	-52 %																			
Ammoniac :	-4 %	-13 %																			
Particules PM2,5 :	-27 %	-57 %																			
<p>SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]</p>	Territoire national	<p>Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d’atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l’horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020.</p> <p>Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none">• Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien)• Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050• Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050• Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050• Production d’énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050• Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050• Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>																		

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition énergétique pour la Croissance Verte	Ensemble du territoire national	<p>Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières 	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l'aménagement d'itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l'intégration d'arceaux vélos.</p>
SRADDET Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2020)	Région Auvergne-Rhône-Alpes	<p>Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes (Ambition Territoires 2030) a été adopté par le Conseil régional lors de sa session des 19 et 20/12/2019. Il a été approuvé le 10 avril 2020 et comporte 10 objectifs stratégiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif stratégique 1 : Garantir, dans un contexte de changement climatique, un cadre de vie et de qualité pour tous • Objectif stratégique 2 : Offrir l'accès aux principaux services sur tous les territoires • Objectif stratégique 3 : Promouvoir des modèles de développement locaux fondés sur les potentiels et les ressources • Objectif stratégique 4 : Faire une priorité des territoires en fragilité • Objectif stratégique 5 : Interconnecter les territoires et développer leur complémentarité • Objectif stratégique 6 : Développer les échanges nationaux source de plus-values pour la région • Objectif stratégique 7 : Valoriser les dynamiques européennes et transfrontalières et maîtriser leurs impacts sur le territoire régional • Objectif stratégique 8 : Faire de la Région un acteur des processus de transition des territoires • Objectif stratégique 9 : Préparer les territoires aux grandes mutations dans les domaines de la mobilité, de l'énergie, du climat et des usages, en tenant compte des évolutions sociodémographiques et sociétales • Objectif stratégique 10 : Développer une relation innovante avec les territoires et les acteurs locaux <p>Compte tenu à la fois des critères de densité de population et des teneurs en particules PM10 et oxydes d'azote, la zone d'étude est comprise dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air.</p>	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l'aménagement d'itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l'intégration d'arceaux vélos.</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
PPA Plan de Protection de l’Atmosphère (2019)	Vallée de l’Arve	<p>Le PPA fixe des objectifs de réduction de polluants atmosphériques pouvant nécessiter la mise en place de mesures contraignantes spécifiques à la zone couverte par le plan.</p> <p>Le PPA de la Vallée de l’Arve 2019-2023 a été adopté le 29 avril 2019. Il est découpé en 12 défis eux-mêmes divisés en 30 actions :</p> <ul style="list-style-type: none">• Défi 1 : Piloter, Mutualiser, financer• Défi 2 : Communiquer, informer, éduquer• Défi 3 : Interdire, contrôler, sanctionner• Défi 4 : Santé• Défi 5 : Mobilisation citoyenne• Défi 6 : Résidentiel & Tertiaire• Défi 7 : Activités économiques• Défi 8 : Secteur de la construction et des travaux publics• Défi 9 : Mobilités• Défi 10 : Parc roulant• Défi 11 : Transport de marchandise• Défi 12 : Ressources & Déchets	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
Feuille de route Qualité de l’air (2018)	Vallée de l’Arve	<p>Pour répondre simultanément à la Commission Européenne et au Conseil d’État, à la demande du ministre de la Transition écologique et solidaire, les préfets ont invité les collectivités territoriales à co-élaborer des ‘feuilles de route’ opérationnelles et multi-partenariales dans les territoires les plus touchés par la pollution atmosphérique. Ces ‘feuilles de route’ complètent les plans de protection de l’atmosphère.</p> <p>Leur objectif est de définir des actions concrètes de court terme permettant d’enregistrer rapidement des progrès, en renforçant les moyens mobilisés en faveur de la qualité de l’air. Les feuilles de route portent sur une série d’actions dans tous les domaines d’activité, notamment : mobilité, chauffage résidentiel, urbanisme, agriculture, industrie, sensibilisation des acteurs.</p> <p>Pour la ZAS (Zone administrative de surveillance) de la Vallée de l’Arve, la feuille de route se décline en plusieurs volets :</p> <ul style="list-style-type: none">• Volet résidentiel :<ul style="list-style-type: none">▪ développer un fonds air bois énergies▪ interdire/éviter les foyers ouverts dans les nouvelles constructions (mesure réglementaire locale si évolution du cadre législatif)▪ supprimer les foyers ouverts ou les appareils de chauffage au bois non-conforme en vente (mesure réglementaire) ;▪ intégrer la qualité de l’air dans les documents d’urbanisme• Volet agricole et forestier :<ul style="list-style-type: none">▪ interdire définitivement le brûlage des déchets verts et l’écobuage (mesure réglementaire)• Volet activités économiques :<ul style="list-style-type: none">▪ améliorer la connaissance des émissions du secteur économiques (hors ICPE)▪ poursuivre l’aide publique à l’investissement (fonds air industrie, fonds air entreprises, etc.)▪ réduire les émissions du secteur de la production et du transport des matériaux, et réduire les émissions du secteur de la construction• Volet transports/mobilité :<ul style="list-style-type: none">▪ accélérer et amplifier le renouvellement du parc des véhicules▪ renforcer le maillage des stations GNV▪ massifier le covoiturage▪ renforcement des contrôles des dispositifs de traitement des gaz d’échappement des véhicules lourds• Volet ressources et déchets :<ul style="list-style-type: none">▪ mailler le territoire de zones de dépôt des déchets inertes du BTP• Volet « mobilisation citoyenne » :<ul style="list-style-type: none">▪ gouvernance, suivi, dialogue et communication▪ appel à projets citoyens « chacun fait sa part pour l’air »• Volet « collectivités » : être des collectivités exemplaires	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
PRSQA Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l’Air (2022-2025)	Région Auvergne- Rhône-Alpes	<p>Le Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l’Air de la région Auvergne-Rhône-Alpes a été diffusé le 1^{er} mars 2023 et mis à jour le 26 septembre 2023.</p> <p>Il est divisé en 5 Thématiques:</p> <ul style="list-style-type: none">• Surveillance / Évaluation• Données / Bancarisation• Information• Accompagnement• Assurance Qualité	-
PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (2020-2025)	CC Cluses- Arve et Montagnes	<p>Un premier projet de PCAET 2020-2025 a été arrêté par le Conseil communautaire de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes le 13 février 2020. Cette version a ensuite été reprise et augmentée, afin d’intégrer des éléments attendus par la Loi d’Orientation des Mobilités (LOM) de fin 2019. La version définitive du PCAET a été adopté par le Conseil communautaire du 23 mars 2023.</p> <p>Le PCAET 2020-2025 compte 26 fiches actions, réparties en 5 grandes orientations :</p> <ul style="list-style-type: none">• Améliorer la performance énergétique du territoire<ul style="list-style-type: none">▪ Augmenter la performance énergétique des bâtiments privés▪ Rendre la collectivité exemplaire▪ Développer des mobilités alternatives et base carbone• Produire des énergies renouvelables<ul style="list-style-type: none">▪ Développer le solaire thermique et le photovoltaïque▪ Encourager la production et l’usage de biogaz▪ Favoriser l’usage du bois énergie performant▪ Mobiliser les gisements en hydroélectricité▪ Anticiper les besoins de raccordement aux réseaux énergétiques• Aménager pour s’adapter aux conséquences du changement climatique<ul style="list-style-type: none">▪ Préserver la santé et la qualité de vie des habitants▪ Réduire l’exposition aux risques naturels (inondations et mouvements de terrain)▪ Préserver la ressource en eau• Rendre les différents secteurs résilients<ul style="list-style-type: none">▪ Développer la sobriété dans les secteurs économiques▪ Faire évoluer le secteur touristique▪ Développer des filières agricoles et sylvicoles résilients• Mobiliser les différents acteurs	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l’aménagement d’itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l’intégration d’arceaux vélos.</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
CRTE Contrat de Relance et de Transition Écologique (2022)	CC Cluses-Arve et Montagnes	<p>En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition écologique (CTE).</p> <p>Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale.</p> <p>Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE.</p> <p>La commune de Marnaz est incluse dans le périmètre du CRTE de la CC Cluses-Arve et Montagnes dont le contrat a été signé le 24 janvier 2022</p>	La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.
PLU Plan Local d'Urbanisme	Commune de Marnaz	<p>Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Marnaz a été approuvé en mai 2013. La dernière procédure de mise à jour date de septembre 2022.</p> <p>Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) du PLU de Marnaz est divisé en plusieurs Orientations. Celles concernant l'habitat et les déplacements sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intégrer et mettre en valeur les éléments environnementaux dans les projets d'aménagement • Créer des espaces publics permettant de doter les quartiers anciens et nouveaux de lieux de vie • Création d'une trame verte • Poursuivre l'aménagement des quartiers nouveaux initié dans la révision précédente en renforçant leur lien à lien à l'environnement et la dimension qualitative • Création d'un quartier dense organisé autour du parc public • Remplir des objectifs de mixité sociale avec une amélioration de l'offre de logements et la réalisation de logements orientés haut de gamme • Développement des modes à déplacements doux • Modérer la consommation de l'espace et l'étalement urbain (Organisation des secteur pavillonnaires et résidentiels, faciliter le renouvellement urbain dans les secteurs denses de bâti ancien et création de pôles denses) 	<p>La création de nouveaux logements induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs mieux isolés et moins énergivores.</p> <p>Le projet prévoit l'aménagement d'itinéraires vélos spécifiques et reliés au réseau préexistant, ainsi que l'intégration d'arceaux vélos.</p> <p>Le projet prévoit la création d'un parc familial et multigénérationnel de 9 000 m².</p>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D’ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	Analyse du projet au regard du document
Environnement & Santé			
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021)	Ensemble du territoire national	<p>Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme.</p> <p>Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, a été élaboré par les ministères de l’Environnement et de la Santé, en concertation avec les autres ministères, les collectivités, les associations, les partenaires sociaux et les entreprises.</p> <p>Le PNSE 4 comporte vingt actions réparties en quatre objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none">• S’informer, se former et informer sur l’état de notre environnement et les bons gestes à adopter• Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes• Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires• Mieux connaître les expositions et les effets de l’environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes	-
PRSE 4 Plan Régional Santé Environnement (2024-2028)	Région Auvergne- Rhône-Alpes	<p>Déclinant au niveau régional le 4^e Plan National Santé Environnement, le PRSE 4 d’Auvergne-Rhône-Alpes a pour ambition de répondre aux préoccupations des citoyens et des acteurs des territoires sur le lien entre santé et environnement, et de les inciter à agir pour prévenir les risques pour leur santé dans une approche favorable à la santé humaine, animale, végétale et des écosystèmes, c’est-à-dire dans une approche « Une seule santé ».</p> <p>Le PRSE 4 est structuré autour de 3 axes et 11 fiches actions.</p> <ul style="list-style-type: none">• Axe 1 : Développer les connaissances, informer et sensibiliser les acteurs<ul style="list-style-type: none">- 1.1 : Mettre à disposition les données locales en santé environnement, en les élargissant à l’approche “Une seule santé”, et accompagner les acteurs locaux à leur appropriation- 1.2 : Soutenir l’éducation et la promotion de la santé-environnement (ESE) et la montée en compétence des acteurs du secteur- 1.3 : Former à la santé-environnement les professionnels de santé, les agents de l’État, les collectivités, les bureaux d’études et les vétérinaires• Axe 2 : Réduire les expositions<ul style="list-style-type: none">- 2.1 : Réduire l’exposition de la population aux risques sanitaires liés aux espèces à enjeux pour la santé en expansion en Auvergne-Rhône-Alpes- 2.2 : Améliorer la surveillance des zoonoses dans une approche « Une seule santé »- 2.3 : Promouvoir la mise en place de plans de gestion de sécurité sanitaire de l’eau (PGSSE) qui intègrent les risques liés au changement climatique (qualitatifs et quantitatifs) et aux pollutions diffuses- 2.4 : Accompagner les projets d’utilisation d’eaux non conventionnelles afin de limiter les besoins en eau potable, tout en garantissant la sécurité sanitaire des usagers et utilisateurs- 2.5 : Inciter des publics cibles bien identifiés à agir pour la qualité de l’air extérieur au travers d’actions innovantes et mobilisatrices.- 2.6 : Favoriser des pratiques professionnelles et des comportements individuels favorables à la santé en matière de qualité de l’air intérieur• Axe 3 : Mobiliser les territoires en santé-environnement<ul style="list-style-type: none">- 3.1 : Accompagner les évolutions de pratiques des élus et agents des collectivités territoriales vers une gestion globale de leur territoire toujours plus favorable à la santé- 3.2 : Renforcer la prise en compte des déterminants de la santé dans les projets d’aménagement et les documents d’urbanisme en améliorant la complémentarité des politiques publiques et la participation des populations	Une évaluation des risques sanitaires est réalisée dans le cadre de cette étude.

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

8.1.1. Les émissions franciliennes

Sur le territoire régional, les inventaires d'émissions sont réalisés par l'Aasqa Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Il convient de retenir que les émissions sont réparties selon 11 grands secteurs définis comme suit :

- **Transport routier** : émissions liées à la combustion de carburant (échappement), à l'évaporation de carburant (émissions de COVNM dans les réservoirs) et à l'usure des équipements (émissions de particules des freins, pneus, routes). Les « émissions » de particules liées à la resuspension des particules au sol lors du passage des véhicules, considérées comme particules secondaire, ne sont pas prises en compte ;
- **Autres transports** : émissions du trafic ferroviaire (hors remise en suspension des poussières) et du trafic fluvial intégrant les installations portuaires (manutention des produits pulvérulents) et du trafic aérien ;
- **Résidentiel** : émissions liées au chauffage des habitations et à la production d'eau chaude de ce secteur. Les émissions liées à l'utilisation des engins de jardinage (tondeuse, ...) et à l'utilisation domestique de solvants sont également considérées (peinture, produits cosmétiques, nettoyants, bombes aérosols, ...) ;
- **Tertiaire** : émissions liées au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude de ce secteur ainsi que l'éclairage public et les équipements de réfrigération et d'air conditionné ;
- **Branche énergie** : les installations concernées sont les centrales thermiques de production d'électricité, d'extraction de pétrole, les raffineries, les centrales de production de chauffage urbain et les stations-services ;
- **Industries** : émissions liées à la combustion pour le chauffage des locaux des entreprises, aux procédés industriels mis en œuvre notamment dans les aciéries, l'industrie des métaux et l'industrie chimique, l'utilisation industrielle de solvants (peinture, dégraissage, nettoyage à sec imprimeries, colles, ...), l'utilisation d'engins spéciaux et l'exploitation des carrières (particules) ;
- **Agriculture** : émissions des terres cultivées liées à l'application d'engrais et aux activités de labours et de moissons, des engins agricoles et des activités d'élevage et des installations de chauffage de certains bâtiments (serres, ...).

Le diagramme ci-dessous schématise le bilan 2022 des émissions de polluants pour le territoire de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes dont fait partie la commune de Marnaz.

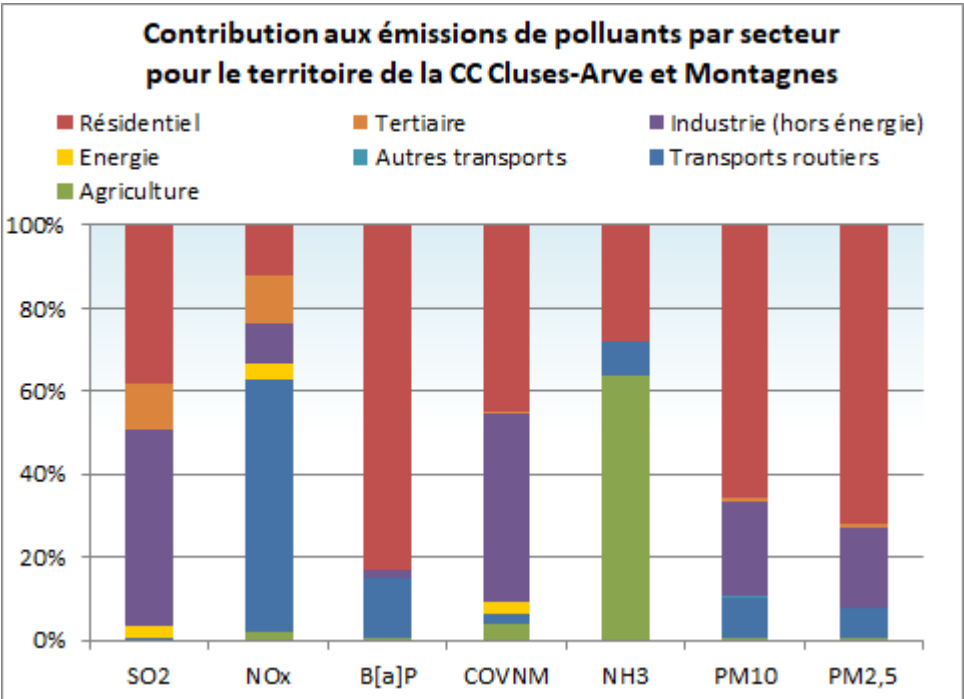


Figure 5 : Bilan des émissions annuelles pour le territoire de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes, estimations faites en 2024 pour l'année 2022 (Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

❖ Oxydes d'azote (NOx)

Le transport routier (61 %), le secteur résidentiel (12 %) et l'industrie (10 %) sont les principaux secteurs émetteurs d'oxydes d'azote sur le territoire.

❖ Particules PM10 et PM2,5

Les secteurs 'résidentiel' (chauffage), 'industrie' et 'transports routiers' sont les principaux émetteurs de particules sur le territoire de la CC Cluses-Arve et Montagnes.

❖ Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Le secteur résidentiel et le secteur de l'industrie constituent les principaux émetteurs de COVNM (45 % chacun).

❖ Dioxyde de soufre (SO2)

L'industrie est le secteur émetteur majoritaire de SO2 (48 %), suivi par le résidentiel (38 %).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORTS

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air du projet. Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial) peuvent engendrer des rejets de polluants atmosphériques.

❖ Réseau routier

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage (particules, métaux, COVNM, NOx, SO₂, ...).

L'environnement du projet est marqué par la présence de plusieurs axes routiers à trafic importants :

- La Route Blanche RD1205 : de l'ordre de 15 000 véh. / jour ;
- L'Avenue du Stade : environ 7 350 véh. / jour ;
- L'Avenue du Mont Blanc RD26 : environ 6 000 véh. / jour.

Les principaux axes routiers près de la zone du projet sont à retrouver sur la figure suivante.

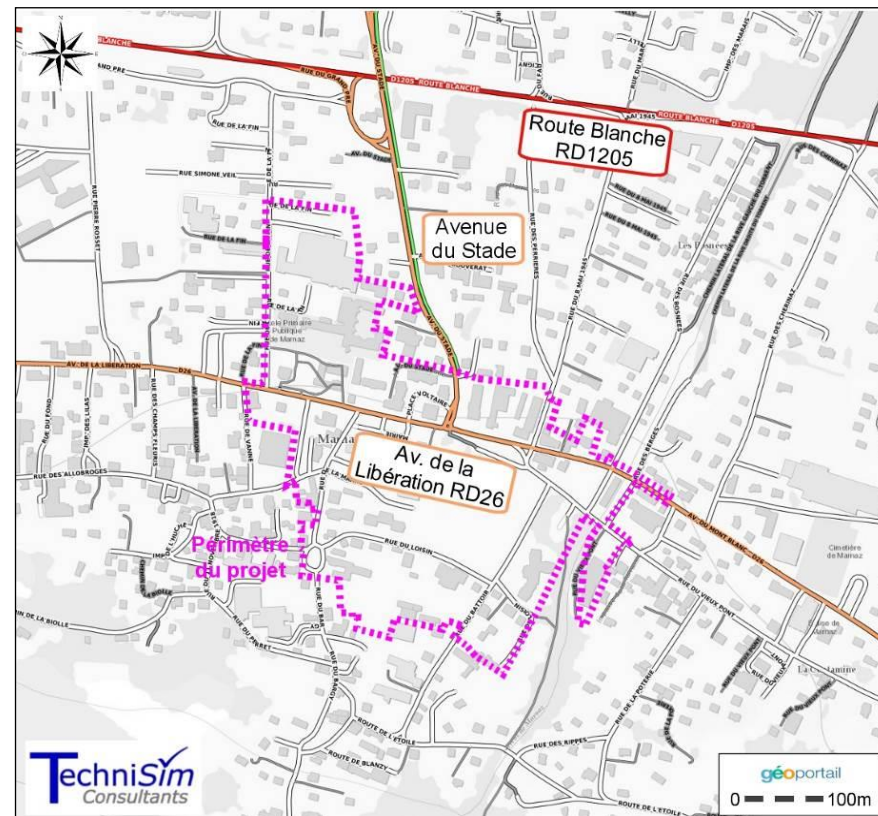


Figure 6 : Principaux axes routiers à proximité

❖ Voies ferrées

Le réseau ferré est émetteur de particules et de métaux, notamment dus aux frottements des caténaires, des rails et aux freinages.

Aucune voie ferrée n'est recensée au sein de la zone d'étude.

❖ Voies navigables

Le transport fluvial est émetteur de NOx, particules, COVNM, SO₂.

Aucune voie navigable n'est recensée au sein de la zone d'étude.

❖ Aéroport /aérodrome

Les aéroports sont émetteurs de CO₂, CH₄, N₂O, HFC (hydrofluorocarbures), NO_x, COV (Composés Organiques Volatils) et particules.

Aucun aéroport/aérodrome n'est présent dans l'environnement proche de la zone étudiée.

8.3. SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs : le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire.

Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants³.
D'autres sources mineures existent pour le secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

Le périmètre du projet est principalement constitué de bâtiments d'habitation, ainsi que quelques bâtiments industriels ou commercial.

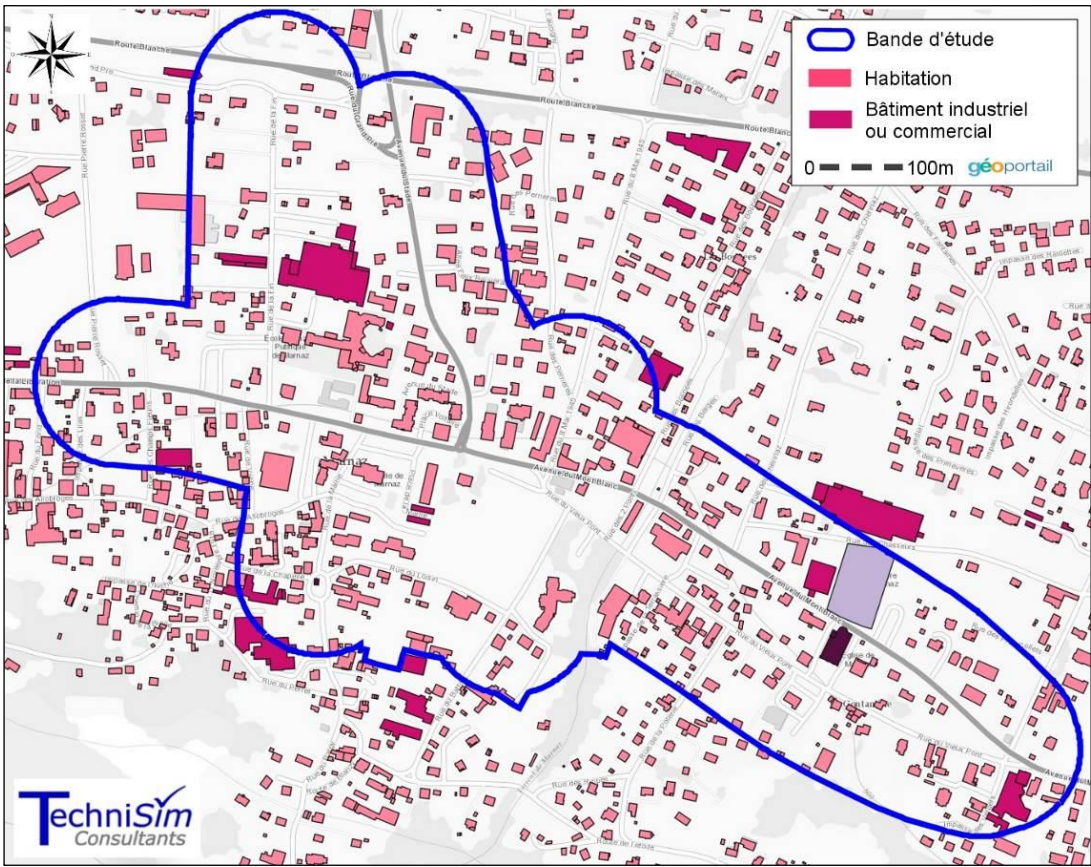


Figure 7 : Environnement urbain du projet par typologie de bâtiments

8.4. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement rejetant des polluants dans l'atmosphère n'est implanté à proximité de l'aménagement projeté.

8.5. SYNTHÈSE

D'après l'inventaire des émissions de l'Aasqa Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, il apparaît que le secteur résidentiel, l'industrie et le trafic routier sont les principaux émetteurs de polluants au sein de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes.

Les principaux axes routiers aux alentours du projet sont les routes RD12025, RD26 et l'Avenue du Mont Blanc.

Aucun établissement rejetant des polluants dans l'atmosphère n'est installé à proximité du domaine d'étude

³ Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

9. QUALITÉ DE L’AIR

La Loi sur l’Air et l’Utilisation Rationnelle de l’Énergie, dite loi ‘LAURE’, reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l’État assure-t-il - avec le concours des collectivités territoriales - la surveillance de la qualité de l’air au moyen d’un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés.

Il s’agit des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l’Air (AASQA).

Ces associations sont régies par la loi "1901".

La surveillance de la qualité de l’air (objectifs de qualité, seuils d’alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du Décret n°98360 du 16 mai 1998.

Un autre décret datant lui aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l’agrément des organismes de la qualité de l’air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l’information du public sur la qualité de l’air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l’air ont le plus souvent une compétence régionale, mais déployable à l’échelle locale.

Concernant la région Auvergne-Rhône-Alpes l’organisme en charge de cette mission est l’association Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

9.1. RÉGLEMENTATION FRANÇAISE

La réglementation sur la qualité de l’air vise à protéger la santé humaine et l'environnement. En matière de qualité de l'air, trois niveaux de réglementations imbriqués peuvent être distingués. Le premier niveau oblige les États membres européens, le deuxième l’État français, le dernier se situe au niveau local le cas échéant.

Les directives européennes (Directive 2008/50/CE et Directive 2004/107/CE) sont transposées dans la réglementation française, qui peut ajouter des critères plus restrictifs que ceux imposés par la Commission européenne.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3), le décret du 21 octobre 2010 et dans l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l’air ambiant.

Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française et européenne sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Valeurs réglementaires (µg/m³)

Polluant	Période	Objectif de qualité	Valeur cible	Valeur limite réglementaire
Particules PM2,5	Année	10	20	25
Particules PM10	Année	30	-	40
	Jour	-	-	50 (35 j/an)
Ozone O ₃	8 heures	120	120 (25 j/an)	-
Dioxyde d’azote NO ₂	Année	-	-	40
	Heure	-	-	200 (18 h/an)
Dioxyde de soufre SO ₂	Année	50	-	-
	Jour	-	-	125 (3 j/an)
	24 heures	-	-	350 (24 h/an)
Monoxyde de carbone CO	8 heures	-	-	10 000
Benzène C ₆ H ₆	Année	2	-	5
Plomb	Année	-	0,25	0,5
Arsenic	Année	-	0,006	-
Cadmium	Année	-	0,005	-
Nickel	Année	-	0,02	-
Benzo(a)pyrène	Année	-	1	-

**9.2. PROCÉDURE DE RÉVISION DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE SUR
L’AIR AMBIANT**

Le 26 octobre 2022, la Commission européenne a publié sa proposition de texte pour la révision de la directive sur la qualité de l’air ambiant⁴. La proposition de révision fixait à l'horizon 2030 des normes pour l'Union européenne et des objectifs en matière de qualité de l'air plus strictes. La Commission n’a pas aligné sa proposition sur les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé pour 2030 mais a pour objectif d’atteindre une pollution zéro de l'air d'ici à 2050 au plus tard. La proposition faite par la Commission modifie les obligations de surveillances, les seuils d’informations, d’alerte mais également les valeurs limites et valeurs cibles des polluants règlementés.

Le 13 septembre 2023, une version amendée de la proposition a été adoptée par le Parlement⁵ fixant des objectifs à atteindre pour 2035 relativement proches des recommandations de l’OMS. Des objectifs intermédiaires sont néanmoins fixés pour l’horizon 2030.

Cette révision n’est pas encore en vigueur mais indique les tendances de la réglementation à venir dans les prochaines années.

Le tableau suivant fait état des seuils réglementaires qui pourraient être applicables en 2035 et des objectifs intermédiaires à atteindre en 2030 si la proposition de révision n’évolue pas à nouveau d’ici cette échéance.

⁴ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2ae4a0cc-55f8-11ed-92ed-01aa75ed71a1.0008.02/DOC_2&format=PDF

⁵ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0318_EN.html

Tableau 5 : Valeurs limites réglementaires actuelles, objectifs intermédiaires pour 2030 et proposition de valeurs limites pour 2035 selon la proposition de révision par la commission européenne

	Valeurs limites actuelles				Objectifs intermédiaires à atteindre au plus tard le 1 ^{er} janvier 2030				Proposition de valeurs limites devant être atteintes au plus tard le 1 ^{er} janvier 2035			
	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾	En moyenne annuelle	En moyenne journalière	En moyenne horaire	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures ⁽¹⁾
Particules PM2,5	25 µg/m³	-	-	-	10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-	5 µg/m³	15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
Particules PM10	40 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	-	-	20 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-	15 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	-
Dioxyde d’azote NO ₂	depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³	-	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an		10 µg/m³	25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an	
Dioxyde de soufre SO ₂	-	125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	-	20 µg/m³	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	350 µg/m³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an		20 µg/m³	40 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus d’1 heure par an	
Benzène	5 µg/m³	-	-	-	3,4 µg/m³	-	-	-	0,17 µg/m³	-	-	-
Monoxyde de carbone CO	-	-	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m³	-	4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	-	10 mg/m³
Plomb	0,5 µg/m³	-	-	-	0,5 µg/m³	-	-	-	0,15 µg/m³	-	-	-
Arsenic	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-	6,0 ng/m³	-	-	-
Cadmium	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-	5,0 ng/m³	-	-	-
Nickel	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-	20 ng/m³	-	-	-
B(a)P	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-	1,0 ng/m³	-	-	-
Ozone O ₃	-	-	-	Valeur cible : 120 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne sur 3 ans)	-	-	-	Valeur cible : 120 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an (moyenne sur 3 ans)	-	-	-	Valeur cible : 110 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an (moyenne sur 3 ans)

⁽¹⁾ Le maximum journalier de la concentration moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s’achève; autrement dit, la première période de calcul pour un jour donné sera la période comprise entre 17h00 la veille et 1h00 le jour même, et la dernière sera la période comprise entre 16h00 et 24h00 le même jour.

9.3. RECOMMANDATIONS DE L’OMS

Au cours du mois de septembre 2021, les lignes directrices de l’organisation mondiale de la santé (OMS) ont été abaissées afin de réduire l’incidence de la pollution atmosphérique sur la santé.

Par rapport aux lignes directrices précédentes de l’OMS, les nouvelles recommandations :

- reposent sur de nouvelles méthodes de synthèse des données probantes et d’élaboration ;
- mettent davantage l’accent sur les données factuelles relatives aux effets sur la santé ;
- offrent une plus grande certitude quant au fait que les effets sur la santé se produisent à des niveaux de pollution atmosphérique plus faibles qu’on ne le croyait auparavant ;
- proposent des seuils de référence supplémentaires.

Les lignes directrices mondiales sur la qualité de l’air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d’orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l’air sont une déclinaison des directives européennes. Elles sont en cours de révision. Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l’OMS. Ces préconisations rappellent l’importance d’une meilleure qualité de l’air pour la santé, les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurant parmi les principales menaces environnementales.

Le tableau suivant présente les recommandations de l’OMS pour la qualité de l’air.

Les seuils de référence sont des recommandations quantitatives fondées sur des éléments factuels et fondées sur l’examen systématique des données concernant les effets nocifs sur la santé.

Les cibles intermédiaires servent à orienter les démarches entreprises pour réduire la pollution atmosphérique en vue d’atteindre rapidement les seuils de référence. L’atteinte des objectifs intermédiaires peut avoir un avantage notable pour la santé, en particulier dans les régions où les seuils d’exposition sont largement supérieurs aux objectifs intermédiaires.

Tableau 6 : Recommandations de l’OMS (µg/m³)

Polluant	Période	Cible intermédiaire				Seuil de référence
		1	2	3	4	
Particules PM2,5	Année	35	25	15	10	5
	24 heures*	75	50	37,5	25	15
Particules PM10	Année	70	50	30	20	15
	24 heures*	150	100	75	50	45
Ozone O ₃	Pic saisonnier**	100	70	-	-	60
	8 heures*	160	120	-	-	100
Dioxyde d’azote NO ₂	Année	40	30	20	-	10
	24 heures*	120	50	-	-	25
	1 heure	-	-	-	-	200
Dioxyde de soufre SO ₂	24 heures*	125	50	-	-	40
Monoxyde de carbone CO	24 heures*	7	-	-	-	4
	8 heures	-	-	-	-	10
	1 heure	-	-	-	-	35

* 99^e centile (c.-à-d. 3 à 4 jours de dépassement par an)

**Moyenne de la concentration moyenne en ozone maximale sur 8h et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O₃ des moyennes glissantes sur six mois

9.4. PROCÉDURES D'INFORMATION ET D'ALERTE

9.4.1. Fonctionnement de la procédure

Dans le Code de l'environnement sont définis des seuils d'information/recommandations et d'alerte vis-à-vis de différents polluants. Ces seuils correspondent à des niveaux d'urgence, c'est-à-dire à des concentrations de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà desquelles une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine, ou encore de dégradation de l'environnement.

Au niveau de la région Auvergne-Rhône-Alpes, ces procédures sont régies par le « Document-cadre zonal relatif aux procédures préfectorales et aux mesures de dimension interdépartementale en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant » approuvé par arrêté du préfet de zone n°69-2019-06-19-001 du 19 juin 2019.

Les polluants visés par l'arrêté zonal (Arrêté zonal n°69-2019-06-19-001) sont les suivants :

- Dioxyde d'azote (NO₂) ;
- Ozone (O₃) ;
- Particules (PM₁₀) ;
- Dioxyde de soufre (SO₂).

❖ Procédure d'information-recommandations

Elle est déclenchée, par le préfet de département, pour un polluant donné sur la base du constat ou de la prévision par modélisation par l'association Atmo Auvergne-Rhône-Alpes du dépassement du seuil d'information et de recommandations correspondant à ce polluant.

La procédure d'information et recommandations vise à protéger en priorité les personnes les plus vulnérables à la pollution atmosphérique (patients souffrant d'une pathologie chronique, asthmatiques, insuffisants respiratoires ou cardiaques, personnes âgées, jeunes enfants...).

❖ Procédure d'alerte

Elle est déclenchée, par le préfet de département, pour un polluant donné sur la base du constat ou de la prévision par l'Aasqa précitée du dépassement du seuil d'alerte correspondant à ce polluant, ou en cas de 'persistance' de l'épisode de pollution pour les PM₁₀ ou l'ozone.

Il y a 'persistance' d'un épisode de pollution pour un polluant donné dès lors qu'il y a prévision d'un dépassement du seuil d'information-recommandations le jour même, et qu'un dépassement de ce même seuil est prévu le lendemain.

Les mesures sont maintenues tant que les prévisions météorologiques ou les prévisions en matière de concentration de polluants pointent qu'il est probable que le seuil d'information-recommandations soit dépassé le lendemain ou le surlendemain.

La procédure d'alerte vise bien entendu à protéger toute la population. À ce niveau, des actions contraignantes de réduction des rejets de polluants sont mises en œuvre par les préfets, ciblant les différentes sources incriminées (trafic routier, industries, secteurs agricole et domestique, ...).

❖ Seuils de déclenchement des procédures

Les seuils d'information-recommandations et les seuils d'alerte font référence aux concentrations dans l'air des polluants ciblés. Ces seuils sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 7 : Seuils de déclenchement en µg/m³ des niveaux d'information et d'alerte

Seuils de déclenchement (µg/m ³)		Ozone	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂
Seuils d'information - recommandation (sur prévision ou constat)		180 En moyenne sur 1h	50 En moyenne sur 24h entre 0 et 24 heures soit à J exclusivement ou J+1 exclusivement	200 En moyenne sur 1h	300 En moyenne sur 1h
Seuil d'alerte niveau 1	Sur prévision ou constat	240 En moyenne sur 1h, dépassé pendant 3h consécutives	80 En moyenne sur 24h entre 0 et 24 heures soit à J exclusivement ou J+1 exclusivement	400 En moyenne sur 1h, dépassé pendant 3h consécutive	500 Sur 3 moyennes horaires consécutives
	Sur persistance	180 En moyenne sur 1h pendant 2 jours	50 En moyenne sur 24h entre 0 et 24 heures pendant 2 jours soit J et J+1	200 En moyenne sur 1h pendant 1 jour	300 En moyenne sur 1h pendant 2 jours
Seuil d'alerte niveau 2	Sur prévision ou constat	300 En moyenne sur 1h, dépassé pendant 3h consécutives Ou 360 En moyenne sur 1h	-	-	-
	Sur persistance	240 En moyenne sur 1h pendant 2 jours Ou 180 En moyenne 1h pendant 4 jours	80 En moyenne sur 24h entre 0 et 24 heures pendant 2 jours à J et J+1 Ou 50 En moyenne sur 24h entre 0 et 24 heures pendant 4 jours soit J-2, J-1, J et J+1	400 En moyenne sur 1h pendant 2 jours Ou 200 En moyenne sur 1h pendant 4 jours	500 En moyenne sur 1h pendant 2 jours

❖ Seuils de déclenchement des procédures

La caractérisation par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes des épisodes de pollution se fonde, par prévision, pour chaque polluant concerné, sur le risque de dépassement d'un seuil d'information et de recommandations ou d'un seuil d'alerte associé, selon un critère soit de superficie, soit de population.

L'épisode de pollution est caractérisé par le dépassement d'un seuil avec le respect d'au moins un critère :

- Superficie : dès lors qu'une surface d'au moins 25 km² au total dans un des bassins d'air est concernée par un dépassement de seuils estimés par modélisation en situation de fond.
- Population exposée :
 - Pour les bassins d'air de plus de 500 000 habitants [« bassin Puy-de-Dôme », « bassin Lyonnais Nord-Isère », « bassin grenoblois » et « Vallée du Rhône »], lorsqu'au moins 10 % de la population du bassin est concernée par un dépassement de seuils estimés par modélisation en situation de fond.
 - Pour les bassins d'air de moins de 500 000 habitants [« Contreforts du massif central », « Est Drôme », « bassin lémanique », « ouest Ain », « ouest Ardèche », « vallée de l'Arve », « vallées Maurienne et Tarentaise », « bassin stéphanois », « zone alpine Ain », « zone alpine Haute-Savoie », « zone alpine Isère », « zone alpine Savoie », « zone des Coteaux », « zone urbaine Pays de Savoie », « Haute-Loire », « Cantal », « Allier »], lorsqu'au moins une population de 50 000 habitants au total dans le bassin est concernée par un dépassement de seuils estimés par modélisation en situation de fond.

❖ Vigilance pollution de l'air

Une situation de 'vigilance' traduit une augmentation temporaire de la pollution de l'air pouvant affecter la santé humaine ou l'environnement. Il convient de retenir que l'absence de vigilance n'équivaut pas à « zéro pollution ».

Le passage du jaune à l'orange puis au rouge signale effectivement une dégradation.

Le niveau de vigilance est fonction du seuil dépassé, information ou alerte, donc de l'intensité des taux de pollution, mais aussi de la persistance des dépassements.

Les seuils, critères et zones retenus pour déterminer la vigilance étaient décrits dans l'arrêté zonal du 22/05/2017 adopté le 5 juillet 2017 ; abrogé par l'arrêté zonal n°69-2019-06-19-001. Ce dernier ne mentionne pas les niveaux de vigilance mais ceux-ci sont toujours employés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes⁶.

Il existe 3 niveaux de vigilance :

- **Vigilance jaune** : dépassement ponctuel (1 jour, à J ou J+1) du seuil information ;
- **Vigilance orange** : dépassement ponctuel (1 jour, à J ou J+1) du seuil d'alerte premier niveau ou dépassement persistant (2 ou 3 jours consécutifs) du seuil informations, de J-2 à J+1 ;
- **Vigilance rouge** : Dépassement ponctuel (1 jour, à J ou J+1) du seuil d'alerte deuxième niveau, ou dépassement persistant (2 jours consécutifs ou plus) du seuil d'alerte premier niveau, ou dépassement persistant (4 jours consécutifs ou plus) du seuil information, de J-2 à J+1.

9.4.2. Historique des dépassements

Le graphique suivant illustre le nombre de jours de déclenchement des procédures d'information et d'alerte pour la Vallée de l'Arve, entre 2019 et 2024.

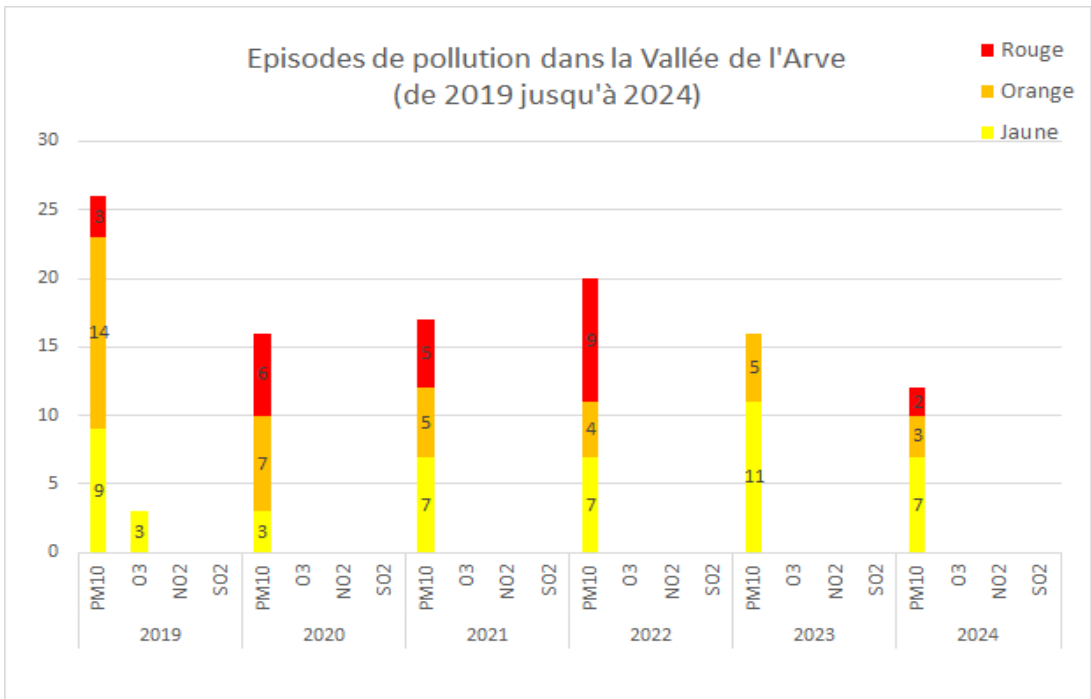


Figure 8 : Nombre de jours de déclenchement de procédures d'information et d'alerte pour la Vallée de l'Arve de 2019 à 2024

La quasi-totalité des déclenchements concerne les PM10 en période hivernale. Au cours de l'année 2024, la Vallée de l'Arve a connu douze jours de déclenchement de procédure concernant les PM10, dont trois événements en vigilance rouge.

⁶ <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/gestion-dun-episode-de-pollution>

9.5. INDICE ATMO

L'indice français de la qualité de l'air est l'indice « ATMO ». L'arrêté du 10 juillet 2020 modifiant l'indice a été publié le 29/07/2020 et abroge l'arrêté de 2004. Ce texte et le nouvel indice sont entrés en vigueur le 1^{er} janvier 2021.

Le nouveau calcul de l'indice ATMO tient compte des particules PM2,5 qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l'organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement celles inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais, avec un code couleur s'étendant du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).

Chaque indice est composé de 5 sous-indices étant respectivement représentatif d'un polluant de l'air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10) ;
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5) ;
- Ozone (O₃) ;
- Dioxyde d'azote (NO₂) ;
- Dioxyde de soufre (SO₂).

La figure suivante représente les seuils et les couleurs de l'indice ATMO.

		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	>150
Max horaire journalier	NO2	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	>340
Max horaire journalier	O3	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	>380
Max horaire journalier	SO2	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	>750

Figure 9 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021

L'indice caractérisant la qualité globale de l'air de la journée considérée est égal au sous-indice le plus dégradé.

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il procure une représentation différente de la qualité de l'air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l'air.

Nonobstant, le nouvel indice ATMO considère les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s'agit d'une représentation simplifiée de la qualité de l'air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d'incertitude (à l'image des bulletins météorologiques).

L'historique des indices ATMO pour la ville de Marnaz est reporté dans l'histogramme suivant.

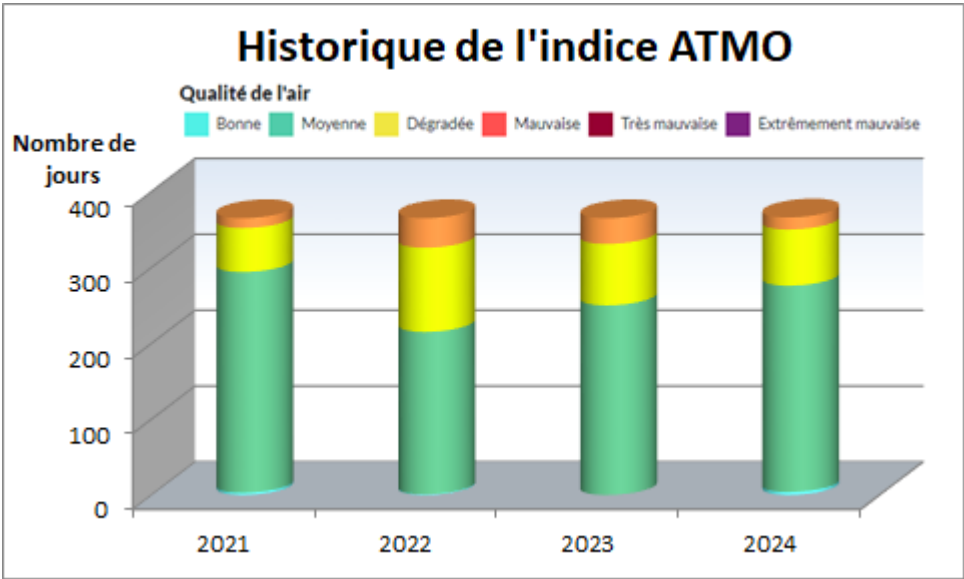


Figure 10 : Historique de l'indice ATMO pour la commune de Marnaz

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Marnaz en 2024 peut être qualifiée de « Bonne » 1,1 % de la période, « Moyenne » 74,3 % de la période, « Dégradée » 20,2 % de la période, « Mauvaise » 4,4 % de la période.

9.6. STATIONS DE MESURE

L'association en charge de la surveillance de la qualité de l'air Atmo Auvergne-Rhône-Alpes ne dispose pas de station de mesure à proximité immédiate du projet.

Les caractéristiques des stations de mesure les plus proches sont données dans le tableau ci-après, et la figure immédiatement suivante illustre leur emplacement par rapport au projet.

Ces stations ne permettent pas de caractériser la qualité de l'air au niveau local du projet mais informent d'une tendance dans l'environnement.

Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

STATION	Type	Localisation	Polluants mesurés
Sallanches Régie	Fond périurbain	224 Avenue Albert Gruffat 74704 Sallanches (à 16,5 km au sud-est du projet)	• PM10
Passy	Fond périurbain	Impasse des Primevères 74208 Passy (à 21,0 km au sud-est du projet)	• NO ₂ • PM10 • PM2,5 • O ₃ • BaP

Il convient de retenir que les stations dites 'de fond' ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite 'de fond' (pollution à laquelle la population est soumise en permanence), représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.

Les stations 'Trafic' mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, ...). Les niveaux mesurés à ces endroits correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste.

Ainsi, la représentativité des mesures est locale, et variable en fonction de la configuration topographique et la nature du trafic.

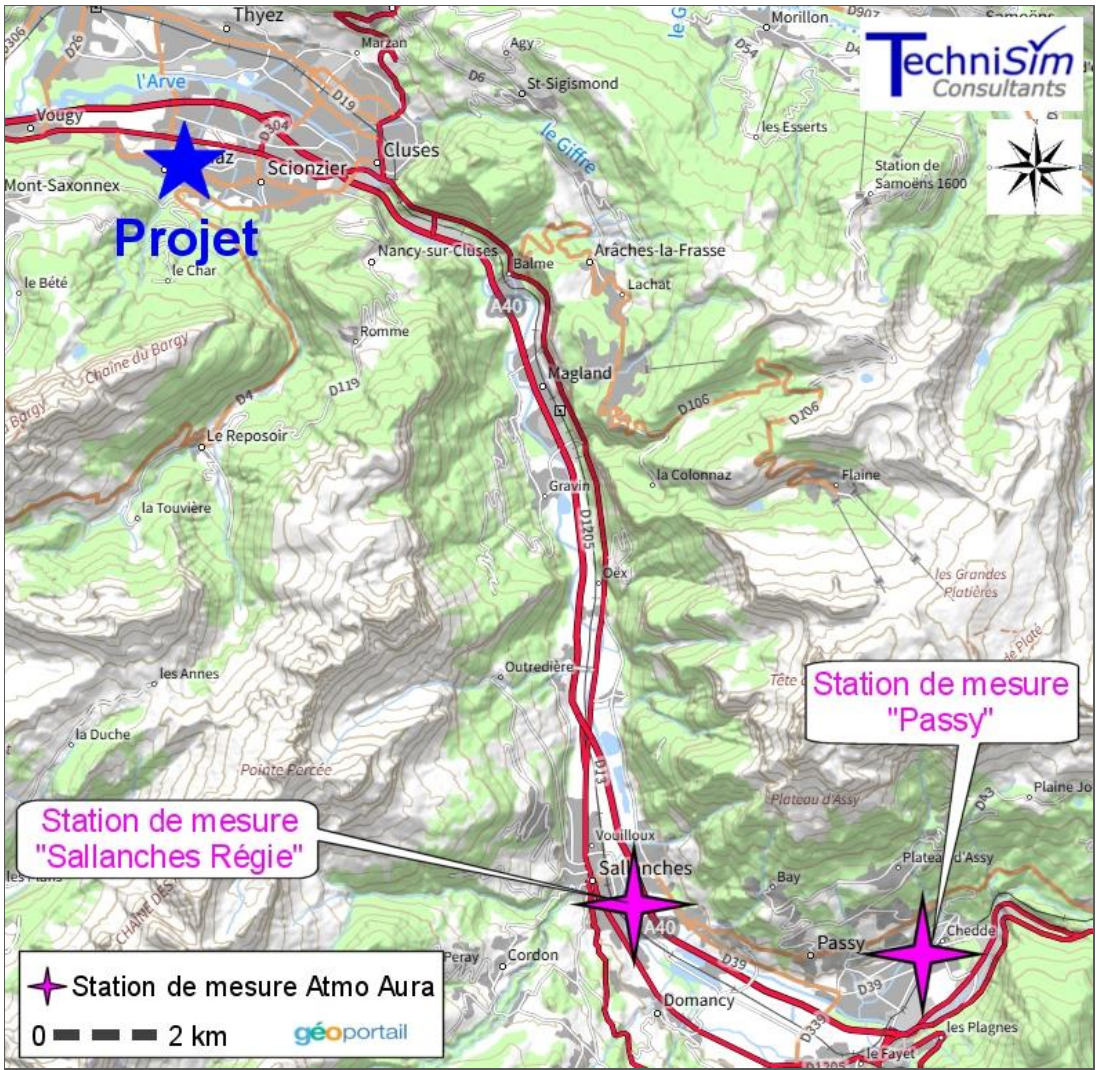


Figure 11 : Localisation des stations de mesure Atmo Auvergne-Rhône-Alpes par rapport au projet

❖ Dioxyde d'azote (NO₂)

La figure qui va suivre présente les taux de dioxyde d'azote mesurés sur la station de mesure de Passy, en moyenne annuelle.

Les concentrations connaissent une tendance à la baisse et sont inférieures à la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ depuis plusieurs années.

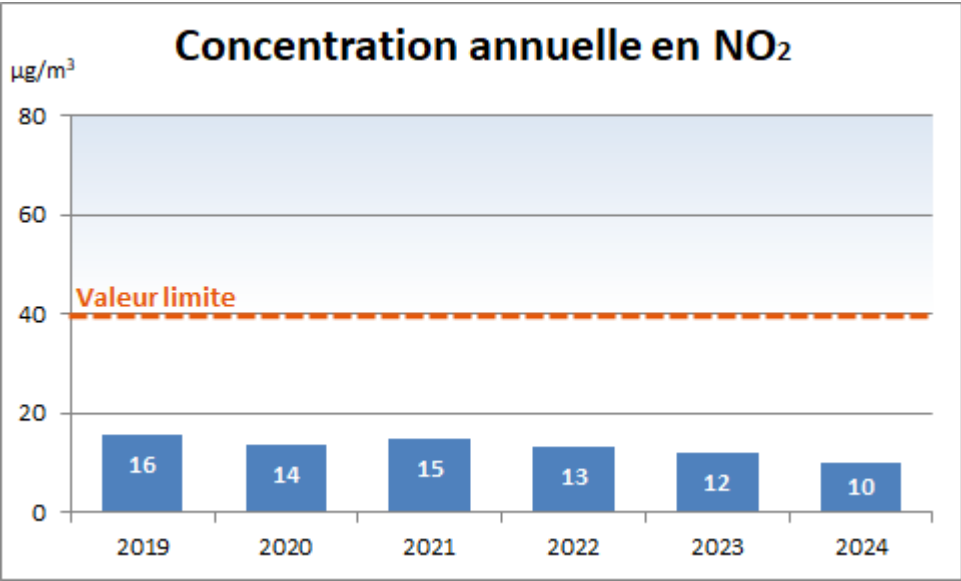


Figure 12 : Concentrations annuelles moyennes en NO₂ – Station “Passy”

❖ Particules en suspension PM10

La figure suivante présente les taux de particules PM10 mesurés sur les stations « Passy » et « Sallanches Régie » en moyenne annuelle. Sur ces stations, les teneurs en PM10 sont plutôt stables et respectent la valeur limite annuelle (40 µg/m³) et l’objectif de qualité (30 µg/m³).

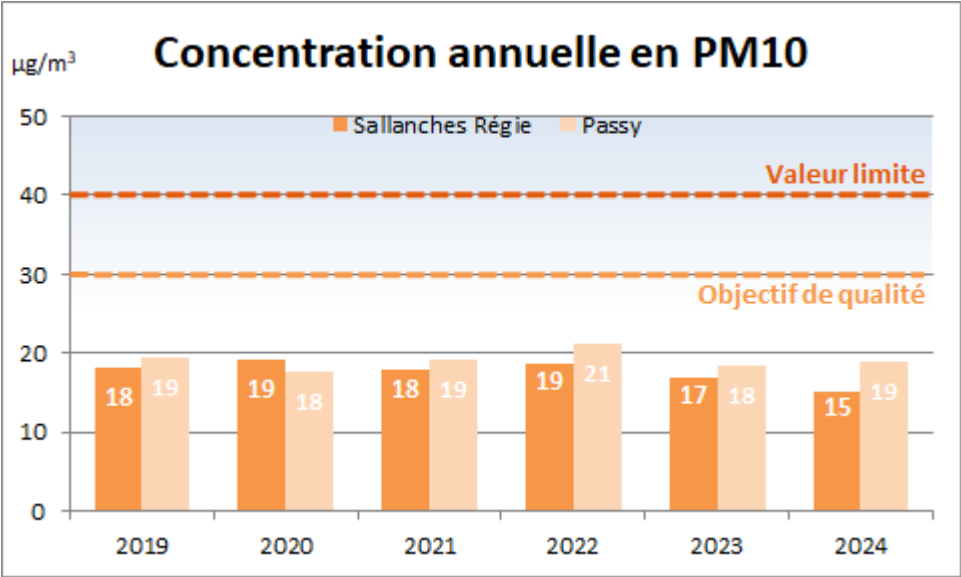


Figure 13 : Concentrations annuelles moyennes en PM10– Stations “Sallanches Régie” et “Passy”

❖ Particules en suspension PM2,5

La figure suivante présente les taux de particules PM2,5 mesurés sur la station « Passy » en moyenne annuelle (25 µg/m³). Sur cette station, les concentrations en PM2,5 respectent la valeur limite réglementaire mais sont fréquemment supérieures à l’objectif de qualité de 10 µg/m³.

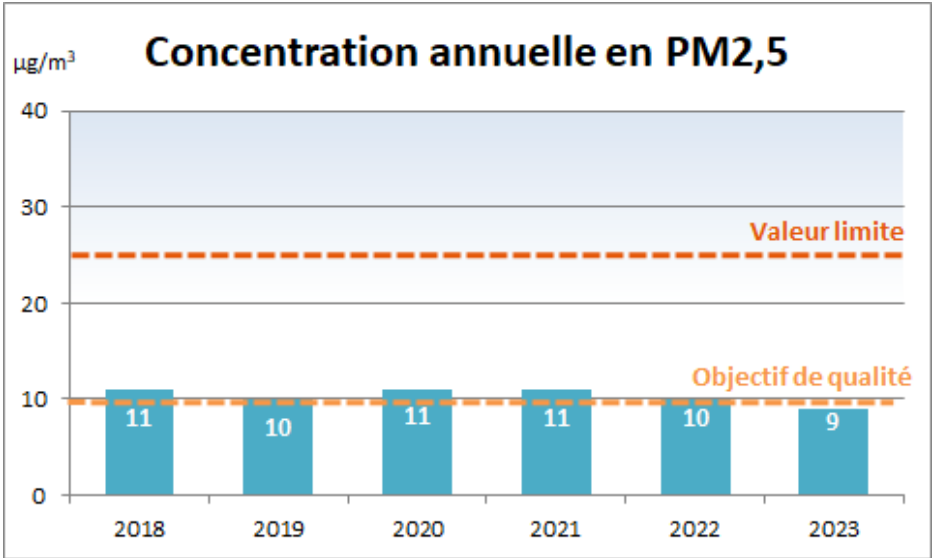


Figure 14 : Concentrations annuelles moyennes en PM2,5 – Station “Passy”

❖ Ozone O₃

La figure suivante présente le nombre de jours de dépassement du seuil de protection de la santé (120 µg/m³) pour l’ozone. La valeur cible de 25 jours est respectée sur la station « Passy ».

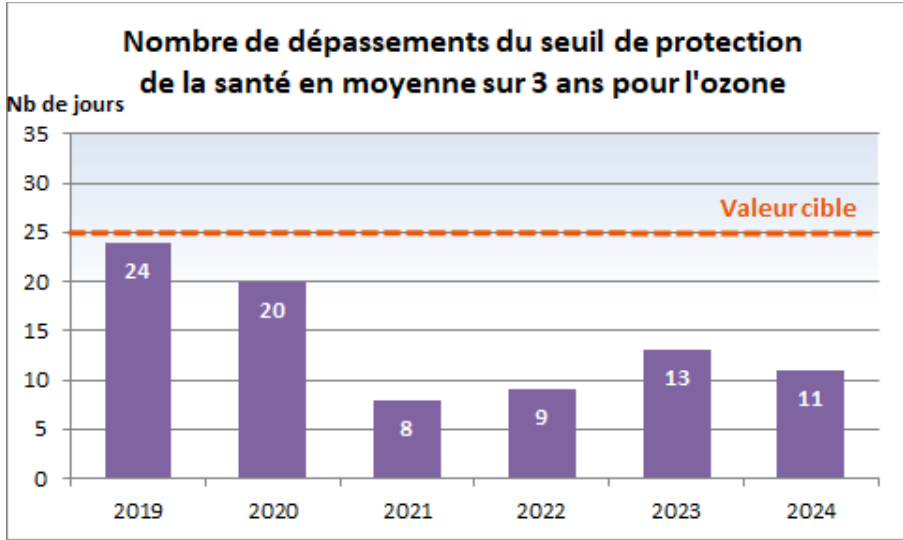


Figure 15 : Nombre de jours de dépassement du seuil de protection de la santé pour l’ozone– Station “Passy”

9.7. SECTEURS À ENJEUX EN TERMES DE QUALITÉ DE L'AIR

9.7.1. Modélisations Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

L'ASQAA Atmo Auvergne-Rhône-Alpes réalise des modélisations annuelles de la qualité de l'air au niveau de la région Auvergne-Rhône-Alpes, et ce, pour plusieurs polluants. Les cartes obtenues ne sont pas des modélisations spécifiques à la zone d'étude, mais permettent néanmoins d'appréhender les enjeux de la qualité de l'air au niveau du projet.

Les résultats de ces modélisations sont présentés dans le tableau suivant pour l'année 2023. Les cartographies placées après ce tableau illustrent les modélisation d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes sur la zone d'étude pour l'année 2023.

Les teneurs respectent les valeurs limites en 2023 pour le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5 et pour l'ozone, mais peuvent dépasser les valeurs guides de l'OMS.

Tableau 9 : Résultats des modélisations Atmo Auvergne-Rhône-Alpes en 2023

	Valeurs réglementaires / recommandations OMS	CC Cluses-Arve et Montagnes		Zone d'étude
		Nombre d'habitants exposés	Surface exposée	Valeurs relevées
Ozone O ₃	Valeur cible réglementaire : 120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année en moyenne sur 3 ans	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	10 jours de dépassement
	Valeur cible réglementaire 2030 : 120 µg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 18 jours par année en moyenne sur 3 ans	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	
Dioxyde d'azote NO ₂	Valeur limite réglementaire : 40 µg/m³ en moyenne annuelle	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	de 11 à 27 µg/m³
	Valeur limite réglementaire 2030 : 20 µg/m³ en moyenne annuelle	0 hab. (0 %)	0,7 km² (0,3 %)	
	Valeur guide OMS : 10 µg/m³ en moyenne annuelle	42 444 hab. (91,2 %)	0,0 km² (0 %)	
	Valeur limite réglementaire 2030 :	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	-

	Valeurs réglementaires / recommandations OMS	CC Cluses-Arve et Montagnes		Zone d'étude
		Nombre d'habitants exposés	Surface exposée	Valeurs relevées
	50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 18 jours par an			
Particules PM10	Valeur limite réglementaire : 40 µg/m³ en moyenne annuelle	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	de 18 à 20 µg/m³
	Valeur limite réglementaire 2030 : 20 µg/m³ en moyenne annuelle	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	
	Valeur guide OMS : 15 µg/m³ en moyenne annuelle	39 361 hab. (84,6 %)	46,7 km² (23,1 %)	
	Valeur limite réglementaire 2030 : 45 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	-
	Valeur guide OMS 2030 : 45 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an	16 669 hab. (35,8 %)	8,7 km² (4,3 %)	
Particules PM2,5	Valeur limite réglementaire : 25 µg/m³ en moyenne annuelle	0 hab. (0 %)	0,0 km² (0 %)	de 8 à 11 µg/m³
	Valeur limite réglementaire 2030 : 10 µg/m³ en moyenne annuelle	4 600 hab. (9,8 %)	2,6 km² (1,3 %)	
	Valeur guide OMS : 5 µg/m³ en moyenne annuelle	46 554 hab. (100,0 %)	202,6 km² (100,0 %)	
	Valeur limite réglementaire 2030 : 25 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	17 700 hab. (38,0 %)	8,4 km² (4,2 %)	-

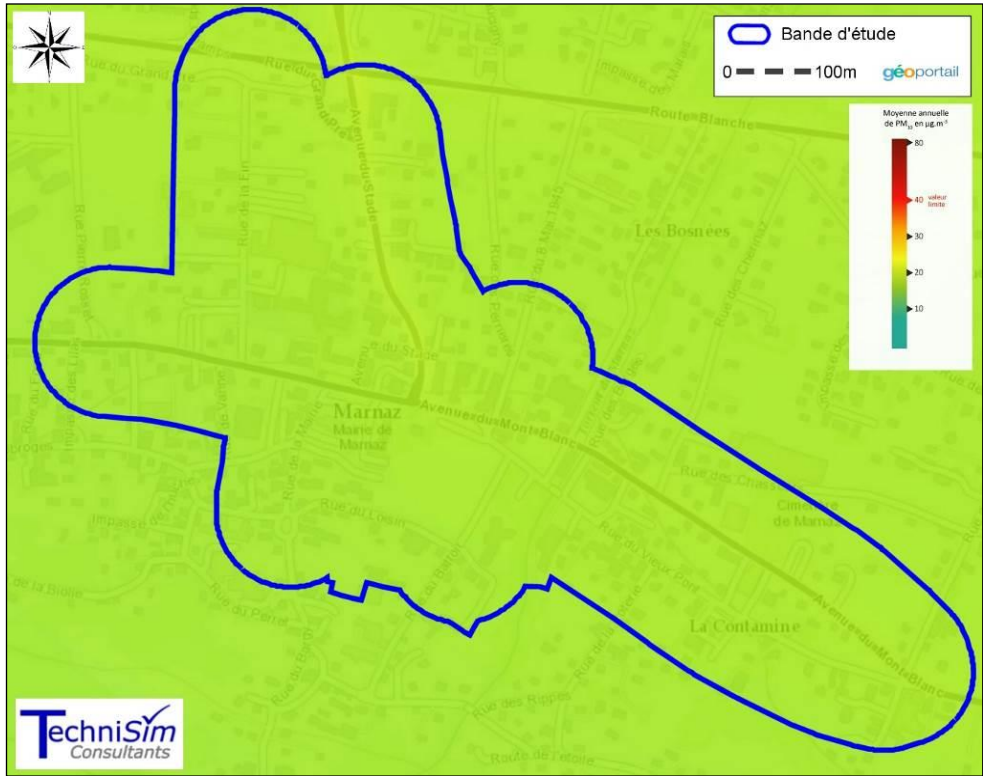


Figure 16 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)



Figure 18 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO2, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

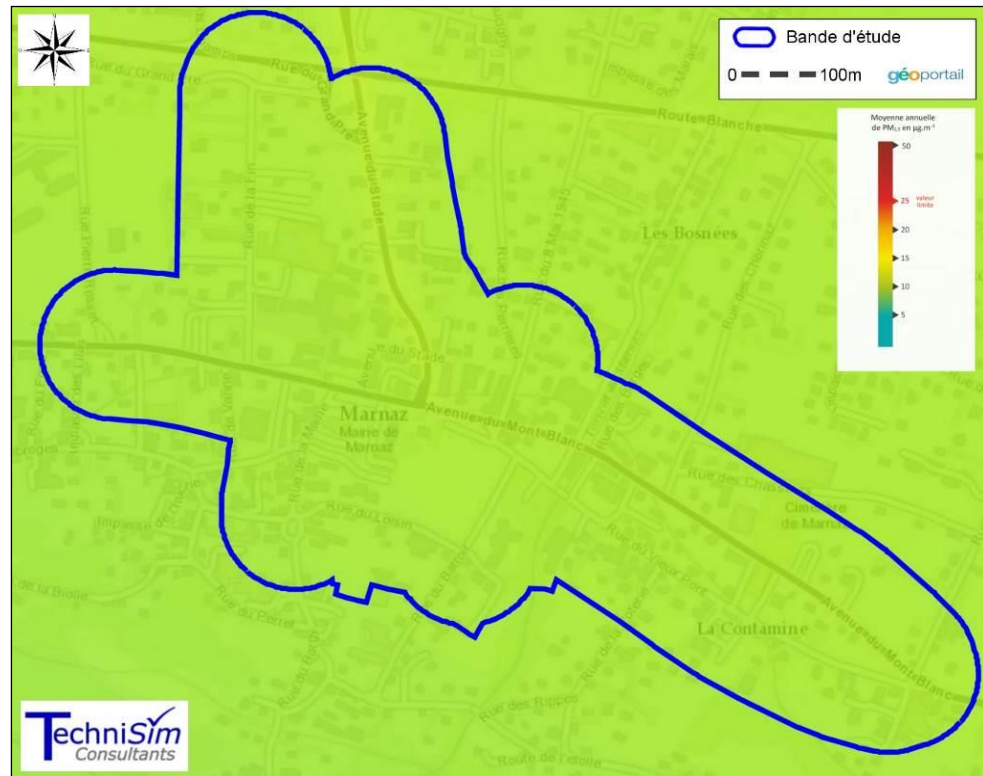


Figure 17 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2,5, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

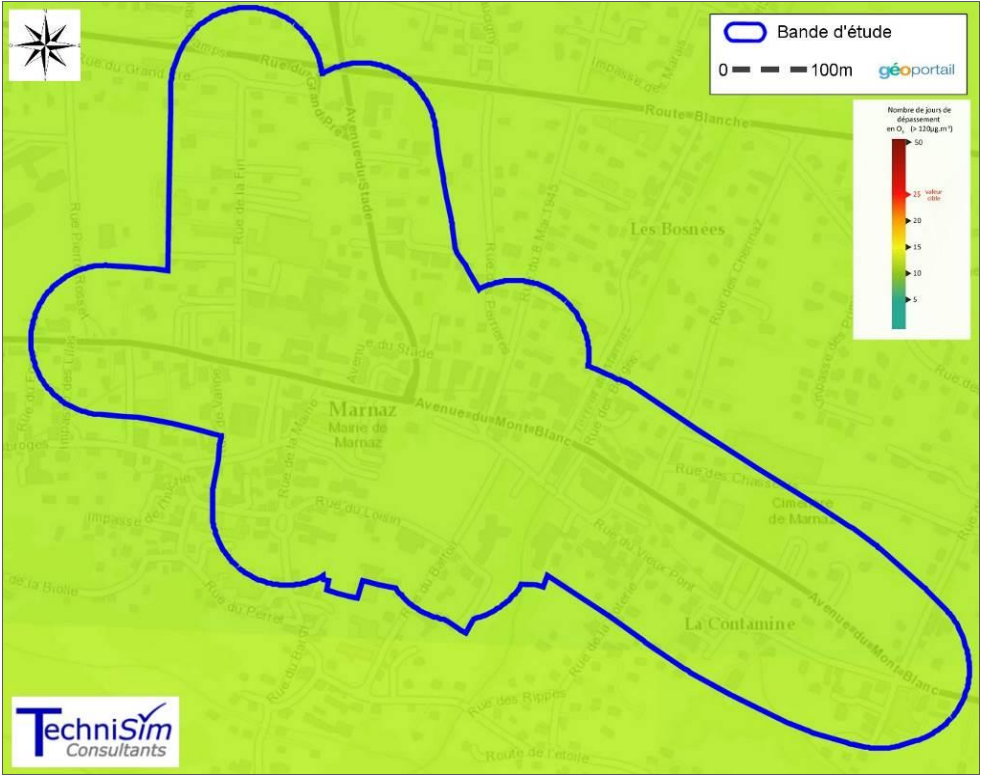


Figure 19 : Cartographie de la modélisation du nombre de jours de dépassement du seuil de protection de la santé en ozone, 2023 (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

9.7.2. Zones sensibles pour la qualité de l'air

Le Schéma Régional du Climat, de l'air et de l'Énergie, désormais intégré au SRADDET de la région Auvergne-Rhône-Alpes, définit les zones sensibles pour la qualité de l'air comme étant les zones à la fois soumises à des dépassements de valeurs limites réglementaires et qui du fait de la présence de récepteurs vulnérables (population et écosystèmes) peut révéler une plus grande sensibilité à la pollution atmosphérique. Ce sont donc des zones où les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à des actions portant sur le climat en cas d'effets antagonistes. Cette zone se caractérise par des densités de population élevées (ou la présence de zones naturelles protégées), et par des dépassements des valeurs limites concernant les particules PM10 et les oxydes d'azote.

Une méthodologie définie au niveau national permet de dresser des cartes à l'échelle communale sur la base de deux polluants majeurs pour leurs enjeux réglementaires, c'est-à-dire les particules et le dioxyde d'azote. Cette cartographie met en relief les communes sur lesquelles coïncident des zones bâties et/ou zones naturelles sensibles (parcs/réserves naturelles et protection biotope) avec une qualité de l'air montrant un risque de dépassement de valeurs limites réglementaires pour les polluants visés par des actions potentielles antagonistes air-climat.

En Auvergne-Rhône-Alpes, 791 communes (abritant 63 % de la population) se situent en zone sensible pour la qualité de l'air, dont la commune de Marnaz. Elles se situent autour des principaux pôles urbains, des grands axes de transport autoroutiers et des vallées alpines, ces dernières étant caractéristiques de conditions aggravantes d'accumulation des polluants (topographie/météorologie).

La cartographie des zones sensibles pour la qualité de l'air en Auvergne-Rhône-Alpes est donnée en figure suivante.

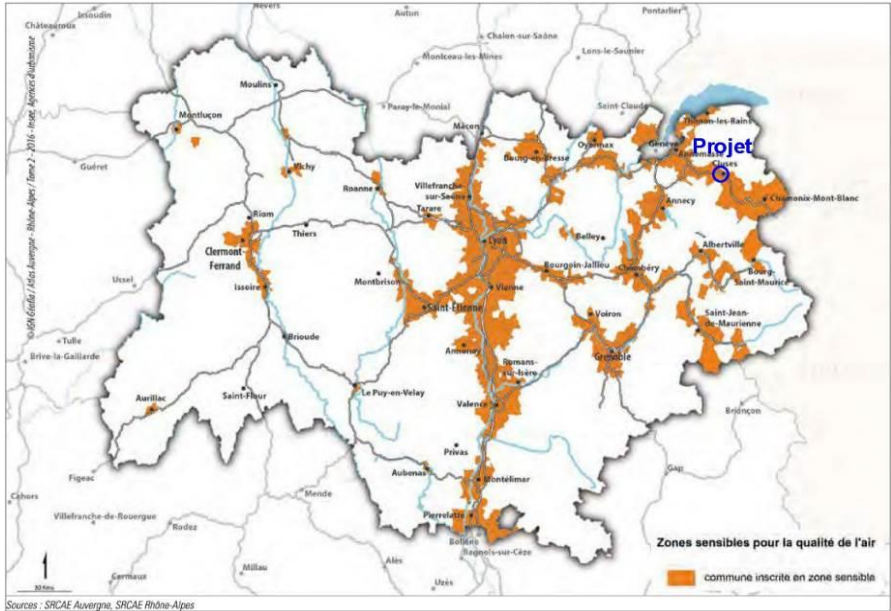


Figure 20 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes

9.7.3. Zones couvertes par un PPA

La directive européenne 2008/50/CE relative à l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentration de polluants atmosphériques sont dépassées, les États membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes. En droit français, outre les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être, des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants.

Pour la zone de la Vallée de l'Arve, un second PPA a été approuvé par arrêté préfectoral du 29 avril 2019. Il s'agit d'un plan d'actions ayant pour objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées à l'article R. 221-1 du Code de l'environnement.

Il est possible de constater que la zone d'étude du projet est totalement incluse dans la zone couverte par le PPA de la Vallée de l'Arve (cf. planche ci-après).

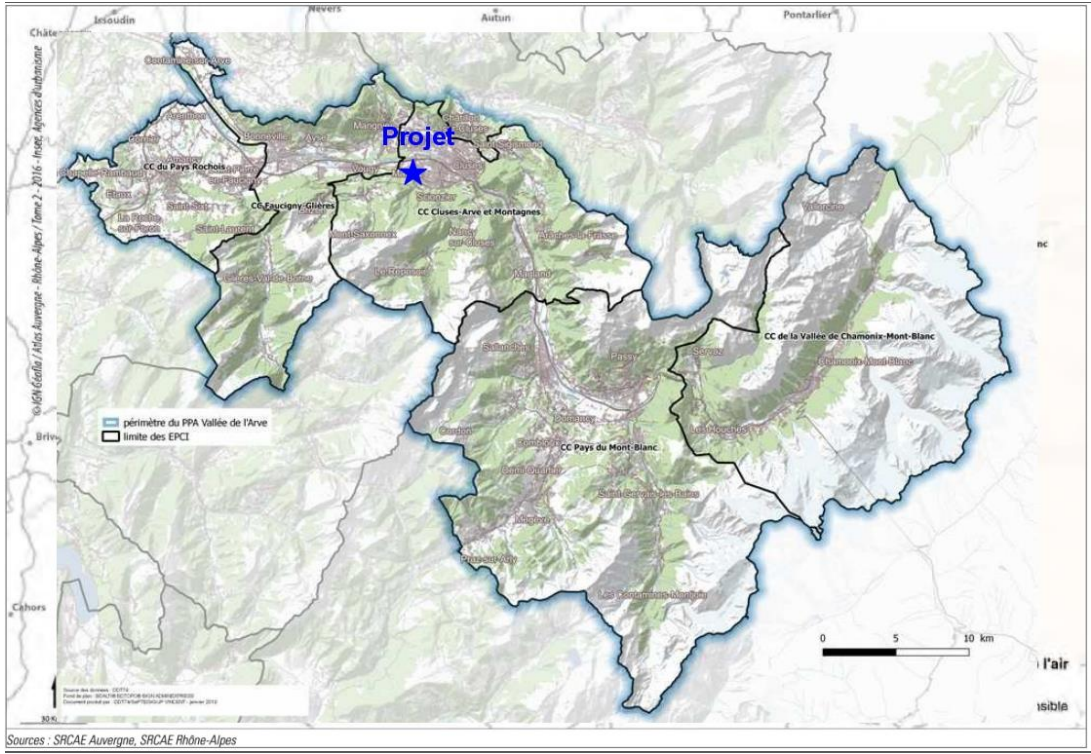


Figure 21 : Zone couverte par le PPA de la Vallée de l'Arve

9.8. SYNTHÈSE

La quasi-totalité des déclenchements concerne les PM10 en période hivernale. Au cours de l'année 2024, la Vallée de l'Arve a connu douze jours de déclenchement de procédure concernant les PM10, dont trois évènements en vigilance rouge.

Les résultats des mesures de polluants sur les stations Atmo Auvergne-Rhône-Alpes les plus proches du projet indiquent des concentrations en dioxyde d'azote, en ozone et en particules PM10 et PM2,5 respectant les valeurs réglementaires en situation de fond.

Sur les modélisations réalisées par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes au niveau de la zone d'étude, les teneurs respectent les valeurs limites en 2023 pour le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5 et pour l'ozone.

10. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

- La pollution de l'air peut avoir des effets divers selon les facteurs d'exposition ci-dessous :
- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
 - La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
 - La concentration des polluants ;
 - La ventilation pulmonaire.

- Il convient de distinguer deux types d'impact de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé :
- les impacts à court terme qui surviennent dans des délais brefs (quelques jours) après l'exposition et qui sont à l'origine de troubles tels que : irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthme, exacerbation de troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
 - les impacts à long terme qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

De manière générale, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels près desquels l'effet "cocktail" (mélange de polluants) est le plus important.

❖ Cas des pics de pollution

D'un point de vue épidémiologique, il n'existe pas de définition des épisodes de pollution, les études épidémiologiques retrouvant une relation linéaire entre exposition à la pollution urbaine et effets sanitaires. Enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de seuils en-deçà duquel aucun effet sur la santé ne serait observé au niveau populationnel.

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge... Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air s'avère donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.

Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'être humain (groupe 1)⁷.

10.1. MORBIDITÉ ET COÛTS ASSOCIÉS

D'une manière générale, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc. ;
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme ;
- Hypersécrétion bronchique ;
- Augmentation des irritations oculaires ;
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines) ;
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes ;
- Incidence sur la mortalité :
 - À court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
 - À long terme par effets mutagènes et cancérogènes (particules fines, benzène).

⁷ <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique>

⁸ CGDD - « Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air » - Avril 2015

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable⁸ détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an ;
- Bronchites chroniques, estimées à 72 millions €/an ;
- Bronchites aiguës, estimées à 171 millions €/an ;
- Asthme, estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an ;
- Cancers, estimés entre 50 et 131 millions €/an ;
- Hospitalisations, estimées à 155 millions €/an.

L'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

10.2. MORTALITÉ

Étude européenne

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude⁹ de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2021, les nombres de décès prématurés en Europe et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques et l'estimations des décès prématurés pour l'Union Européenne (27 états) et la France en 2021, en fonction des polluants atmosphériques (tableau suivant).

⁹ <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/> (édition 2023)

Tableau 10 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2021 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2021 - Union Européenne et France (EEA 2023)

POLLUANT S	Nombre de décès prématurés en 2021		Nombre d'années de vies perdues attribuables (en 2021)	
	Union européenne (27 états)	France	Union européenne (27 états)	France
PM2,5	253 000	20 100	2 584 000 (584 ans/100 000 hab.)	214 200 (327 ans/100 000 hab.)
NO ₂	52 000	4 900	532 000 (120 ans/100 000 hab.)	52 700 (81 ans/100 000 hab.)
O ₃	22 000	2 400	234 000 (53 ans/100 000 hab.)	26 600 (41 ans/100 000 hab.)

En comparaison des données 2020, en 2021 le nombre de morts prématurées attribuables à la pollution atmosphérique a augmenté pour les particules PM2,5 et le dioxyde d'azote et diminué pour l'ozone.

Ces différences ne sont pas significatives puisqu'elles se situent dans les incertitudes liées à la méthode de calcul de l'EEA. Néanmoins, la légère augmentation peut être expliquée par une légère modification de l'exposition des populations (les concentrations auxquelles les populations étaient soumises étaient légèrement plus importantes pour les PM2,5 et le NO₂ et légèrement inférieures pour l'ozone) ainsi qu'une légère augmentation de la mortalité en Europe, principalement du fait de l'impact de la pandémie de Covid-19.

Étude française

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France¹⁰ estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l'exposition aux particules fines PM2,5, ce qui correspondait à une perte d'espérance de vie estimée à 9 mois pour une personne âgée de 30 ans. Le pourcentage évitable de décès était de 9 % pour un scénario sans pollution anthropique aux particules fines.

Une actualisation publiée en 2021 de cette étude portant sur la période 2016-2019 a depuis été réalisée par Santé Publique France¹¹.

Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM2,5 et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO₂, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.

¹⁰ Santé publique France – « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719

Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO₂ pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants. Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après représentent le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

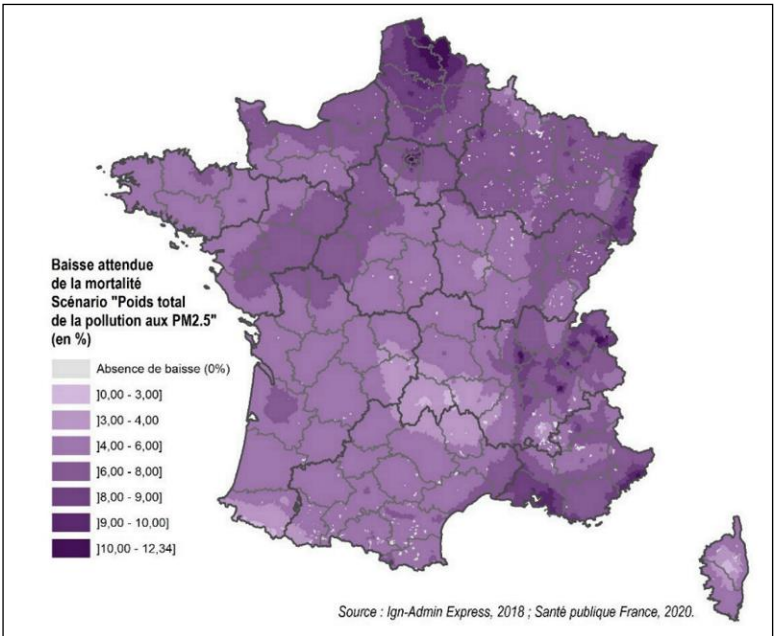


Figure 22 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) [Santé Publique France]

¹¹ Santé publique France – « impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174

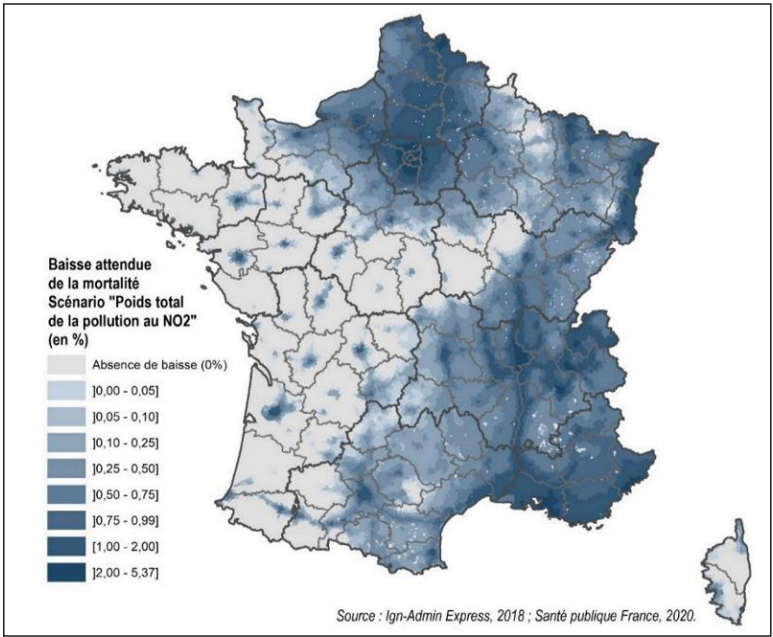


Figure 23 : Poids total de l'exposition à long terme au NO₂ sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) [Santé Publique France]

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

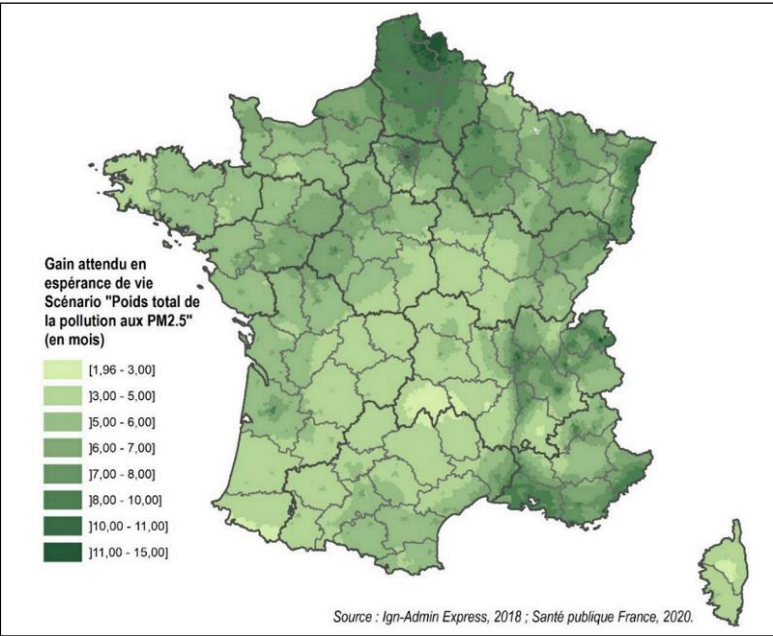


Figure 24 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) [Santé Publique France]

Le tableau immédiatement suivant précise les estimations du poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} et au NO₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 (Intervalle de confiance de 95 %) par classe d'urbanisation des communes.

Tableau 11 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM_{2,5} et au NO₂ sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évitables	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (mois)	Nombre total d'années vie gagnées
PM _{2,5}	Rurales (< 2 000 hab)	7 836 [2 793 ; 12 278]	5,9	5,9 [2,1 ; 9,4]	75 931 [26 562 ; 121 035]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	7 534 [2 688 ; 11 793]	6,3	6,3 [2,2 ; 10,0]	60 671 [21 224 ; 96 713]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	5 721 [2 044 ; 8 945]	6,6	6,9 [2,4 ; 11,0]	55 641 [19 464 ; 88 699]
	Urbaines (> 100 000 hab)	18 450 [6 635 ; 28 675]	8,4	8,7 [3,0 ; 13,9]	299 554 [104 636 ; 478 306]
	France métropolitaine	39 541 [14 160 ; 61 690]	7,1	7,6 [2,6 ; 12,1]	491 797 [171 886 ; 784 752]
NO ₂	Rurales (< 2 000 hab)	451 [159 ; 719]	0,3	0,4 [0,1 ; 0,6]	4 991 [1 749 ; 7 972]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	596 [210 ; 950]	0,5	0,6 [0,2 ; 0,9]	5 510 [1 931 ; 8 801]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	633 [223 ; 1 007]	0,7	0,8 [0,3 ; 1,3]	6 593 [2 311 ; 10 530]
	Urbaines (> 100 000 hab)	5 110 [1 809 ; 8 087]	2,3	2,6 [0,9 ; 4,1]	89 260 [31 276 ; 142 635]
	France métropolitaine	6 790 [2 400 ; 10 763]	1,2	1,6 [0,6 ; 2,6]	106 354 [37 268 ; 169 939]

La commune de Marnaz est incluse dans la communauté de communes Cluses-Arve et Montagnes. Étant donné son urbanisation, elle peut en l'occurrence être assimilée à une commune semi-urbaine. De ce fait, il peut être estimé que :

- L'exposition à long terme aux particules PM_{2,5} est à l'origine de 6,6 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 6,9 mois ;
- L'exposition à long terme au dioxyde d'azote est à l'origine de 0,7 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 0,8 mois.

Impact de la pollution de l'air ambiant : réduction sur la mortalité en France métropolitaine en lien avec le confinement du printemps 2020

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l'activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l'efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.

Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l'air ambiant observées durant ce premier confinement.

Les résultats de l'évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS) montrent que les bénéfices d'une moindre exposition à la pollution de l'air ambiant durant le premier confinement peuvent être évalués à environ :

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition aux particules PM2,5, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond ;
- 1 200 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition au dioxyde d'azote (NO₂), liée principalement au trafic routier.

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).

Ces résultats mettent en évidence qu'une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l'air se traduit par une diminution sensible de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés de cette évaluation pour le scénario à court terme et le scénario à long terme.

Scénario 1 : IMPACT À COURT TERME (Tous âges – PM10 et NO₂)

Impact à court terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations journalières de pollution de l'air ambiant occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

- Périodes d'étude :
- Confinement strict : 16 mars au 11 mai 2020 ;
 - Déconfinement progressif : 11 mai au 22 juin 2020 ;
 - Période totale : 16 mars au 22 juin 2020.

Tableau 12 : Impact des PM10 et du NO₂ à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	PM ₁₀		NO ₂	
		Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)
Confinement strict (16 mars au 11 mai 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	13 [6 ; 21]	0,07	41 [22 ; 60]	0,2
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	12 [5 ; 19]	0,07	43 [23 ; 63]	0,3
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	9 [4 ; 14]	0,07	35 [19 ; 52]	0,3
	Urbaines (> 100 000 hab)	27 [12 ; 43]	0,09	124 [66 ; 182]	0,4
	France métropolitaine	61 [26 ; 97]	0,08	243 [130 ; 357]	0,3
Déconfinement progressif (11 mai au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [2 ; 9]	0,04
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [3 ; 9]	0,1
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	1 [0 ; 2]	0,01	5 [2 ; 8]	0,1
	Urbaines (> 100 000 hab)	3 [0 ; 6]	0,01	22 [9 ; 35]	0,1
	France métropolitaine	8 [1 ; 14]	0,01	39 [16 ; 61]	0,1
Période totale (16 mars au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	15 [6 ; 24]	0,04	47 [24 ; 69]	0,1
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	14 [5 ; 22]	0,04	49 [26 ; 72]	0,2
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	10 [4 ; 16]	0,04	40 [21 ; 60]	0,2
	Urbaines (> 100 000 hab)	31 [11 ; 50]	0,05	146 [75 ; 217]	0,3
	France métropolitaine	69 [26 ; 111]	0,05	282 [146 ; 418]	0,2

Scénario 2 : IMPACT À LONG TERME (âge ≥ 30 ans – PM2,5 et NO2)

Impact à plus long terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations annuelles de pollution de l’air ambiant, occasionnée par les restrictions d’activité et modélisée à partir d’hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Période d’étude : 1^{er} juillet 2019 au 30 juin 2020.

Tableau 13 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO2 sur la mortalité et l’espérance de vie en France métropolitaine du 1^{er} juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
PM2,5	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	2 274 [793 ; 3 636]	0,4	13 [5 ; 21]	27 815 [9 709 ; 44 414]
NO2	Rurales (< 2 000 hab)	150 [52 ; 239]	0,1	4 [1 ; 6]	1 490 [522 ; 2 380]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	156 [54 ; 249]	0,1	4 [1 ; 6]	1 290 [452 ; 2 062]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	128 [45 ; 204]	0,2	5 [2 ; 8]	1 252 [439 ; 2 001]
	Urbaines (> 100 000 hab)	460 [161 ; 735]	0,2	6 [2 ; 10]	7 231 [2 534 ; 11 553]
	France métropolitaine	893 [313 ; 1 427]	0,2	5 [2 ; 8]	11 263 [3 946 ; 17 995]

11. ANALYSE DE LA ZONE D’ÉTUDE

Après l’examen des données disponibles sur la qualité de l’air et des données sanitaires, il convient de s’intéresser à la population et à la composition du domaine géographique d’étude.

Cette démarche a pour objectif principal d’identifier les lieux vulnérables et de définir la vulnérabilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphériques (sachant que les enfants et les personnes âgées sont les plus fragiles).

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVÉS

Aucun projet susceptible d’avoir une influence notable sur la qualité de l’air ou sur la densité de population n’a été recensé à proximité du projet.

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ Normales climatiques

Les données présentées proviennent des stations météorologiques de Bonneville-La Foulaz, installée à environ 10 km à l’ouest du projet.
Les données d’ensoleillement proviennent de la station suisse d’Évionnaz située à environ 40 km au nord-est du projet.

Sur la période 1991-2020, la gamme des températures moyennes s’étend de 5,4°C à 16,3°C, avec une température normale moyenne annuelle de 10,8°C.
La pluviométrie moyenne normale est de 1 007,6 mm par an avec en moyenne 115,8 jours où les précipitations sont supérieures à 1 mm (soit 31,7 % de jours pluvieux).

L’ensoleillement normal est de 1 538,9 h par an.

Les vents sont globalement de faible intensité, et suivent une direction est-ouest, guidés par la vallée de l’Arve.

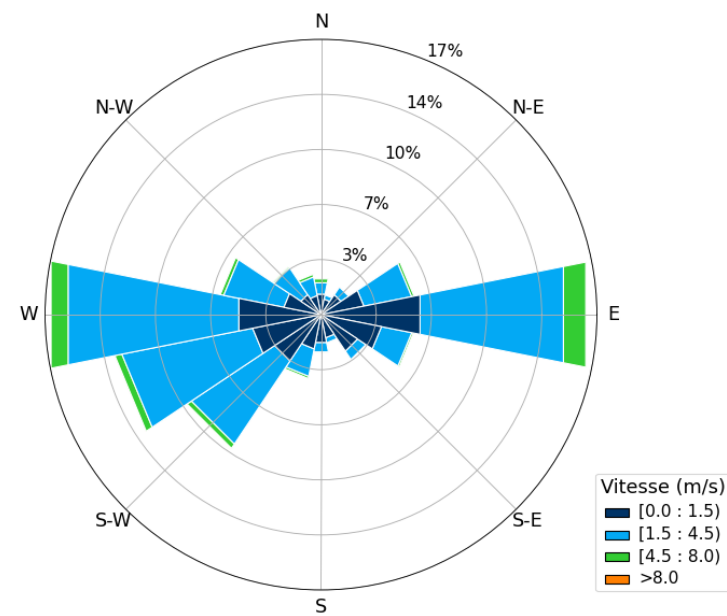


Figure 25 : Rose des vents de la station météorologiques Bonneville-La Foulaz

❖ **Topographie**

La planche ci-après schématise la topographie autour du projet.

La zone du projet se situe au cœur de la vallée de l'Arve. Étant entourée par des massifs montagneux élevés, cette configuration est très défavorable à une bonne dispersion des polluants atmosphériques.

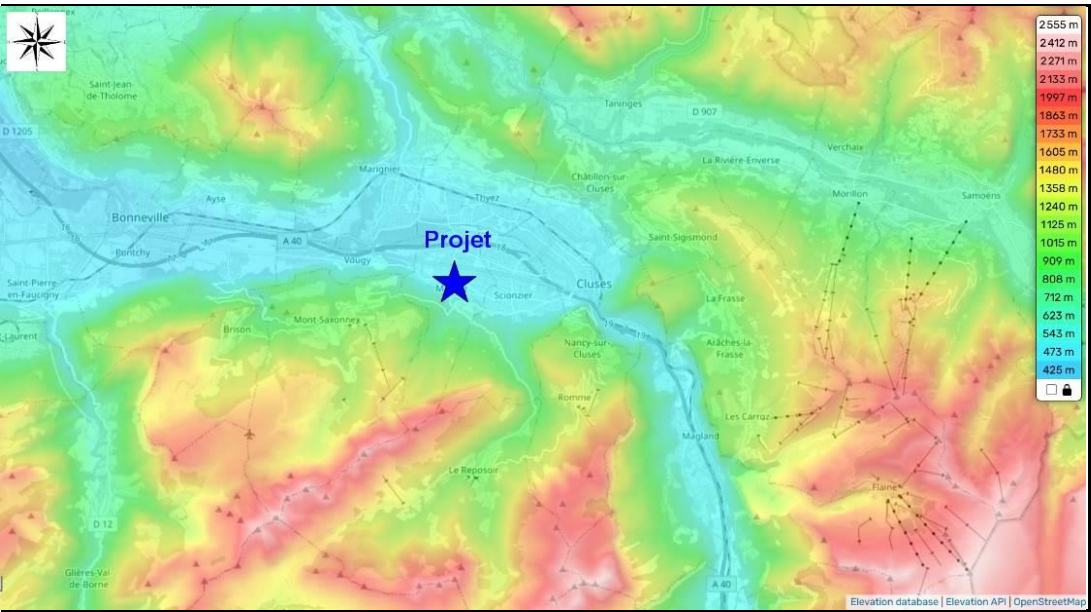


Figure 26 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com)

11.3. OCCUPATION DES SOLS

La zone d'étude s'étend sur le territoire de la commune de Marnaz. Elle est principalement composée de zones urbanisées (habitats collectifs et individuels).

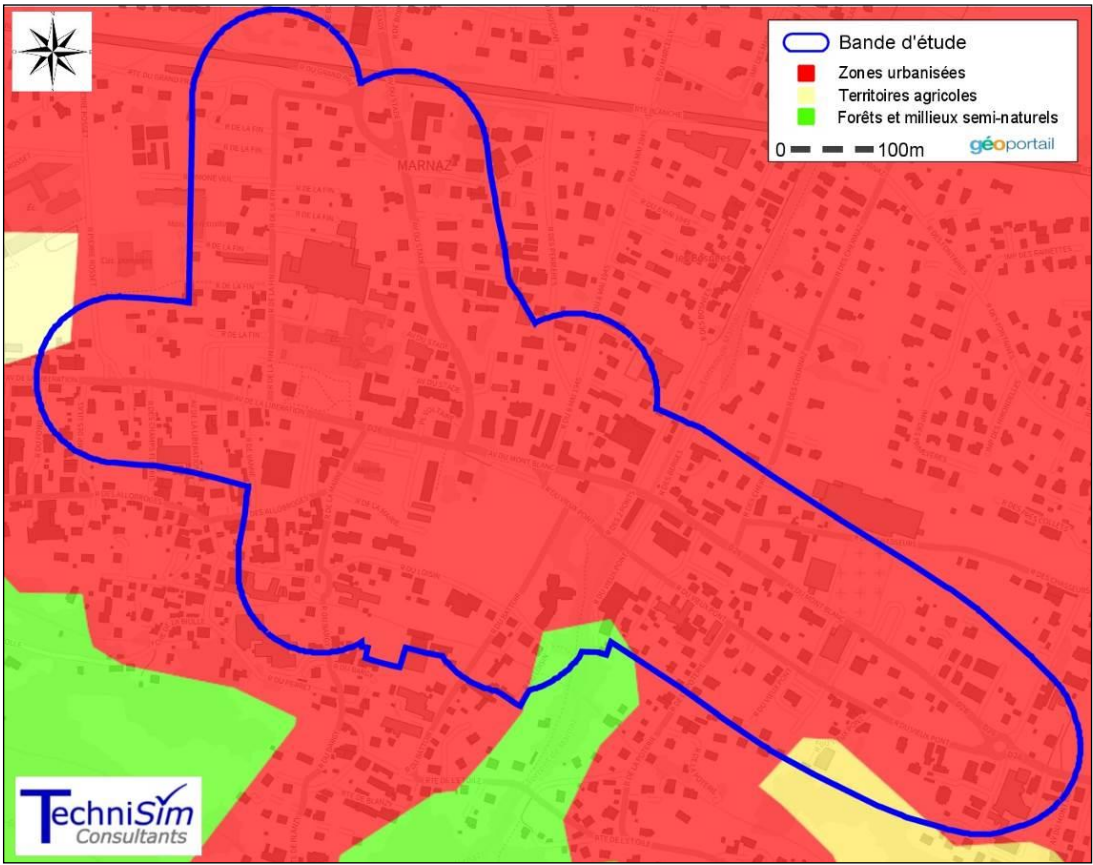


Figure 27 : Composition de la zone d'étude

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Aucun ensemble important de jardins potagers n'a été répertorié dans la zone d'étude des retombées particulières (largeur de 200 m, centrée sur la voirie étudiée).

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La figure suivante illustre les carreaux INSEE présents dans la zone d'étude.

La zone comprend actuellement 1 190 résidents, pour une densité de population de 2 360 habitants/km².

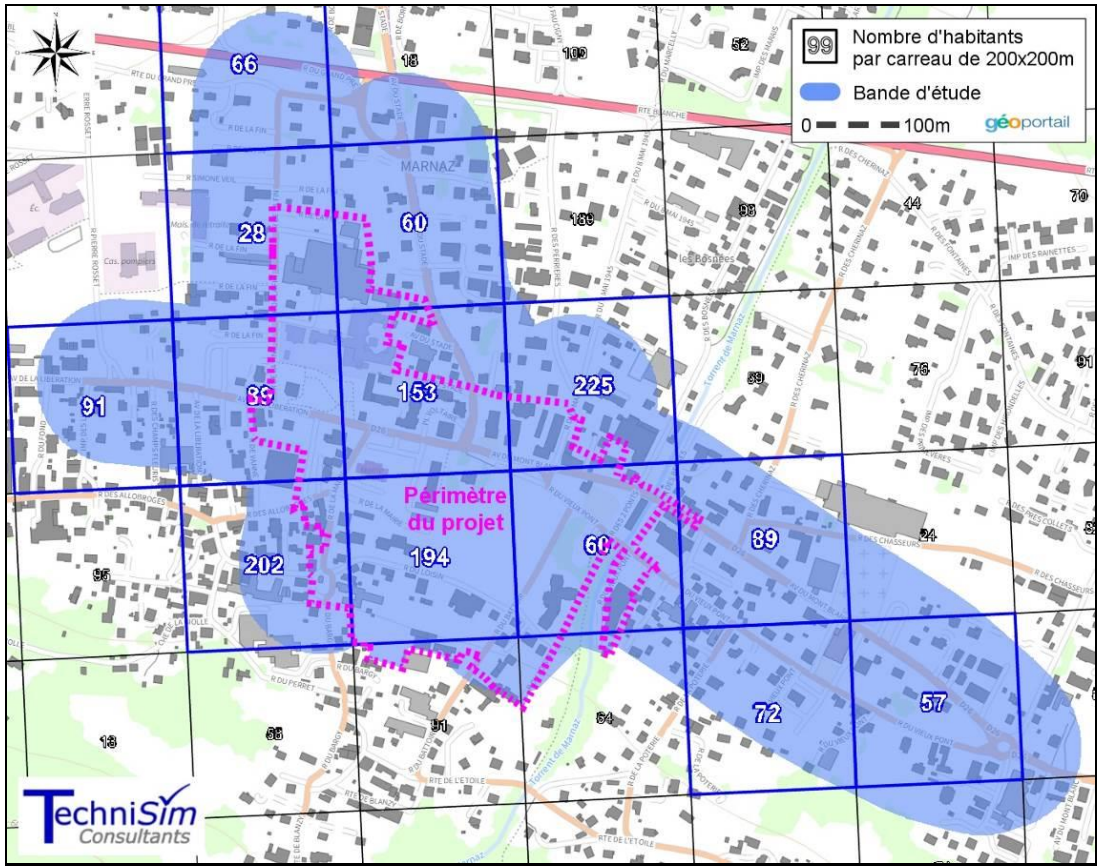


Figure 28 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2019)

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

Il a été recherché la présence d'établissements dits 'vulnérables' à la pollution atmosphérique sur la zone d'étude.

La méthodologie de la Note technique du 22/02/2019 définit précisément ces lieux comme étant des structures fréquentées par des personnes vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique. On retrouve ainsi :

- Les établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc.
- Les établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc.
- Les hôpitaux et cliniques.

Les établissements vulnérables recensés dans le secteur étudié et à proximité sont reportés dans le tableau ci-après.

Tableau 14 : Liste des établissements vulnérables

	N°	Nom	Adresse
Crèche	1	Crèche Les Petits Chaperons Rouge	65 Rue Antoine de Saint Exupéry 74460 Marnaz
École maternelle	1	Groupe scolaire du Centre	Rue de la Fin 74460 Marnaz
École élémentaire	1	Groupe scolaire des Sages	Rue Pierre Rosset 74460 Marnaz
Maison de retraite	1	La Rose des Vents	104 Rue Simone Veil 74460 Marnaz

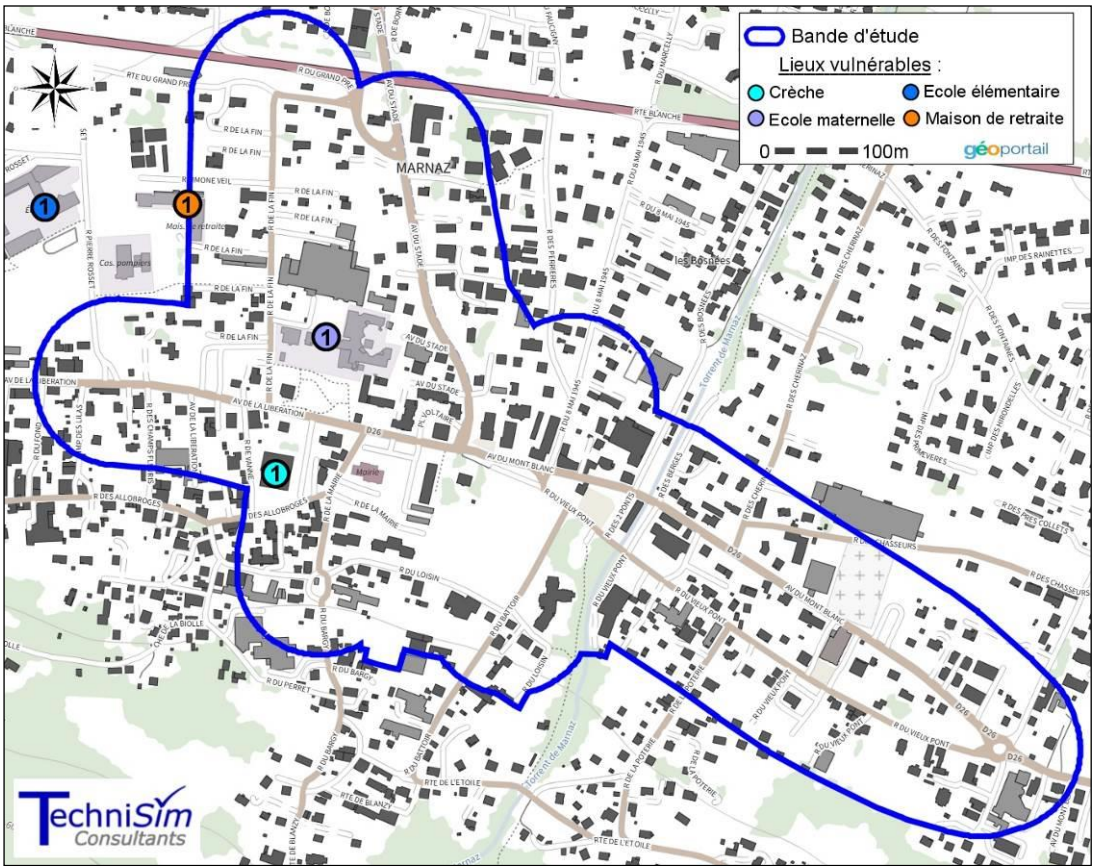


Figure 29 : Localisation des établissements vulnérables

11.7. SYNTHÈSE

La zone d'étude s'étend en majorité sur le territoire de la commune de Marnaz. Elle est principalement composée de zones urbanisées (habitats collectifs et individuels).

Plusieurs établissements vulnérables à la pollution atmosphérique ont été recensés dans la bande d'étude ou à proximité : crèche, école maternelle, école élémentaire et maison de retraite.

12. MESURES IN SITU

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Afin de caractériser la qualité de l'air, une campagne de mesures *in situ* a été conduite sur la période du 09 décembre 2024 au 05 janvier 2025 pour les polluants « traceurs » de la pollution émise par le trafic routier, tel que demandé dans la Note technique du 22/02/2019 :

- Le dioxyde d'azote [NO₂] ;
- Les poussières – PM10 et PM2,5.

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO₂. Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO₂ dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

En ce qui concerne les mesures des particules PM10 et PM2,5, celles-ci ont été opérées de manière à évaluer en temps réel la concentration massique des poussières en suspension dans l'air avec un micro-capteur laser. Ce type d'appareil permet un suivi en continu des concentrations sur une large gamme de mesure, y compris lors de pics de pollution.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-après.



Figure 30 : Réceptacle et tube passif pour NO₂ et micro-capteur laser

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse sont disponibles en annexe.

Les points de mesure *in situ* sont repérés sur la planche suivante.

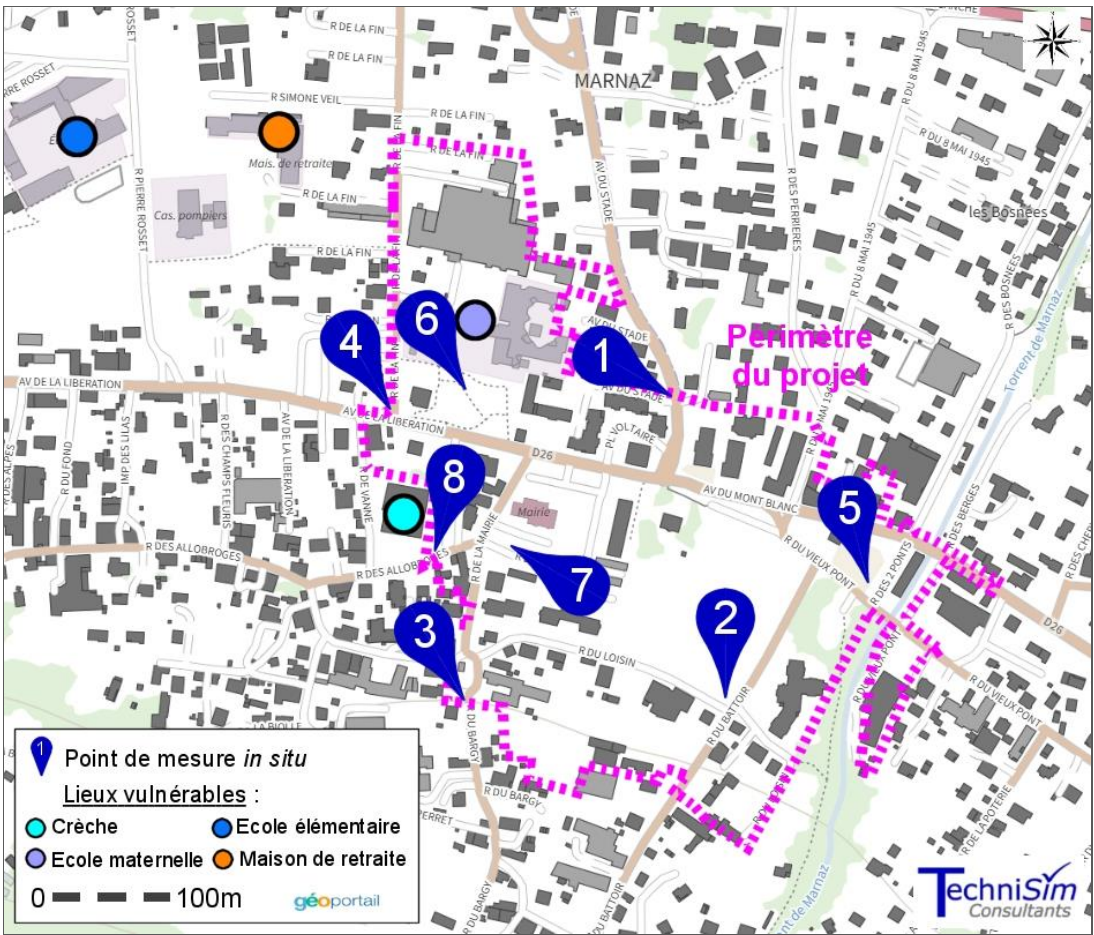


Figure 31 : Emplacements des points de mesure *in situ*

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux l'ensemble du domaine d'étude.

Chaque point a été repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et a fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution, description de l'environnement immédiat du point de mesures (habitations, ...).

L'ensemble de ces renseignements a été regroupé dans les fiches disponibles en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes ont été installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage.

La hauteur de mesure a été choisie de manière à caractériser le plus possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

Les dates et les heures de pose / dépose des tubes de prélèvement sont explicitées dans les tableaux de résultats, ainsi que dans les fiches descriptives correspondant à chaque point de mesures.

Remarque importante : les résultats sont des valeurs indicatives et valables uniquement à proximité des points de mesures.

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURE

Les conditions météorologiques détaillées relatives à la campagnes de mesure sont disponibles en annexe.

Lors de la période de mesure du 09/12/24 au 05/01/2025, les températures et l'ensoleillement ont inférieures aux moyennes annuelles, tandis que la pluviométrie a été similaire à la normale. Ces conditions ont pu favoriser des concentrations plus importantes par rapport aux teneurs moyennes annuelles.

12.3. INDICE ATMO PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURE

L'indice Atmo est un indicateur journalier de la qualité de l'air calculé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes à partir des concentrations de polluants majeurs (particules PM10 et PM2,5, NO₂, O₃ et SO₂).

Du fait des conditions météorologiques, les indices Atmo pour la commune de Marnaz ont indiqués plusieurs journées avec une qualité d'air qualifiée de « dégradée » voire « mauvaise ».

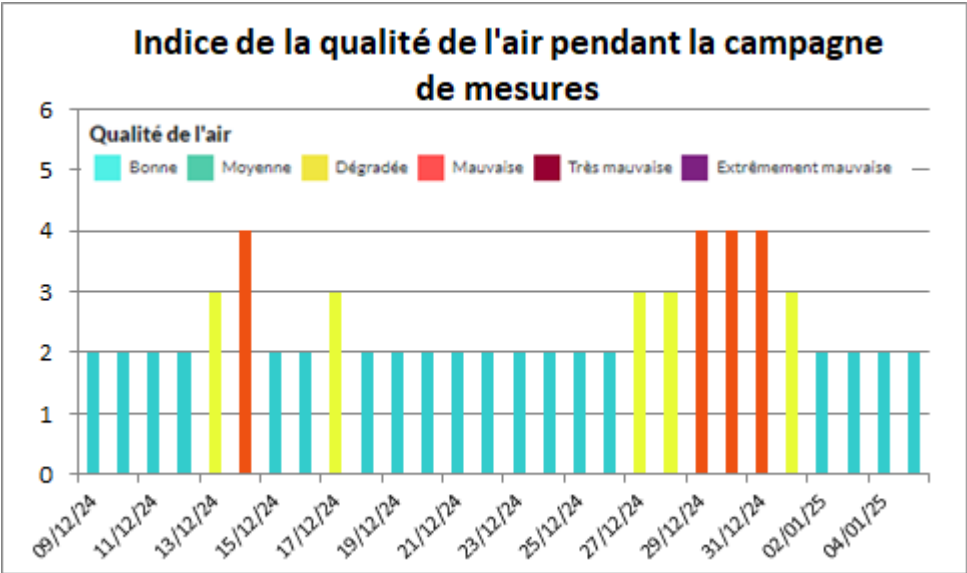


Figure 32 : Indice de la qualité de l'air pendant la campagne de mesures *in situ*

Les teneurs en particules PM10 lors des épisodes de pollution ont entraîné plusieurs journées de vigilance pollution pour la zone de la Vallée de l'Arve :

- Vigilance jaune (dépassement ponctuel du seuil d'information) : 13 et 14/12/2024 ;
- Vigilance orange (dépassement ponctuel du premier niveau du seuil d'alerte ou dépassement persistant du seuil d'information) : 28/12/2024 ;
- Vigilance orange (dépassement ponctuel du deuxième ou troisième niveau du seuil d'alerte ou dépassement persistant du seuil d'information ou du premier seuil d'alerte) : du 29/12/2024 au 01/01/2025.

12.4. RÉSULTATS DES MESURES

12.4.1. Particules PM10 et PM2,5

Les micro-capteurs lors de cette campagne ont été implantés du 09 décembre 2024 au 05 janvier 2025 au niveau des points n°2, 4, 5 et 8.

Les résultats sont à retrouver dans les tableau et les graphiques ci-après.

Tableau 15 : Résultats des mesures en continu des particules PM10

DATE	Particules PM10 (µg/m³)			
	Point n°2	Point n°4	Point n°5	Point n°8
09 décembre 2024	/	33,0	17,2	30,7
10 décembre 2024	25,8	44,7	28,3	45,3
11 décembre 2024	12,3	25,5	16,5	25,6
12 décembre 2024	15,1	32,0	20,7	35,3
13 décembre 2024	37,0	60,1	47,5	61,1
14 décembre 2024	50,5	80,5	61,6	71,3
15 décembre 2024	21,7	42,6	27,5	40,9
16 décembre 2024	18,0	32,0	24,4	31,4
17 décembre 2024	24,7	44,9	31,8	42,7
18 décembre 2024	20,9	40,7	28,7	32,7
19 décembre 2024	14,0	19,3	13,3	17,2
20 décembre 2024	9,5	11,5	6,3	12,5
21 décembre 2024	11,0	16,9	14,0	16,4
22 décembre 2024	8,5	13,1	12,0	13,6
23 décembre 2024	8,4	9,0	5,9	10,9
24 décembre 2024	17,9	33,7	25,6	32,1
25 décembre 2024	20,1	34,0	29,1	37,3
26 décembre 2024	31,4	52,5	39,1	54,9
27 décembre 2024	38,4	61,0	49,1	64,9
28 décembre 2024	34,3	60,4	44,4	64,0
29 décembre 2024	41,2	67,2	54,2	74,4
30 décembre 2024	45,1	70,7	56,8	80,8
31 décembre 2024	58,4	88,2	75,0	89,7
01 janvier 2025	19,1	36,7	28,1	/
02 janvier 2025	15,6	26,2	18,3	/
03 janvier 2025	12,3	20,2	10,4	/
04 janvier 2025	11,6	33,3	24,9	/
05 janvier 2025	/	17,1	10,2	/
TOTAL	24,3	40,1	29,9	41,7

Tableau 16 : Résultats des mesures en continu des particules PM2,5

DATE	Particules PM2,5 (µg/m³)			
	Point n°2	Point n°4	Point n°5	Point n°8
09 décembre 2024	/	28,7	15,2	27,0
10 décembre 2024	19,9	37,8	25,6	38,3
11 décembre 2024	9,6	21,6	14,9	22,7
12 décembre 2024	11,7	26,5	18,0	29,2
13 décembre 2024	28,9	47,8	39,7	49,0
14 décembre 2024	39,5	62,9	50,2	57,0
15 décembre 2024	17,3	35,0	24,3	34,7
16 décembre 2024	14,3	27,1	21,8	26,5
17 décembre 2024	19,4	37,2	27,5	35,5
18 décembre 2024	16,7	34,4	25,7	28,2
19 décembre 2024	10,8	16,7	12,0	15,3
20 décembre 2024	7,3	9,8	5,5	11,0
21 décembre 2024	8,3	14,3	12,3	14,4
22 décembre 2024	6,5	11,0	10,3	11,7
23 décembre 2024	6,0	7,4	5,0	9,4
24 décembre 2024	13,7	28,2	22,8	27,2
25 décembre 2024	15,9	28,6	25,3	31,5
26 décembre 2024	24,4	42,1	33,8	44,6
27 décembre 2024	29,3	46,5	40,3	48,9
28 décembre 2024	25,9	45,7	37,0	47,1
29 décembre 2024	31,2	50,3	44,3	53,6
30 décembre 2024	34,9	52,3	45,7	59,0
31 décembre 2024	44,3	66,3	57,9	64,3
01 janvier 2025	14,7	30,3	24,4	/
02 janvier 2025	12,2	22,1	16,3	/
03 janvier 2025	9,5	17,0	9,0	/
04 janvier 2025	8,9	28,0	21,6	/
05 janvier 2025	/	14,9	9,2	/
TOTAL	18,8	32,2	25,3	33,4

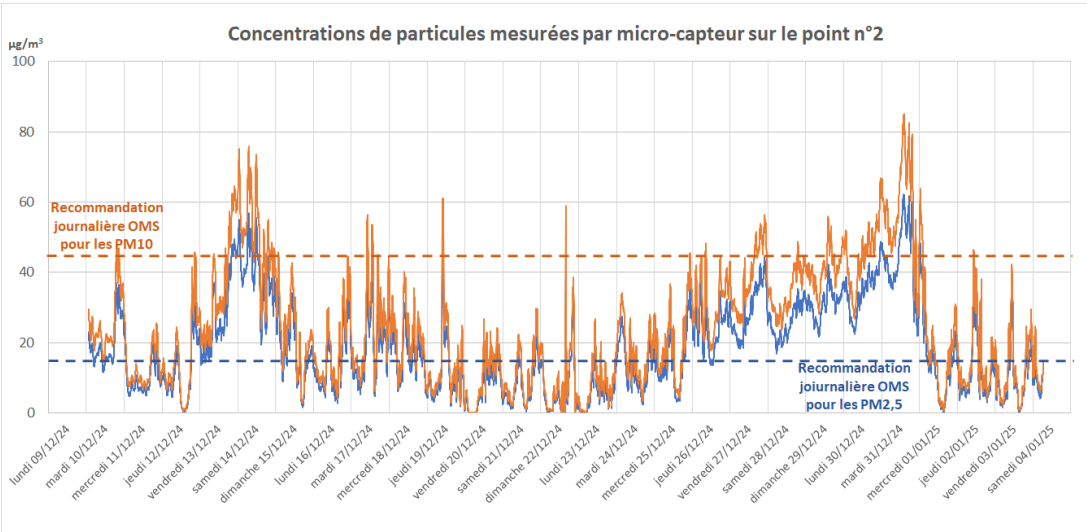


Figure 33 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°2

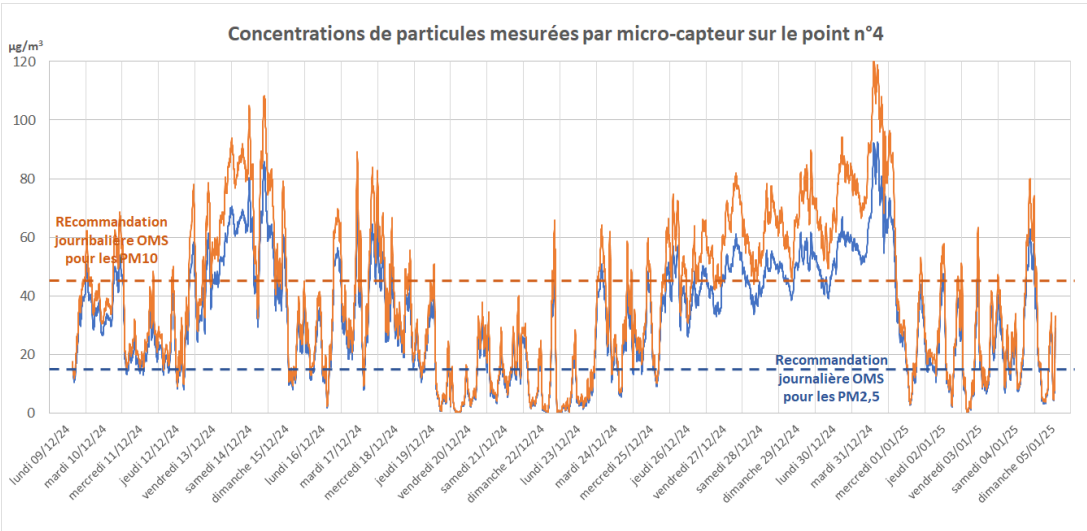


Figure 34 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°4

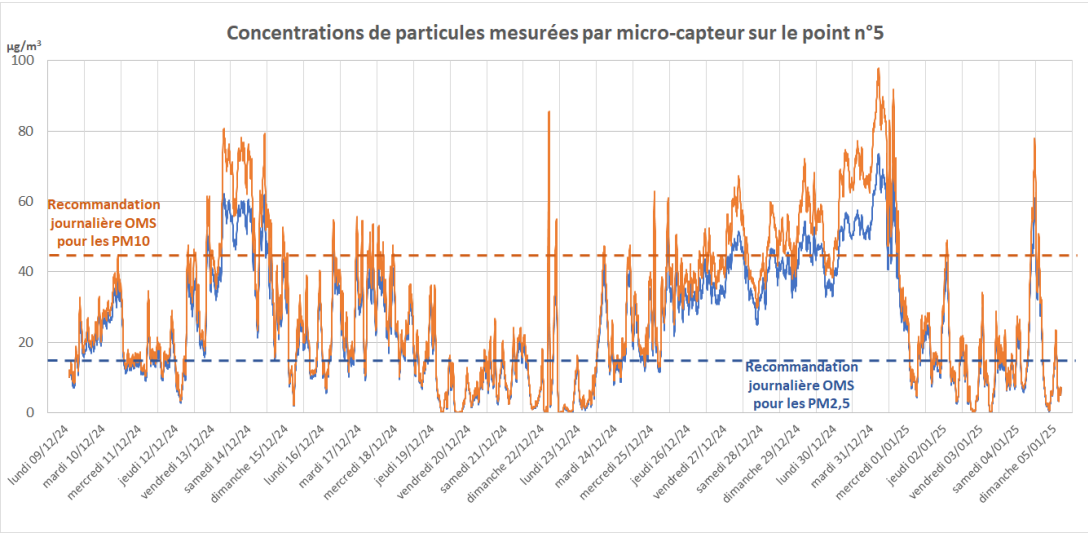


Figure 35 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°5

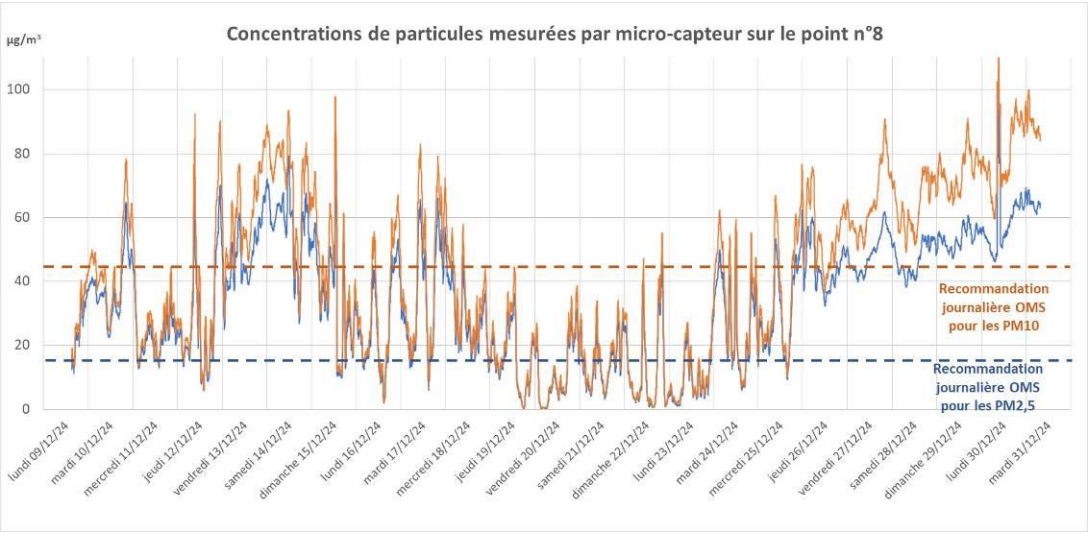


Figure 36 : Résultats des mesures pour les particules PM10 et PM2,5 sur le point n°8

Les seuils réglementaires et recommandations de l’OMS pour les particules sont les suivants :

Tableau 17 : Seuils réglementaires et recommandations OMS

	PM10		PM2,5	
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne annuelle	Moyenne journalière
Seuils réglementaires actuels	• <u>Valeur limite</u> : 40 µg/m³ • <u>Objectif de qualité</u> : 30 µg/m³	<u>Valeur limite</u> : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	• <u>Valeur limite</u> : 25 µg/m³ • <u>Objectif de qualité</u> : 10 µg/m³	-
Seuils réglementaires applicables à partir de 2030	<u>Valeur limite</u> : 20 µg/m³	<u>Valeur limite</u> : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an	<u>Valeur limite</u> : 10 µg/m³	<u>Valeur limite</u> : 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 jours par an
Recommandations OMS	15 µg/m³	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	5 µg/m³	15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

Cette période de mesure a connu plusieurs journées de dépassement des valeurs limites et des seuils de recommandation journalière de l’OMS pour les PM10 et PM2,5, pendant les jours qualifiés de « dégradé » et « mauvais » par l’indice ATMO.

12.4.2. Dioxyde d’azote

Sur plusieurs points, deux tubes ont été utilisés pour vérification de la bonne répétabilité des mesures.
Les résultats des mesures sont retrouvés dans les tableaux ci-après.

Tableau 18 : Résultats des mesures de dioxyde d’azote [µg/m³]

Dioxyde d’azote			
N° point	Concentration	N° point	Concentration
N°1	30,0 µg/m³	N°5	23,8 µg/m³
N°2	25,2 µg/m³	N°6	24,2 µg/m³
N°3	24,3 µg/m³	N°7	24,0 µg/m³
N°4	24,9 µg/m³	N°8	22,3 µg/m³

❖ Validité des mesures

Les écarts relatifs entre les doublons d'un point de mesure de NO₂ sont calculés selon la formule suivante :

$$ER[\%] = 100 \times \left| \frac{m - a}{m} \right|$$

avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} m = \frac{a + b}{2} \\ a : \text{Concentration mesurée pour l'échantillonneur A} \\ b : \text{Concentration mesurée pour l'échantillonneur B} \end{array} \right.$$

Ces écarts relatifs procurent une information sur la dispersion des résultats. Pour tous les points de mesure, l'écart des doublets est inférieur à 5 %. Cela confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.

❖ Interprétation des résultats

Pour rappel, les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

Les graphiques suivants présentent les teneurs en dioxyde d'azote.

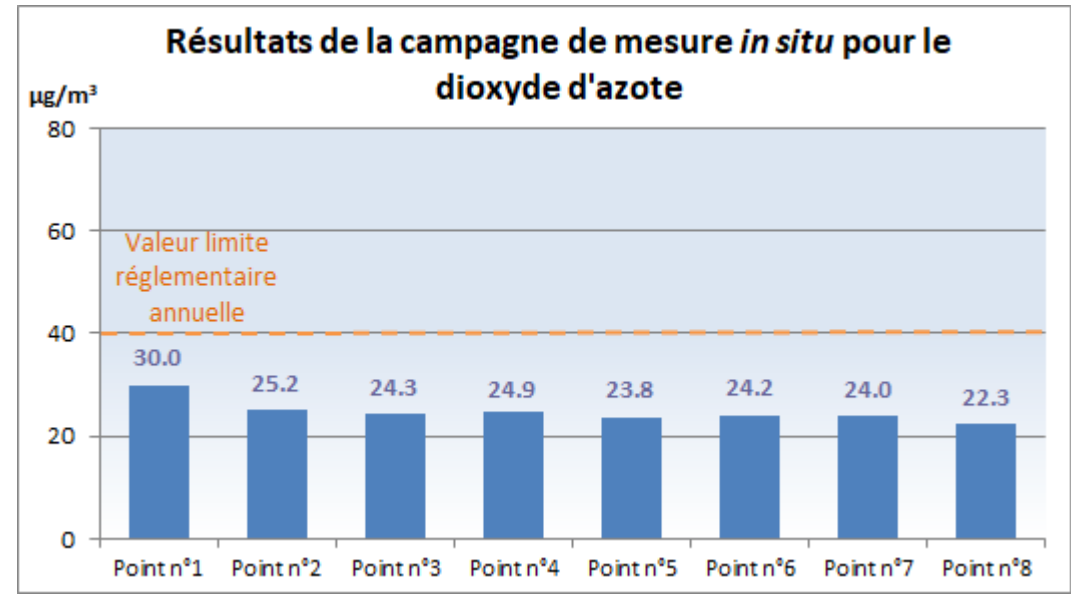


Figure 37 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Compte tenu de la durée de la campagne de mesures, les résultats ne peuvent pas être directement comparés aux seuils annuels.

À titre uniquement indicatif, il est possible de constater que les teneurs mesurées sont toutes inférieures à la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³), mais restent supérieures à la recommandation de l'OMS (10 µg/m³) sur l'ensemble de la zone étudiée.

12.4.3. Comparaison avec les données Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

Le tableau suivant compare les résultats en dioxyde d'azote et en particules PM10 du point de mesure n°5, placé au niveau de la station de mesure d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes « Sallanches Régie ».

Tableau 19 : Comparaison des mesures *in situ* et des résultats de la station Atmo Aura

Polluants	Mesure station « Sallanches Régie »	Mesure <i>in situ</i> du point n°5	Point n°5 par rapport à Station « Sallanches Régie »
Particules PM10	29,2 µg/m³	29,9 µg/m³	+2,5 %

Les concentrations mesurées au niveau du point n°5 peuvent être considérées comme analogue à celle obtenue à la station Sallanches Régie lors de la période de mesures. Cela corrobore le résultat provenant des mesures *in situ*.

12.4.4. Synthèse des résultats

Avec pour objectif de définir la qualité de l'air actuelle, une campagne de mesures *in situ* a été réalisée sur la période du 09/12/2024 au 05/01/2025.

Les conditions météorologiques ont pu favoriser des concentrations plus importantes par rapport aux teneurs moyennes annuelles.

Compte tenu de la durée de la campagne de mesures, les résultats ne peuvent pas être directement comparés aux seuils annuels.

À titre uniquement indicatif, il est possible de constater que les teneurs mesurées sont toutes inférieures à la valeur limite réglementaire annuelle (40 µg/m³), mais restent supérieures à la recommandation de l'OMS (10 µg/m³) sur l'ensemble de la zone étudiée.

Concernant les particules, les conditions météorologiques ont pu entraîner des dépassements des valeurs limites et des seuils journaliers recommandés par l'OMS pour les particules PM10 et PM2,5.

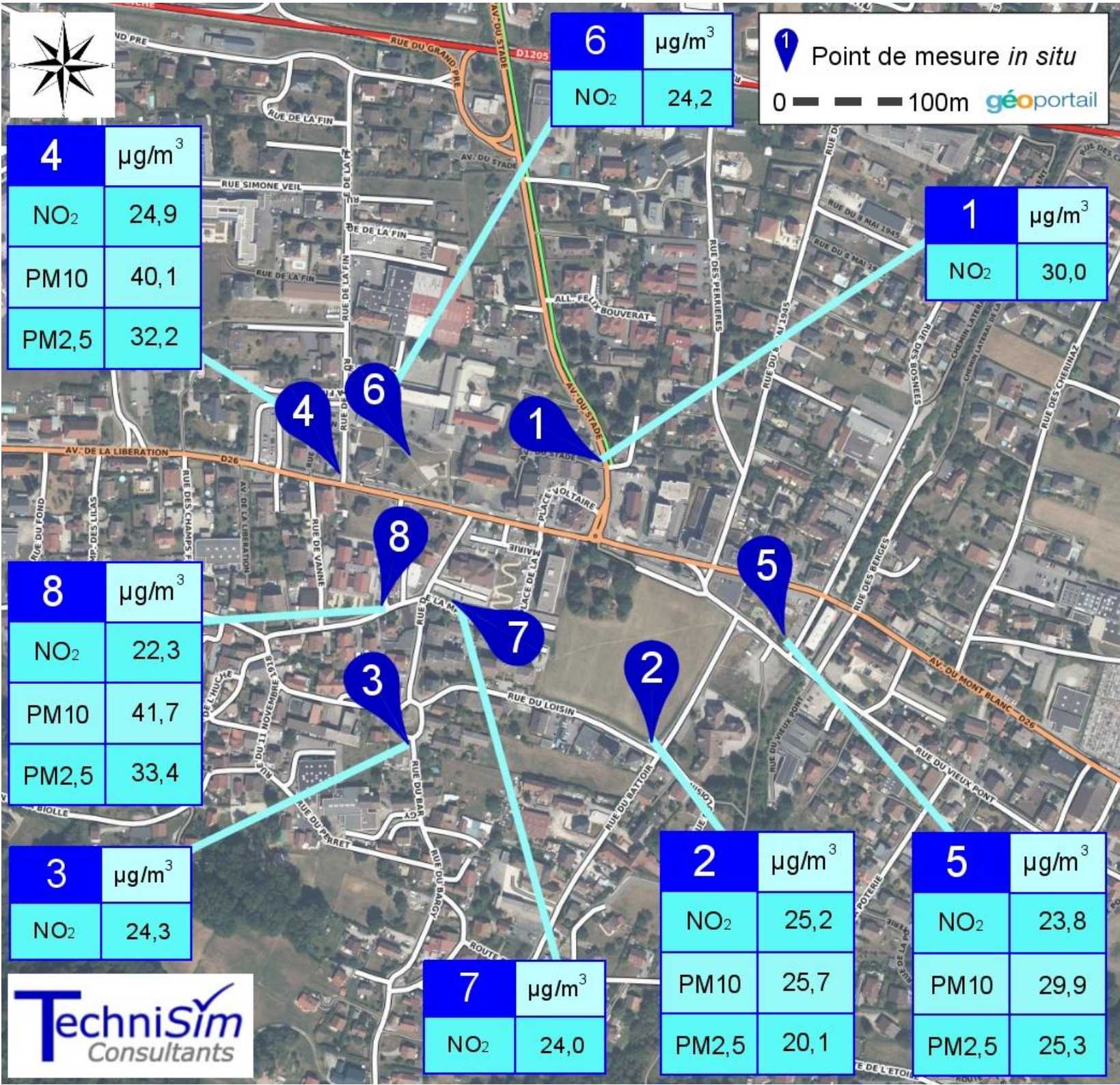


Figure 38 : Résultats des mesures in situ

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

En termes de pollution atmosphérique, la commune de Marnaz présente une qualité de l'air plutôt moyenne selon les données d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Les teneurs en polluants aux environs du projet respectent dans l'ensemble les seuils réglementaires, mais peuvent être élevées en période hivernale.

La qualité de l'air devrait s'améliorer graduellement dans les prochaines années grâce aux actions mises en place pour le remplacement des appareils de chauffage ancien (Fonds Air Bois), aux améliorations technologiques des véhicules routiers, au développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, ...), à l'abandon progressif du carburant diesel et à l'arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2035 (loi LOM).

En outre, il n'a pas été recensé de projets susceptibles de modifier significativement la population de la zone d'étude dans un futur proche.

ANALYSE DES IMPACTS

14. IMPACTS DU PROJET EN PHASE CHANTIER

14.1. GÉNÉRALITÉS

Les activités des chantiers du bâtiment et des travaux publics (BTP) émettent de nombreux polluants dans l'air, notamment des poussières, des particules fines et des composés organiques volatils non méthaniques. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants.

14.2. IDENTIFICATION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- **Les gaz d'échappement des machines et engins** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils, le dioxyde de soufre et les poussières fines ;
- **Les émissions de poussières** : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- **Les émissions des solvants** : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- **Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP]** : le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

14.3. ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DES CHANTIERS - APPROCHE QUALITATIVE

La quantification des émissions d'un chantier est assez malaisée. À ce stade de l'étude, l'évaluation des émissions appelant un nombre important de données, il n'est pas possible de quantifier les émissions atmosphériques du chantier. C'est pourquoi les émissions liées aux activités du chantier ne seront abordées que de manière qualitative. Les données présentées dans ce paragraphe proviennent en majorité du document de l'ADEME « *Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des*

connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air » (mars 2017).

Le tableau ci-après dresse la liste des principaux polluants émis par type d'activité et reprend les données de la Directive suisse « *Protection de l'air sur les chantiers* » qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes. Il s'appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 20 : Ampleur relative des émissions de polluants dues aux activités de construction

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO ₂ , particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d'eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+

+ Faible ++ Moyenne +++Forte

Différentes études montrent que les opérations de terrassement participent de manière significative aux émissions de polluants, notamment de particules. Il se vérifie également que les émissions de polluants des travaux de terrassement sont plus importantes durant les périodes sèches suivies de périodes de vents forts.

Les principales activités génératrices de poussières lors du terrassement sont : l'excavation à l'aide de bulldozers, l'extraction, le transport et le déchargement de terre à l'aide d'une pelleteuse, le chargement des matériaux excavés dans les camions, le déversement de matériel de comblement des camions, le compactage, et le nivellement.

Par ailleurs, si les activités d'excavation concernent des sols pollués comportant des métaux lourds, en particulier arsenic et plomb, l'activité peut provoquer la mise en suspension dans l'air d'une fraction des métaux présents dans les sols.

En outre, les chantiers de Travaux Publics traitent souvent les sols lors des travaux de terrassement, classiquement à la chaux ou aux liants hydrauliques.

Ces opérations induisent la formation de poussières.

Toutefois, chaque chantier étant différent, il est complexe d'évaluer la nature et la quantité de particules émises durant la phase de terrassement en général car elles sont fortement liées à la :

- Nature du sol (sable, limon, argile, etc.) ;
- Taille du chantier (quantité de sol à déplacer) ;
- Logistique mise en place (nombre et types de véhicules actifs).

Lors de la construction de routes, la pose d'enrobés est propice à la formation de composés gazeux. Les principales substances émises sont : le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, le sulfure d'hydrogène, les oxydes d'azote et les COV (dont HAP, BTEX, PCB). Ces opérations sont aussi sources d'aérosols organiques, de particules PM10 et PM2,5 et de métaux. Par exemple, l'épandage d'enrobés bitumineux peut dégager entre 1 et 23 µg/m³ de HAP selon le type et la composition du matériau utilisé (granulométrie des granulats, type et teneur en liant, etc.). Toutefois, ces émissions sont de courte durée et les polluants semblent rapidement se disperser (diminution des concentrations d'un facteur 10 au bout d'une heure après la pose).

L'utilisation des engins de chantiers est l'une des principales sources d'émissions de poussières et particules sur un chantier, que ce soit lors de leur circulation qui provoque la mise en suspension des poussières déposées au sol, ou lors du fonctionnement de leur moteur. Les moteurs diesel des engins de chantier émettent, en plus des particules grossières et fines, du dioxyde de carbone, des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, du dioxyde de soufre, ainsi que des COV et HAP (adsorbées sur les particules fines).

Les émissions de particules ont alors lieu principalement durant les phases de fonctionnement transitoire du moteur (utilisation pleine charge, démarrage à froid).

¹² L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)

14.4. MESURES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures.

❖ Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s'agit de :

- Mesures techniques ;
- Mesures comportementales.

Les moteurs diesel et à allumage commandé installés sur les Engins Mobiles Non Routiers (EMNR) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes, et concernant la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

Dans son document « *Quelques bonnes pratiques sur chantier* », l'APESA¹² propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'émulsion Eau dans Gazole [EEG].

L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de ce carburant est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

Enfin, l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs.

Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et donc de limiter leurs émissions. De même il s'agira de limiter les fonctionnements au ralenti qui génèrent des surémissions.

❖ Mesures de réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.

Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis¹³ en a ainsi identifiées cinq :

- Les opérations de démolition
- La circulation des différents engins de chantiers
- Les travaux de terrassement et de remblaiement

Et, dans une moindre mesure :

- La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux)
- Les travaux de soudure

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes, pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

❖ Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP

Les émissions de composés organiques volatils (COV) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir les préparations thermiques des revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que des solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faibles émanations de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage de manière à ce que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

❖ Charte "Chantier à faibles nuisances"

La charte « Chantier à faibles nuisances » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement du chantier.

Les actions découlant de l'application de la charte durant les travaux visent ainsi à :

- Limiter les consommations (eau, énergie) et les nuisances (poussières, boues, bruits, livraisons et stationnement de véhicules, changement du plan local de circulation, abords du chantier, etc.) ;
- Limiter les risques pour la santé des ouvriers du chantier (bruit, utilisation de solvants, etc.) ;
- Limiter les pollutions de proximité en cours de chantier (sol, eau, air) ;
- Réduire les déchets de chantier et en assurer une gestion différenciée ;
- Sécuriser l'accès au site ;
- Améliorer la qualité de l'air pendant le chantier.

¹³ Institut Pasteur - Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle", 2004

Afin d'atteindre ces objectifs, la charte « Chantier à faibles nuisances » peut être intégrée au Marché. Elle définit les mesures à mettre en œuvre sur le chantier. Une fois signée, elle constitue l'engagement des entreprises à respecter ces mesures.

Afin de limiter les émissions de poussières et la pollution de l'air lors de la phase chantier, les actions suivantes pourront être mises en œuvre :

- Réduire les émissions de poussières liées aux produits :
 - Par l'utilisation de matériel de ponçage muni d'un aspirateur ;
 - Par l'utilisation de ciment sans poussière ;
 - Par l'installation d'un dépoussiéreur, ... ;
- Réduire les émissions de poussières liées aux engins de chantier :
 - En humidifiant les terres en période sèche (en l'absence d'arrêté préfectoral restreignant l'usage d'eau potable), au moyen de brumisateurs par exemple ;
 - En empierrant les voiries créées sur le chantier ;
- Le brûlage des produits sur le chantier est interdit ;
- Installer une aire de lavage pour les roues des camions en sortie de chantier, selon les possibilités offertes par le site. À défaut, réaliser un nettoyage autant que nécessaire des voiries empruntées par les camions ;
- D'une manière générale, réaliser un entretien hebdomadaire du chantier et de ses abords.

14.5. SYNTHÈSE

La quantification des émissions appelant un nombre important de données, il n'est pas possible, au niveau actuel de l'étude, de chiffrer les émissions atmosphériques du chantier. Les poussières et les gaz d'échappement produits par les engins de chantier constituent les principales sources de ces émissions.

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il peut être adopté la charte « Chantier à faibles nuisances » qui engagera les entreprises intervenantes sur le chantier à respecter des mesures de protection de l'environnement.

15. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

15.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

15.1.1. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes majoritairement via :

- Les systèmes de chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Les systèmes de ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions proviennent de la combustion d'énergie fossile et diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.

Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.

Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de constructions,
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilations/d'aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs font qu'il n'est pas possible de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations. Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser.

Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mise en place en vue de réduire à la fois la pollution à l'intérieur des bâtiments (comme par exemple, celle limitant le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

15.1.2. Impacts du projet sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés devront respecter *a minima* les prescriptions de la RE 2020 dont le principal objectif est de ramener la performance énergétique à énergie positive de tous les bâtiments construits, à partir de janvier 2022 pour les bâtiments d'habitations.

Cela implique que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique.

Ainsi, les émissions liées aux systèmes de chauffage seront limitées.

De même, compte tenu des réglementations mises en œuvre en vue de réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées aux bâtis seront restreintes et leurs impacts seront minimes, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

15.2. IMPACT DU TRAFIC LIÉS AU PROJET

Afin d'évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air pour les horizons considérés, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs.

Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- Horizon 2024 « Actuel » ;
- Horizon 2044 « Fil de l'eau » : scénario futur sans projet ;
- Horizon 2044 « Projet » : scénario futur avec réalisation du projet.

15.2.1. Brins routiers étudiés

Plusieurs brins ont été déterminés afin de discriminer les émissions générées dans la zone d'étude (cf. figure page suivante).

Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT V pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le trafic pour chaque tronçon exprimé en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) ;
- La vitesse de circulation ;
- La longueur des brins routiers.

Les données de trafics proviennent de l'étude circulation réalisée par le bureau d'études CDVIA à l'occasion de ce projet.

En plus des brins routiers considérés dans l'étude trafic, il a également été pris en compte la circulation sur la Route Blanche RD1025 à proximité du projet de façon à mieux décrire la pollution de fond sur la zone d'étude. En tout état de cause, la circulation sur cette voie ne subissant pas significativement l'influence du projet, celle-ci n'a donc pas été intégrée au réseau d'étude (cf. 4.1 Définition des paramètres de l'étude).

Les données pour la RD1025 proviennent des comptages de la Direction Départementale des Territoires de la Haute-Savoie (DDT74) pour l'année 2023.

Par défaut, il est supposé que le trafic actuel sur cette route est constant à l'horizon futur.

Les vitesses prises en compte sont les vitesses maximales autorisées sur chaque brin.

Le tableau qui va suivre synthétise les caractéristiques considérées pour les brins routiers étudiés.

La figure en page suivante repère les emplacements de ces brins.

Tableau 21 : Caractéristiques des brins routiers étudiés

N° brin	Nom de la voie	Trafic (TMJA)					
		2024 Actuel		2044 Fil de l’eau		2044 Projet	
		VL	PL	VL	PL	VL	PL
1	Avenue du Mont Blanc RD26	4 592	108	5 862	138	5 618	132
2	Rue du Vieux Pont	1 499	2	1 748	2	1 698	2
3	Rue des Berges	500	1	3 746	4	949	1
4	Rue du Vieux Pont	1 898	2	1 998	2	2 647	3
5	Rue du Battoir	1 099	1	1 998	2	2 697	3
6	Rue du Vieux Pont	1 748	2	-	-	2 847	3
7	Avenue du Mont Blanc RD26	4 201	99	7 034	166	4 690	110
8	Rue du 8 Mai 1945	699	1	1 099	1	1 099	1
9	Avenue du Mont Blanc RD26	6 009	141	7 718	182	7 279	171
10	Avenue du Stade	7 262	88	9 485	115	9 090	110
11	Avenue du Mont Blanc RD26	5 812	89	7 585	116	7 191	110
12	Rue de la Mairie	3 682	19	4 527	23	4 279	22
13	Avenue de la Libération RD26	4 137	63	6 206	95	6 009	92
14	Rue de la Fin	788	12	1 379	21	1 478	23
15	Avenue de la Libération RD26	3 989	61	5 171	79	4 876	74
16	Route Blanche RD1205	13 682	953	15 050	1 048	15 050	1 048

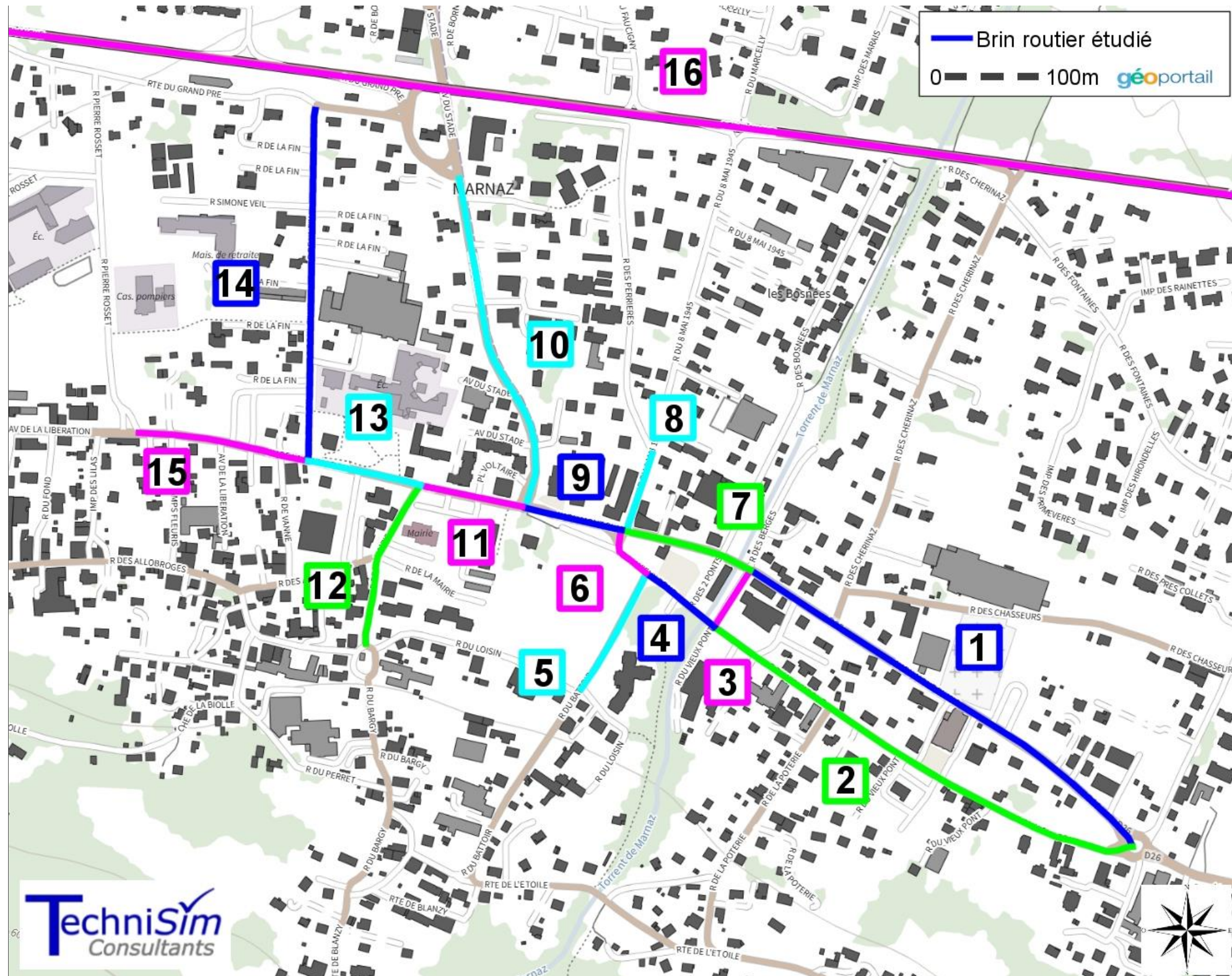


Figure 39 : Réseau routier considéré

15.2.2. Flux de trafic – Indicateur VK

L'estimation des flux de trafic est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres », calculé à partir des données présentées pour les différents scénarios dans l'étude de circulation réalisée dans le cadre de ce projet.

Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules.

Pour les scénarios analysés et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où : VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;
Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;
Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet ainsi l'estimation d'un flux de véhicules le long de leur parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux.

Il a été tenu compte uniquement des trafics sur les voies du réseau d'étude, c'est-à-dire les voies sur lesquelles le projet est susceptible d'exercer une influence notable.

De ce fait, le trafic sur la Route Blanche RD1205 n'est pas intégré dans le calcul de l'indice VK.

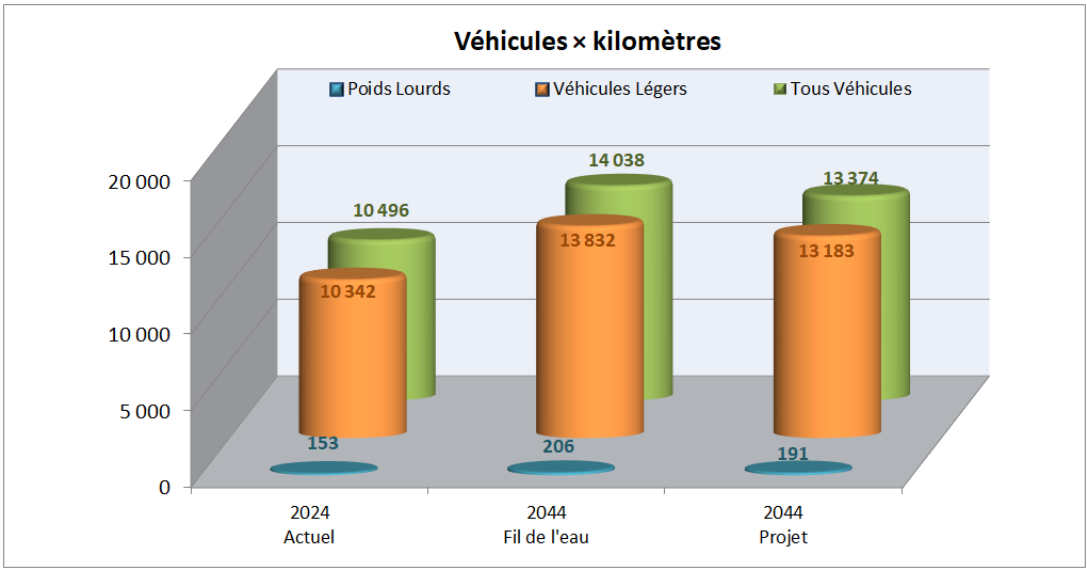


Figure 40 : Indices VK du réseau d'étude

Par rapport à la situation actuelle, l'indice Véhicules-Kilomètres augmente respectivement de +33,8 % et de +27,4 % en 2044 pour les scénarios sans et avec projet.

En comparaison avec la situation au fil de l'eau, la réalisation du projet entrainera une baisse du trafic routier de -4,7 % sur le réseau d'étude.

15.2.3. Émissions atmosphériques du réseau d'étude

❖ Méthodologie

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Émissions from Road Transport) est un modèle de référence élaboré au niveau européen (MEET¹⁴, CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro.

Cette ventilation utilise les données du parc automobile standard français faisant référence en France pour le calcul des émissions aux horizons futurs.

Ces parcs ont été déterminés en 2023 par l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR¹⁵), acteur majeur de la recherche européenne placé sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation.

¹⁴ MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

¹⁵ Depuis le 01/01/2020, l'IFSTTAR a fusionné avec 5 autres organismes pour devenir l'Université Gustave Eiffel

Il s'agit des parcs les plus récents et les plus complets existants pour le territoire français.

Les parcs routiers couvrent l'intervalle 2015-2050¹⁶, incluant les projections pour les scénarios de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) avec Mesures Existantes (AME) d'une part et Avec Mesures Supplémentaires (AMS) d'autre part.

Le parc utilisé dans cette étude considère une évolution selon le scénario AME (Avec Mesures Existantes), décrivant l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées jusqu'en 2021 par l'État français sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre.

La simulation du parc automobile repose sur l'arrivée chaque année des nouvelles immatriculations, et la disparition de véhicules selon des lois de survie. Les hypothèses d'évolution sont notamment établies sur les travaux¹⁷ du Commissariat Général au Développement durable (direction du ministère de l'Environnement) ainsi que sur le schéma d'application des réglementations EURO qui recense les années d'entrée en vigueur et de fin des différentes réglementations selon les catégories de véhicules (Euro 6, Euro 7, ...).

La figure ci-après présente l'évolution de la composition nationale des véhicules particuliers établies par l'IFSTTAR.

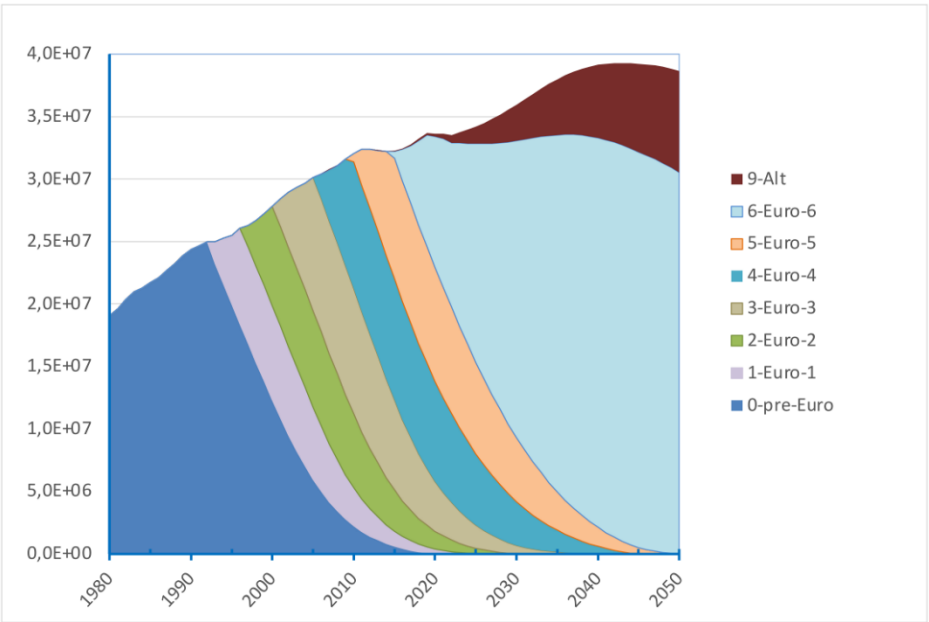


Figure 41 : Évolution de la composition du parc national de véhicules particuliers pour le scénario AME

Sur la base des parcs routiers de chaque année, le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.

Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets. Les émissions incluent les rejets à l'échappement ainsi que les particules liées à l'abrasion des pneus, freins, revêtement routier, et au réenvol des poussières.

Les composés à prendre en compte dans les études Air et Santé de type I sont les suivants :

- Oxydes d'azote (NOx) ;
- Particules PM10 et PM2,5 ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) ;
- Benzène ;
- Dioxyde de soufre (SO₂) ;
- Arsenic ;
- Nickel ;
- Benzo[a]pyrène.

Pour l'Évaluation des Risques Sanitaires, le calcul des émissions est également nécessaire pour les polluants suivants :

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| • 1,3 Butadiène ; | • Chrysène ; |
| • Chrome VI ; | • Dibenzo[a,h]anthracène ; |
| • Acénaphène ; | • Fluorène ; |
| • Acénaphthylène ; | • Fluoranthène ; |
| • Anthracène ; | • Indéno[1,2,3-cd]pyrène ; |
| • Benzo[a]anthracène ; | • Phénanthrène ; |
| • Benzo[a]pyrène ; | • Pyrène ; |
| • Benzo[b]fluoranthène ; | • Benzo[j]fluoranthène ; |
| • Benzo[k]fluoranthène ; | • Benzo[ghi]pérylène. |

¹⁶ IFSTTAR – « Connaissance et prospective des parcs automobiles » – Décembre 2019

¹⁷ CGDD – « Projections de la demande de transport sur le long terme » – 2016

❖ Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques du réseau d'étude

Le tableau qui va suivre dresse la liste des émissions journalières sur la voirie prise en compte dans le réseau d'étude (hors RD1205) sur la base du parc routier moyen rural français de l'IFSTTAR-Université Gustave Eiffel.

L'évolution future du parc routier entraînera une diminution globale des émissions des véhicules à l'échappement à trafic équivalent, par rapport à l'horizon actuel, grâce à l'apparition et la généralisation des améliorations technologiques concernant les moteurs et les systèmes épuratifs des véhicules, au développement des véhicules hybrides et électriques et ainsi de la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc automobile, etc.

Ainsi, comparativement au scénario actuel, les émissions sur les brins du réseau d'étude diminuent de -13,5 % pour la situation au fil de l'eau, et de -18,0 % avec réalisation du projet.

En comparaison avec le fil de l'eau, la mise en place du projet entraîne une diminution de -5,2 % en lien avec la baisse de trafic prévue.

Tableau 22 : Émissions globales du réseau d'étude pour les scénarios traités

Composés	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
<i>Monoxyde de carbone [kg / jour]</i>	1,72	1,69	1,61
<i>Dioxyde d'azote [kg / jour]</i>	1,45	0,26	0,25
<i>Particules PM10 [kg / jour]</i>	0,45	0,51	0,49
<i>Particules PM2,5 [kg / jour]</i>	0,29	0,30	0,28
<i>Dioxyde de soufre [kg / jour]</i>	0,02	0,03	0,03
<i>COVNM [kg / jour]</i>	0,08	0,05	0,04
<i>Arsenic [mg / jour]</i>	0,10	0,16	0,15
<i>Nickel [mg / jour]</i>	0,54	1,05	1,00
<i>Chrome [mg / jour]</i>	4,95	5,60	5,31
<i>Benzène [g / jour]</i>	2,35	0,86	0,82
<i>Benzo[a]pyrène [g / jour]</i>	0,01	0,01	0,01
<i>1,3 Butadiène [g / jour]</i>	1,02	0,99	0,92
<i>Acénaphène [g / jour]</i>	0,20	0,09	0,08
<i>Acénaphthylène [g / jour]</i>	0,15	0,06	0,06
<i>Anthracène [g / jour]</i>	0,02	0,03	0,02
<i>Benzo[a]anthracène [g / jour]</i>	0,02	0,01	0,01
<i>Benzo[b]fluoranthène [g / jour]</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Benzo[ghi]pérylène [g / jour]</i>	0,02	0,02	0,02
<i>Benzo[j]fluoranthène [g / jour]</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Benzo[k]fluoranthène [g / jour]</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Chrysène [g / jour]</i>	0,03	0,02	0,02
<i>Dibenzo[a,h]anthracène [g / jour]</i>	0,002	0,001	0,001
<i>Fluoranthène [g / jour]</i>	0,19	0,12	0,12
<i>Fluorène [g / jour]</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène [g / jour]</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Phénanthrène [g / jour]</i>	0,39	0,28	0,27
<i>Pyrène [g / jour]</i>	0,16	0,09	0,09

Les histogrammes obtenus pour les principaux polluants émis par le trafic routier sont donnés ci-après.

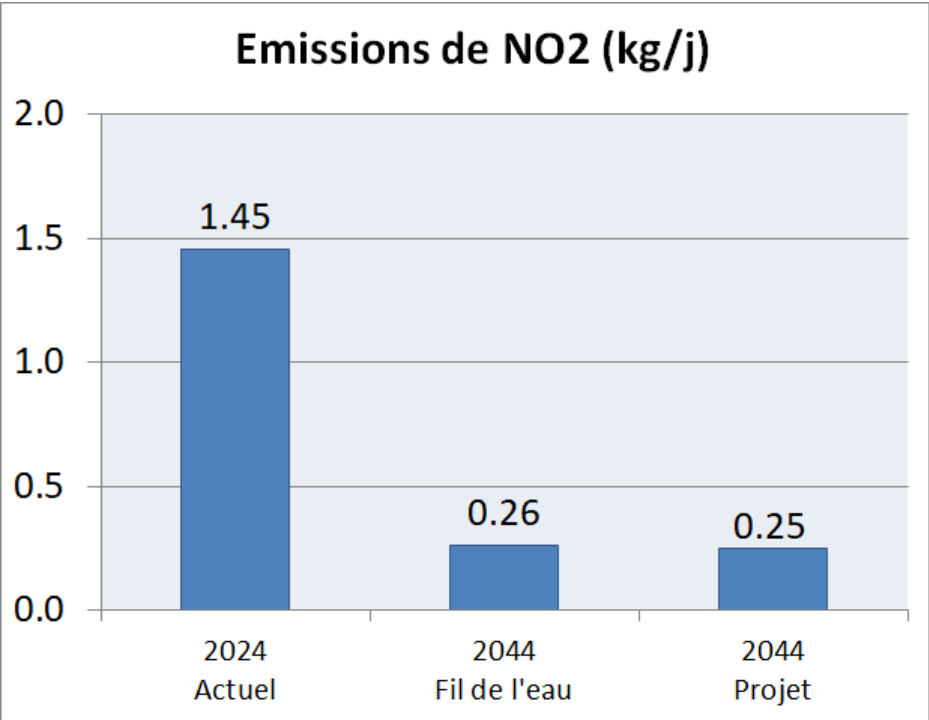


Figure 42 : Émissions journalières du réseau d'étude – Dioxyde d'azote

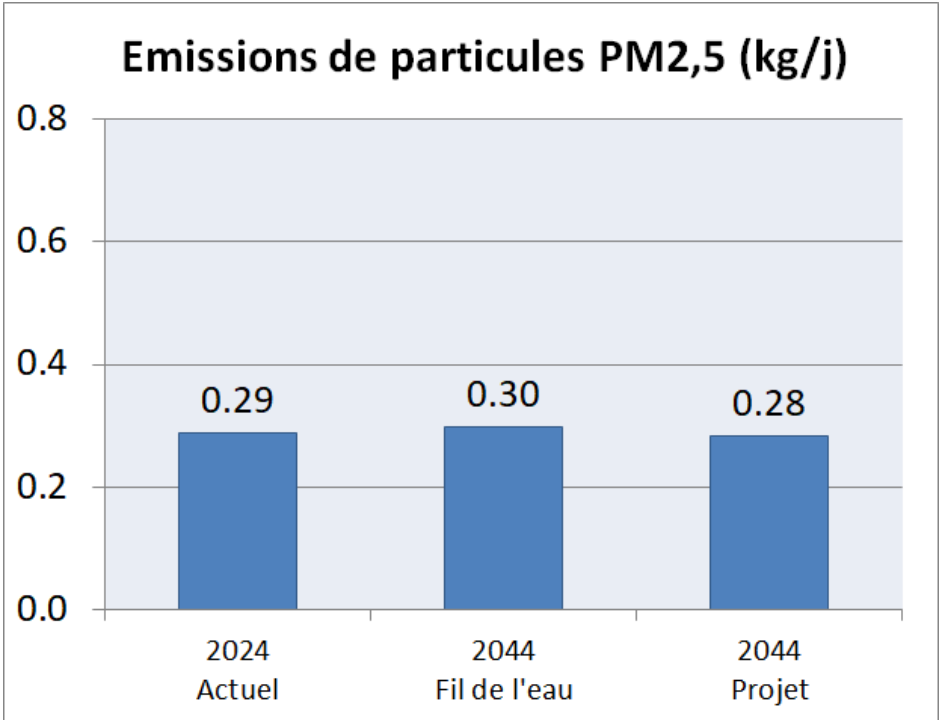


Figure 44 : Émissions journalières du réseau d'étude – Particules PM2,5

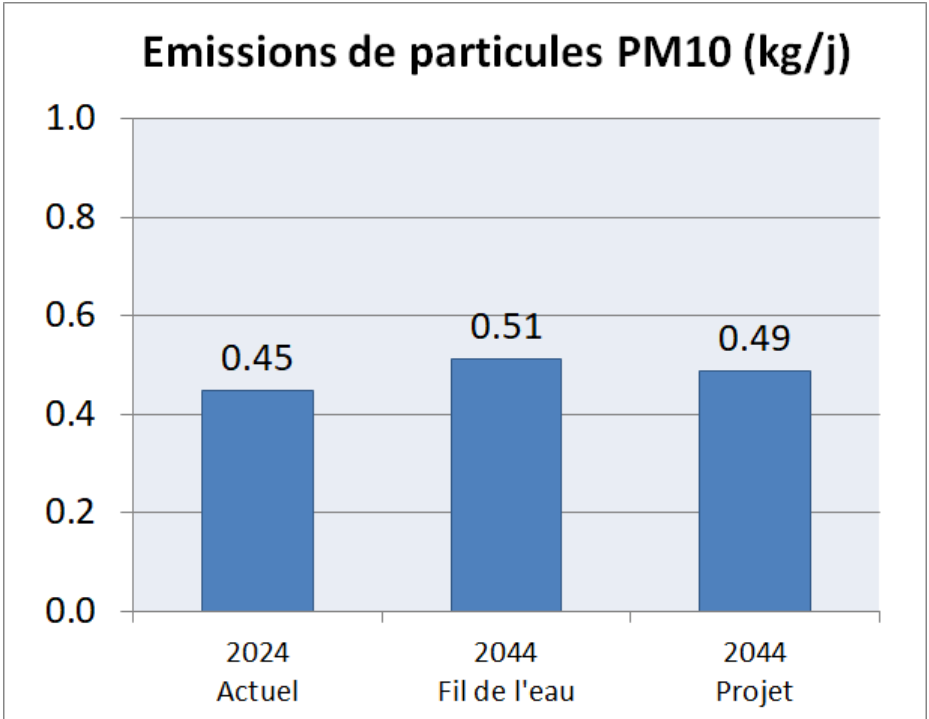


Figure 43 : Émissions journalières du réseau d'étude – Particules PM10

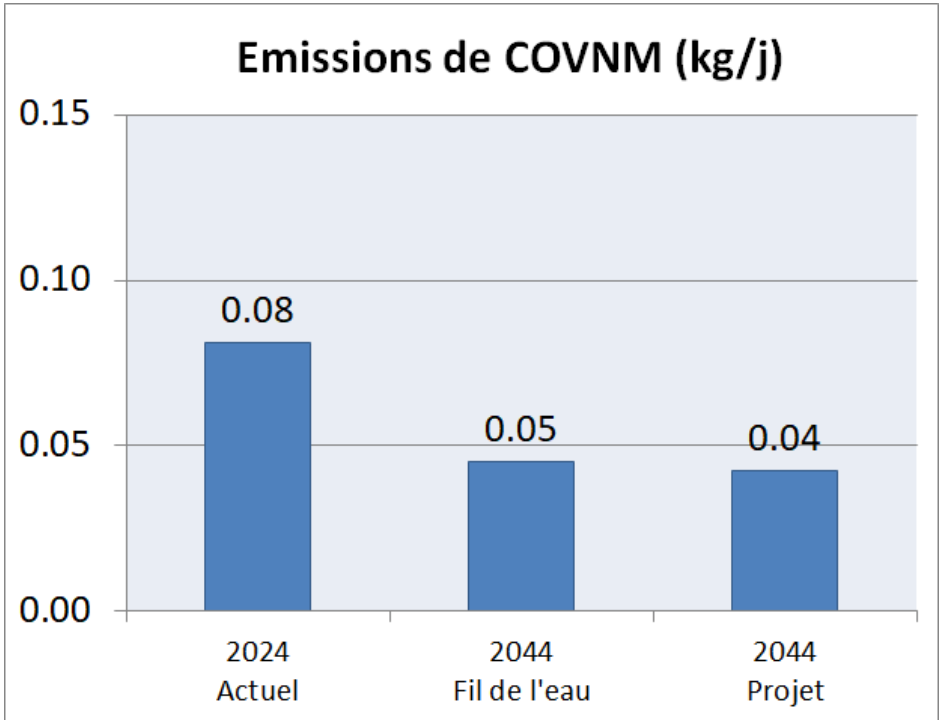


Figure 45 : Émissions journalières du réseau d'étude – Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

15.2.4. Résultats du calcul des émissions de gaz à effet de serre

❖ Présentation

Les gaz à effet de serre (GES) participent au phénomène d'effet de serre, qui permet à une partie du rayonnement solaire d'être absorbée, puis réémise, cela provoquant le réchauffement de la surface de la terre et de l'atmosphère. Leurs émissions doivent donc être maîtrisées de manière à ne pas assister à une augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre, ce qui pourrait avoir des répercussions néfastes sur l'environnement et les écosystèmes.

Le domaine des transports contribue à hauteur d'environ 25 % des émissions de GES, avec notamment les transports routiers dont la combustion des carburants dans les moteurs produit des GES, le plus important étant le dioxyde de carbone (CO₂).

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère. Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO₂) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes d'équivalent CO₂, quel que soit le GES considéré.

Les trois gaz à effet de serre dont les émissions ont été calculées sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone, ou gaz carbonique (CO₂) ;
- Le méthane (CH₄) ;
- L'oxyde nitreux, ou protoxyde d'azote (N₂O).

❖ Émissions en GES dues au trafic sur la voirie considérée

Ici, la quantification en GES a été effectuée au moyen du logiciel COPERT V pour les émissions engendrées par le trafic de la voirie prise en compte dans le réseau d'étude uniquement. La quantité moyenne de GES produite quotidiennement – principalement du dioxyde de carbone – est reportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 23 : Quantité de GES produite en kgeqCO₂ / jour

	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
Dioxyde de carbone [CO ₂]	1 962	2 078	1 959
Méthane [CH ₄]	0,8	0,9	0,9
Protoxyde d'azote [N ₂ O]	18	14	13
Total des GES	1 982	2 078	1 973

Comparativement au scénario actuel, les émissions de GES sur les brins du réseau d'étude augmentent de 4,9 % pour la situation au fil de l'eau, et diminuent de -0,4 % avec la réalisation du projet. Les émissions de gaz à effet de serre pour la situation avec projet par rapport au scénario « Fil de l'eau » connaissent une variation de -5,1 % à l'horizon 2044.

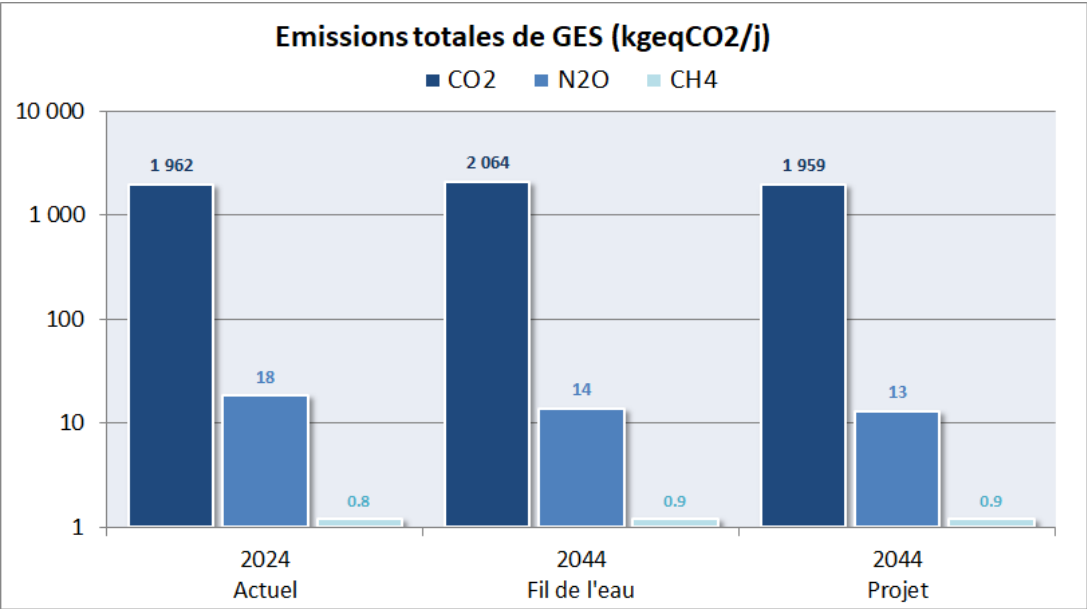


Figure 46 : Évolution des émissions de GES (échelle logarithmique)

15.3. SIMULATION NUMÉRIQUE DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants au niveau de la zone d'étude du projet.

Dans le cas étudié ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA).

Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, les données météorologiques et la topographie.

15.3.1. Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux Etats-Unis pour toutes les études réglementaires.

C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Ce modèle suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.

Ce type de modèle permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.

Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.

AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques : Aermet et Aermap.

L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations, est la suivante :

$$C(x, y, z) = \frac{Q_m}{2\pi \cdot u_{10} \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2(x)}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right) \right]$$

Avec	C	Concentration de polluants au point x,y,z (M/L ³)
	Q	Débit de la source de polluants en (M/T)
	U ₁₀	Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
	σ _y	Écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
	σ _z	Écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
	h	Hauteur effective de la source de polluants (L)

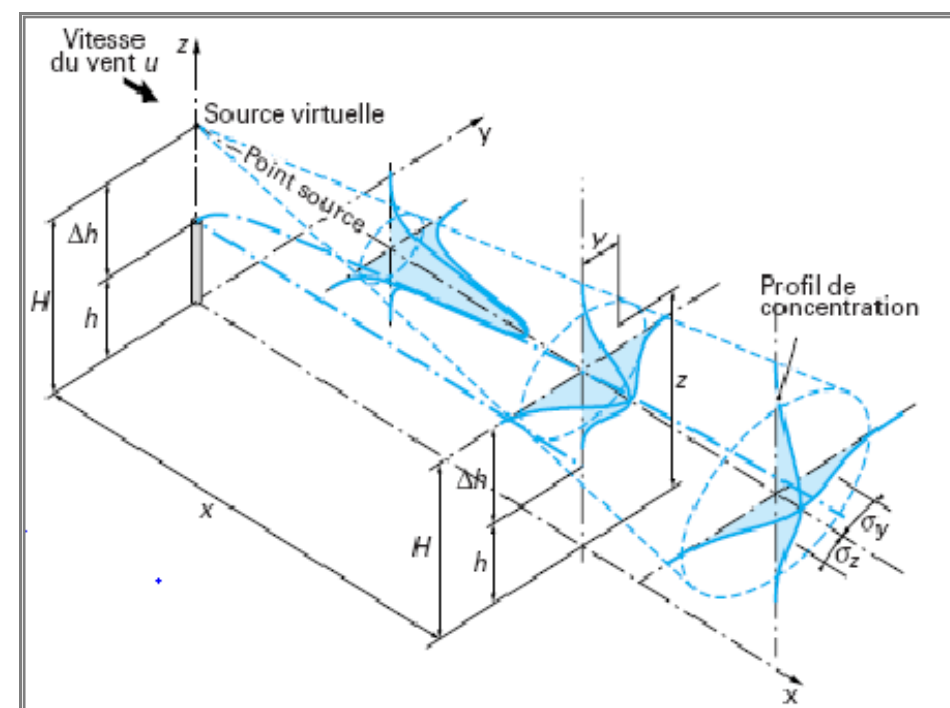


Figure 47 : Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants est directement influencée par les conditions météorologiques.

Les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis pour une année complète (2021) au niveau de la commune de Marnaz. L'utilisation de données horaires permet d'assurer une bonne représentativité de l'évolution des paramètres.

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l’aide du préprocesseur Aermap. Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d’entrée nécessaires.

Les données topographiques ont été acquises auprès de l’IGN (résolution de 250 mètres). Le modèle numérique de terrain utilisé est illustré ci-dessous.

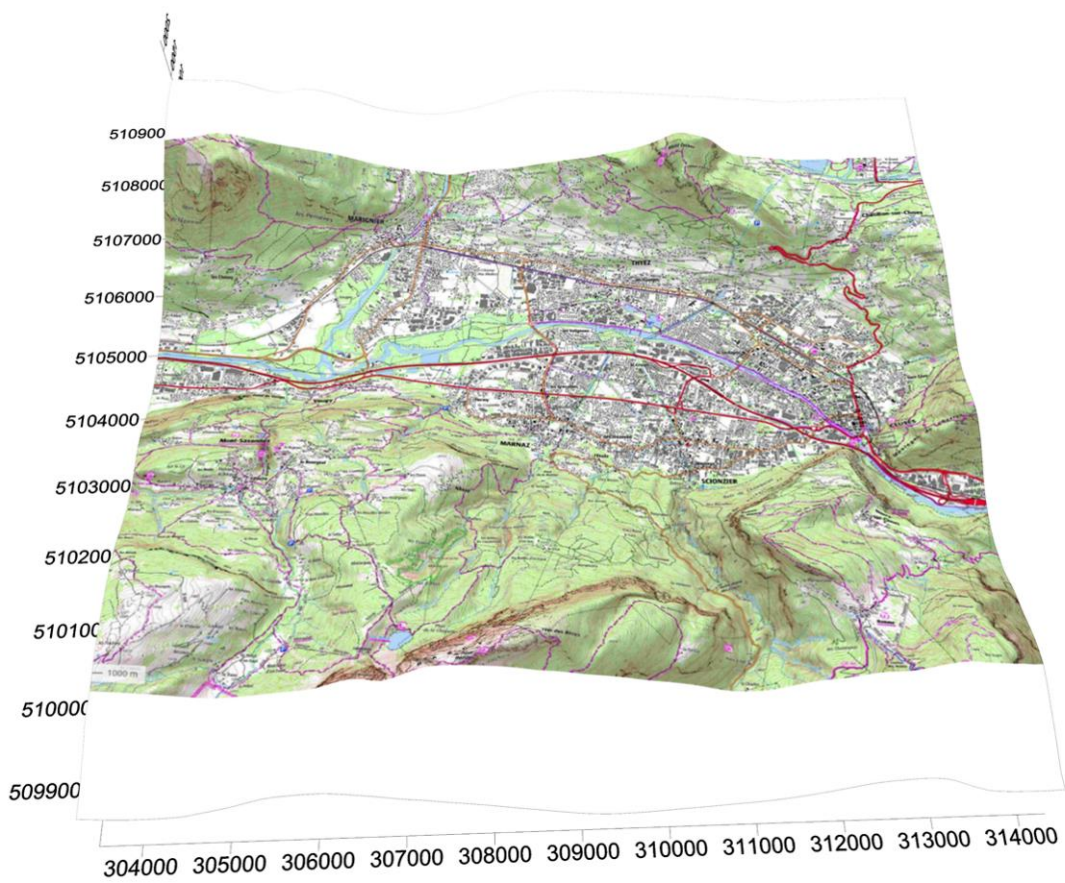


Figure 48 : Modèle Numérique de Terrain

15.3.2. Pollution de fond

L’AASQA Atmo Auvergne-Rhône-Alpes modélise les teneurs annuelles moyennes de plusieurs polluants atmosphériques majeurs. Ainsi, au niveau des zones les plus éloignées du trafic routier, les concentrations de fond de ces polluants en 2023 sont les suivantes :

- Dioxyde d’azote NO₂ : 11 µg/m³ ;
- Particules PM10 : 18 µg/m³ ;
- Particules PM2,5 : 8 µg/m³.

Ces concentrations sont utilisées comme teneurs de fond pour le scénario actuel.

À partir des données concernant les contributions des différents secteurs aux émissions de polluants sur le territoire de l’EPCI Cluses-Arve et Montagnes en 2022 (cf. paragraphe 8.1 Inventaire des émissions), il est possible de déterminer l’influence de chaque secteur, hors trafic routier, sur les teneurs de fond actuelles au niveau de la zone d’étude.

Tableau 24 : Influence de chaque secteur (hors trafic routier) sur la pollution de fond actuelle

	Dioxyde d’azote NO ₂ 11 µg/m ³	Particules PM10 18 µg/m ³	Particules PM2,5 8 µg/m ³
Agriculture	5,5 %	0,8 %	0,4 %
Résidentiel	30,8 %	72,6 %	77,7 %
Tertiaire	29,6 %	1,2 %	1,1 %
Industrie	24,9 %	24,8 %	20,5 %
Energie	9,2 %	0,1 %	0,1 %
Chantier	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Transport ferroviaire et fluvial	0,0 %	0,5 %	0,2 %

Par ailleurs, le Citepa présente dans un document¹⁸ de 2023 les hypothèses d’émissions de polluants à l’échelle nationale entre 2005 et 2050. Le tableau ci-après présente les évolutions pour le scénario AME (Avec Mesures Existantes) par secteur, hors trafic routier, extrapolées pour l’horizon 2044.

¹⁸ Citepa, « Scénarios prospectifs d’émissions de polluants atmosphériques pour la France de 2020 à 2050 par intervalle de 5 ans selon un scénario AME et un scénario AMS, sur la base du scénario énergie climat AME 2020 », Avril 2023

Tableau 25 : Évolution par secteur des émissions de polluants en 2044 par rapport à 2024 à l’échelle nationale

	Dioxyde d’azote NO ₂	Particules PM10*	Particules PM2,5
Agriculture	-5,7 %	-2,7 %	-2,7 %
Résidentiel	-36,3 %	-30,6 %	-30,6 %
Tertiaire	-36,3 %	-30,6 %	-30,6 %
Industrie	-16,5 %	-28,5 %	-28,5 %
Energie	-0,1 %	-13,5 %	-13,5 %
Chantier	-16,5 %	-28,5 %	-28,5 %
Transport ferroviaire et fluvial	-62,3 %	-29,3 %	-29,3 %

* Les variations des émissions PM10 sont considérées équivalentes à celles des particules PM2,5

En appliquant ces variations aux teneurs de fond actuelles, il est possible d’obtenir la contribution de chaque secteur à la pollution de fond à l’échelle du territoire du projet. On peut alors en déduire la concentration de fond de chaque polluant pour les scénarios futurs, sans les transports routiers.

Tableau 26 : Concentrations de fond à l’horizon 2044

	Dioxyde d’azote NO ₂	Particules PM10	Particules PM2,5
Agriculture	0,57 µg/m ³	0,14 µg/m ³	0,03 µg/m ³
Résidentiel	2,16 µg/m ³	9,06 µg/m ³	4,32 µg/m ³
Tertiaire	2,07 µg/m ³	0,15 µg/m ³	0,06 µg/m ³
Industrie	2,29 µg/m ³	3,19 µg/m ³	1,17 µg/m ³
Energie	1,02 µg/m ³	0,02 µg/m ³	0,01 µg/m ³
Chantier	0,00 µg/m ³	0,00 µg/m ³	0,00 µg/m ³
Transport ferroviaire et fluvial	0,00 µg/m ³	0,06 µg/m ³	0,01 µg/m ³
TOTAL	8,10 µg/m³	12,63 µg/m³	5,60 µg/m³

Les concentrations annuelles de fond considérées au niveau de la zone d’étude à l’horizon 2044 sont les suivantes :

- Dioxyde d’azote NO₂ : 8,10 µg/m³ ;
- Particules PM10 : 12,63 µg/m³ ;
- Particules PM2,5 : 5,60 µg/m³.

15.3.3. Résultats de la dispersion atmosphérique

Les résultats que l’on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d’homme. Ils sont obtenus pour chaque scénario de modélisation retenu.

Ces résultats prennent en compte les concentrations de fond pour les polluants dont les données sont disponibles, à savoir le dioxyde d’azote et les particules PM10 et PM2,5, qui sont les principales substances polluantes de l’air (cf. paragraphe précédent).

Par défaut, les teneurs de fond annuelles ont également été appliquées aux concentrations horaires et journalières.

Les données concernant la pollution de fond pour les autres polluants n’étant pas disponibles, les modélisations pour ces composés ne considèrent que l’effet des émissions routières, en tenant compte notamment de l’influence de la Route Blanche RD1205 sur la zone étudiée.

Tableau 27 : Concentrations (µg/m³) maximales relevées dans la zone d’étude

Polluants atmosphériques				
COMPOSÉS	Pas de temps	2024 Actuel	2044 Fil de l’eau	2044 Projet
Dioxyde d'azote	Année	34,69	11,86	11,83
	Jour	57,44	15,41	15,37
	Heure	83,68	19,40	19,36
Particules PM10	Année	24,54	18,75	18,70
	Jour	30,71	24,28	24,22
Particules PM2,5	Année	12,32	9,17	9,15
	Jour	16,43	12,41	12,37
Dioxyde de soufre	Année	0,39	0,49	0,49
	Jour	0,76	0,96	0,96
	Heure	1,19	1,50	1,50
Monoxyde de carbone	Année	33,70	26,02	25,86
	Heure	104,02	79,58	79,22
Benzène	Année	2,78E-02	9,70E-03	9,58E-03
Benzo[a]pyrène	Année	2,29E-04	1,29E-04	1,28E-04
Arsenic	Année	1,85E-06	2,51E-06	2,49E-06
Nickel	Année	9,13E-06	1,55E-05	1,53E-05

Tableau 28 : Concentrations (µg/m³) maximales relevées dans la zone d’étude pour les polluants spécifiques à l’évaluation des risques sanitaires

Polluants atmosphériques spécifiques à l’évaluation des risques sanitaires				
COMPOSÉS	Pas de temps	2024 Actuel	2044 Fil de l’eau	2044 Projet
1,3 Butadiène	Année	2,78E-02	9,70E-03	9,58E-03
Chrome	Année	2,67E+00	4,19E+00	4,16E+00
Acénaphène	Année	2,84E-03	1,03E-03	1,02E-03
Acénaphthylène	Année	5,02E-05	2,38E-05	2,37E-05
Anthracène	Année	3,79E-03	1,38E-03	1,37E-03
Benzo[a]anthracène	Année	5,14E-04	5,02E-04	4,99E-04
Benzo[a]pyrène	Année	1,85E-06	2,51E-06	2,49E-06
Benzo[b]fluoranthène	Année	3,99E-04	2,20E-04	2,19E-04
Benzo[ghi]pérylène	Année	3,15E-04	2,11E-04	2,09E-04
Benzo[j]fluoranthène	Année	4,64E-04	2,89E-04	2,87E-04
Benzo[k]fluoranthène	Année	2,28E-04	2,62E-04	2,62E-04
Chrysène	Année	2,64E-04	1,76E-04	1,75E-04
Dibenzo[a,h]anthracène	Année	1,43E-02	1,04E-02	1,03E-02
Fluoranthène	Année	7,83E-04	4,76E-04	4,74E-04
Fluorène	Année	3,77E-03	2,19E-03	2,18E-03
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	Année	4,95E-04	5,19E-04	5,18E-04
Phénanthrène	Année	2,34E-04	1,53E-04	1,53E-04
Pyrène	Année	7,56E-03	4,74E-03	4,70E-03

15.3.4. Résultats des substances réglementées

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l’air, sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, 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 dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l’intervention de mesures d’urgence ;
- **Valeur-cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère fixé dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l’environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur-limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

La liste des substances faisant l’objet d’une réglementation est la suivante :

- Le dioxyde d’azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L’arsenic ;
- Le nickel.

Parmi les composés règlementés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2,5.
L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air se portera essentiellement sur les polluants précités.

Dans les paragraphes qui suivent, il est présenté les teneurs relevées sur la zone d'étude ainsi que les teneurs au niveau de chaque zone d'habitation du projet et pour les lieux vulnérables identifiés (cf. paragraphe « 11.6 Identification des établissements vulnérables »).
Les emplacements des différentes zones d'habitation du projet sont repérés sur la planche suivante.

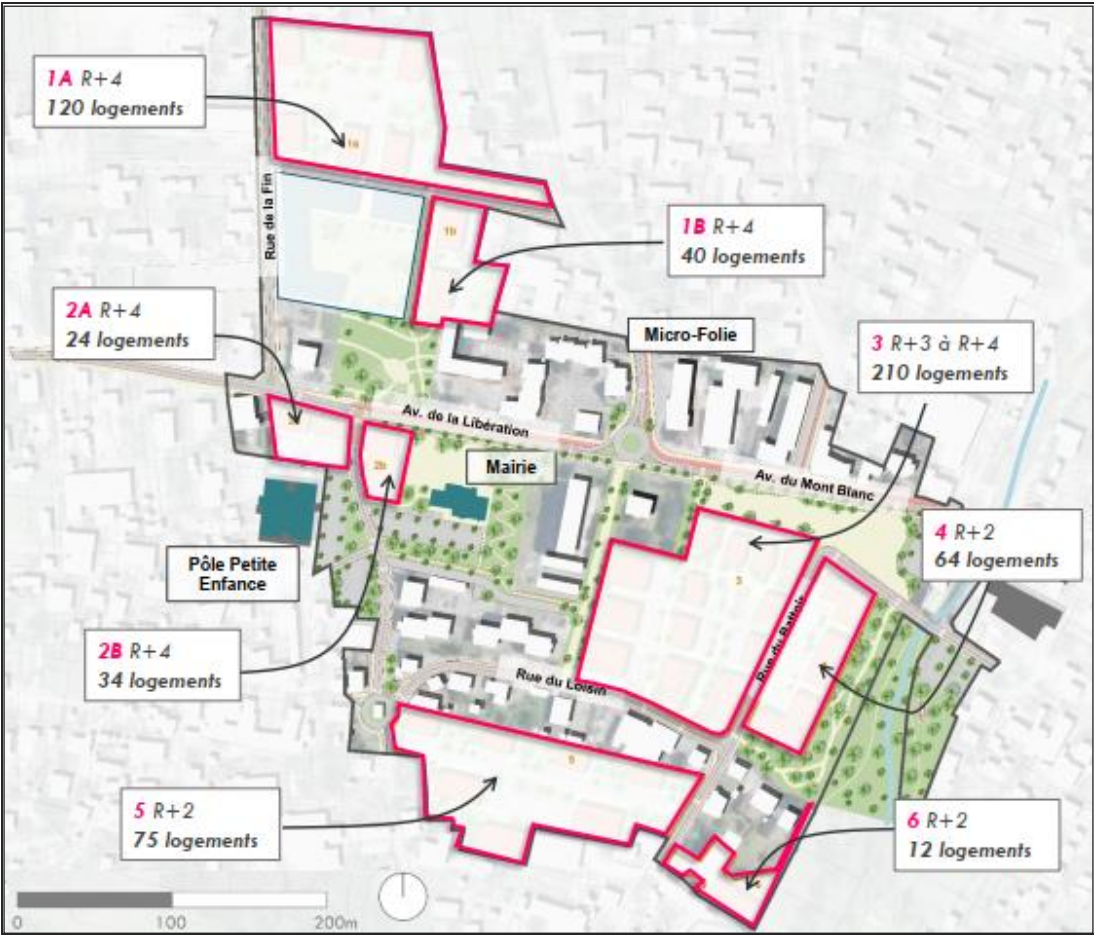


Figure 49 : Emplacement des zones d'habitation du projet

❖ **Dioxyde d'azote [NO₂]**

Les tableaux ci-dessous explicitent les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations au niveau de la zone d'étude.

Tableau 29 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO ₂ (µg/m ³) Moyenne annuelle	Valeur-limite	40 µg/m ³ pour la moyenne annuelle	
	Recommandation OMS	10 µg/m ³ pour la moyenne annuelle	
	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
MAXIMUM	34,69	11,86	11,83
MOYENNE	17,46	9,19	9,16
CENTILE 90	27,87	10,86	10,81
CENTILE 80	23,29	10,22	10,12
Crèche	12,26	8,31	8,31
École maternelle	17,99	9,40	9,36
École élémentaire	12,70	8,41	8,40
Maison de retraite	14,37	8,72	8,69
Habitations projet - Zone 1A	17,56	9,31	9,27
Habitations projet - Zone 1B	19,96	9,73	9,67
Habitations projet - Zone 2A	15,26	8,86	8,82
Habitations projet - Zone 2B	16,34	9,01	8,97
Habitations projet - Zone 3	15,35	8,94	9,08
Habitations projet - Zone 4	14,56	8,77	8,86
Habitations projet - Zone 5	11,12	8,12	8,12
Habitations projet - Zone 6	11,05	8,11	8,11
Nota Bene	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

Tableau 30 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d’azote – moyenne journalière

NO ₂ (µg/m ³) Moyenne journalière	Valeur-limite	/	
	Recommandation OMS	25 µg/m ³ pour la moyenne journalière (3 dépassements par an autorisés)	
	2024 Actuel	2044 Fil de l’eau	2044 Projet
MAXIMUM	57,44 (357 dépassements)	15,41	15,37
MOYENNE	23,29 (55 dépassements)	10,17	10,11
CENTILE 90	40,32 (237 dépassements)	13,01	12,86
CENTILE 80	33,45 (109 dépassements)	11,92	11,78
Crèche	14,29	8,65	8,63
École maternelle	24,40	10,54	10,48
École élémentaire	15,81	8,96	8,93
Maison de retraite	18,77	9,53	9,47
Habitations projet - Zone 1A	24,77	10,61	10,52
Habitations projet - Zone 1B	26,19 (18 dépassements)	10,82	10,75
Habitations projet - Zone 2A	19,90	9,66	9,60
Habitations projet - Zone 2B	20,81	9,77	9,69
Habitations projet - Zone 3	18,96	9,55	9,74
Habitations projet - Zone 4	18,30	9,47	9,62
Habitations projet - Zone 5	11,23	8,14	8,14
Habitations projet - Zone 6	11,14	8,13	8,13
<i>Nota Bene</i>	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

Tableau 31 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d’azote – moyenne horaire

NO ₂ (µg/m ³) Moyenne horaire	Valeur-limite	200 µg/m ³ pour la moyenne horaire (18 dépassements autorisés)	
	Recommandation OMS	200 µg/m ³ pour la moyenne horaire	
	2024 Actuel	2044 Fil de l’eau	2044 Projet
MAXIMUM	83,68	19,40	19,36
MOYENNE	30,51	11,38	11,29
CENTILE 90	56,76	15,78	15,46
CENTILE 80	46,66	14,08	13,90
Crèche	17,35	9,17	9,13
École maternelle	30,33	11,61	11,52
École élémentaire	19,02	9,53	9,49
Maison de retraite	23,41	10,41	10,38
Habitations projet - Zone 1A	31,68	11,90	11,75
Habitations projet - Zone 1B	36,29	12,57	12,38
Habitations projet - Zone 2A	24,04	10,38	10,26
Habitations projet - Zone 2B	29,21	11,13	10,97
Habitations projet - Zone 3	24,07	10,41	10,49
Habitations projet - Zone 4	23,05	10,22	10,35
Habitations projet - Zone 5	11,86	8,25	8,24
Habitations projet - Zone 6	11,54	8,20	8,19
<i>Nota Bene</i>	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

D'après les hypothèses considérées, les concentrations en dioxyde d'azote sont maximales pour la situation actuelle.

Pour les situations futures, les améliorations technologiques apportées aux véhicules routiers (moteurs, systèmes épuratifs des gaz, progression de la part des véhicules électriques ou hybrides, ...) vont générer une baisse des émissions et des concentrations en oxydes d'azote.

Les modélisations effectuées pour le dioxyde d'azote font ressortir que pour tous les scénarios étudiés, les concentrations respectent les valeurs limites réglementaires.

En revanche, les recommandations annuelles et journalières de l'OMS sont dépassées sur la zone d'étude à l'horizon actuel.

Par ailleurs, la mise en place du projet n'est pas de nature à entraîner de différence significative des concentrations calculées au niveau de la zone d'étude en comparaison avec la situation au fil de l'eau.

Les planches suivantes représentent la cartographie des isocontours des différents scénarios étudiés pour le dioxyde d'azote, ainsi que la zone d'étude définie pour l'analyse des impacts (bande d'étude de 200 m centrée sur les brins étudiés).

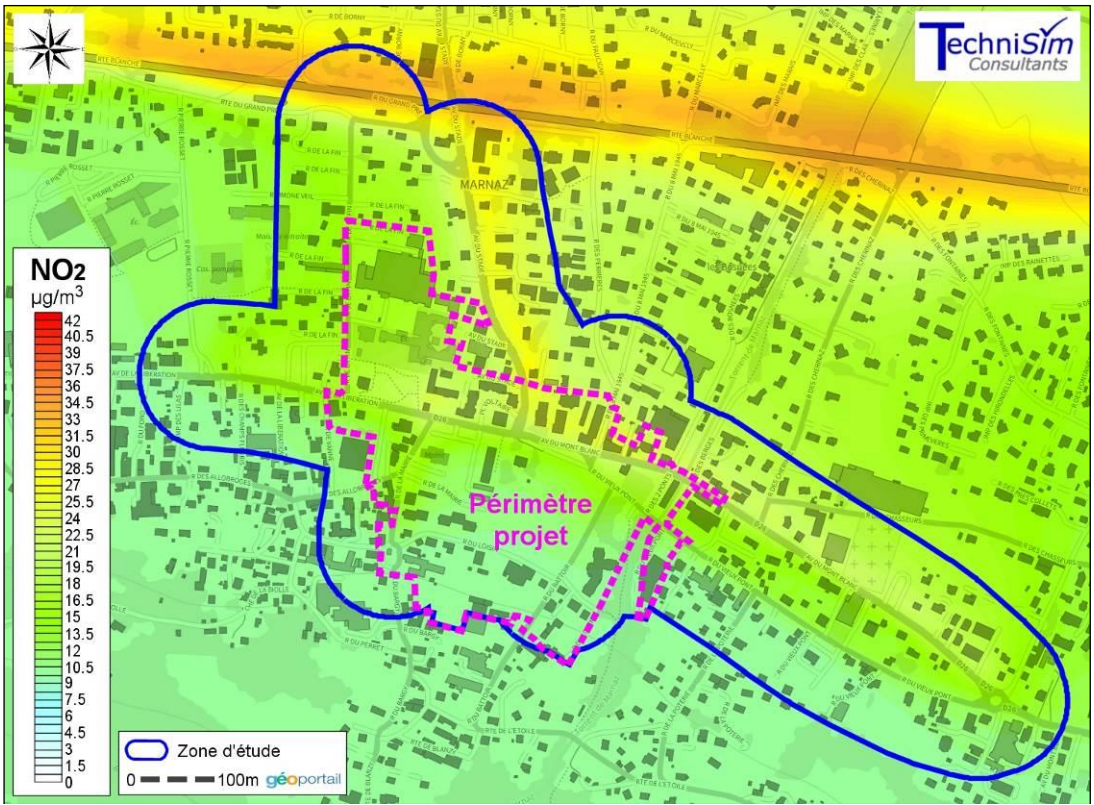


Figure 50 : Horizon 2024 Actuel – concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyenne annuelle en NO_2

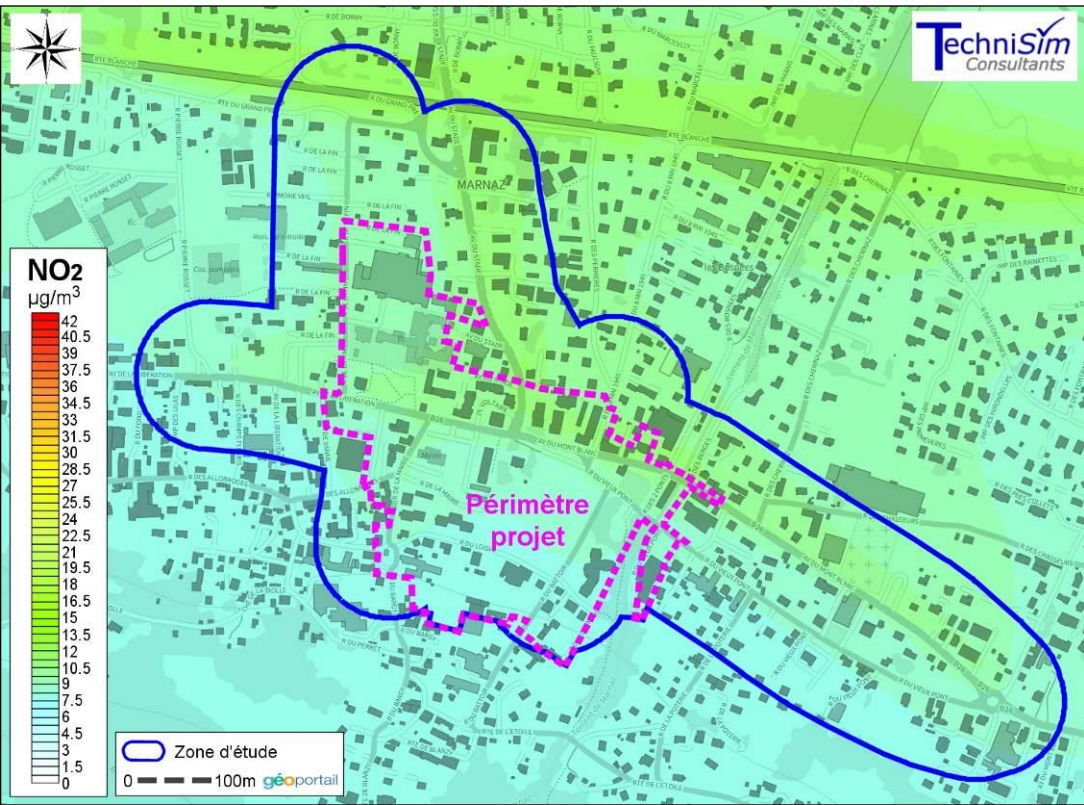


Figure 51 : Horizon 2027 Fil de l'eau – concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyenne annuelle en NO_2

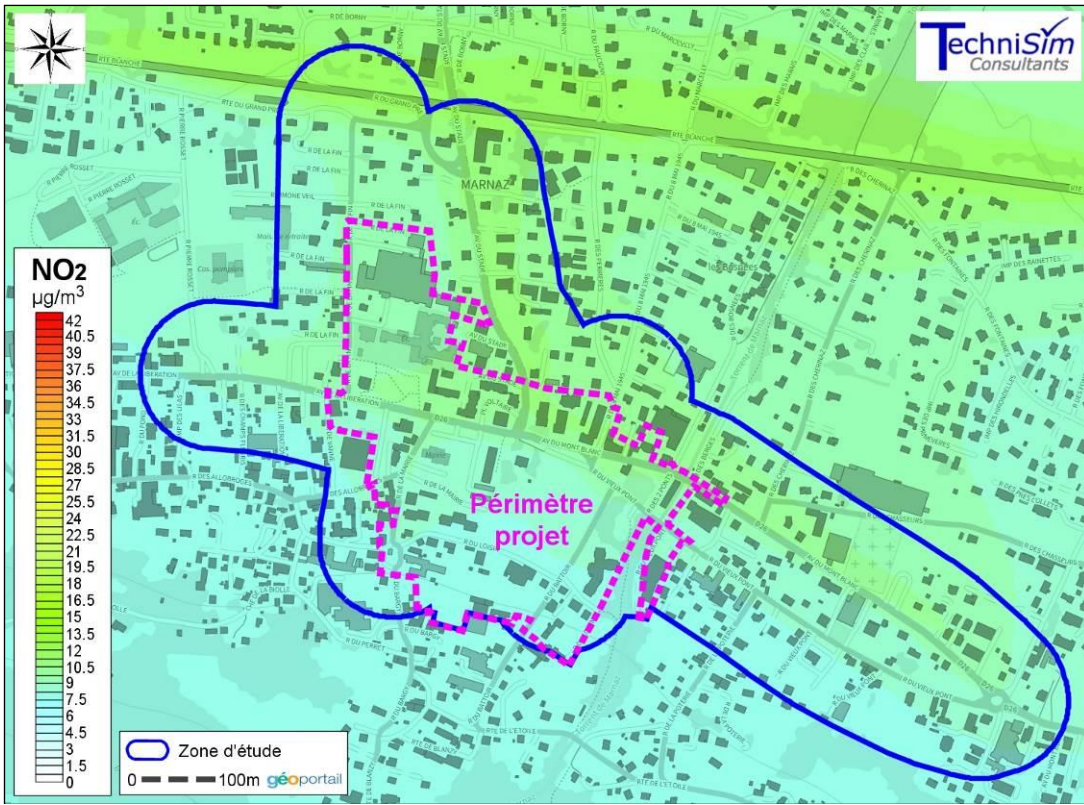


Figure 52 : Horizon 2044 Projet – concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyenne annuelle en NO_2

❖ **Particules PM10 et PM2,5**

Les résultats des modélisations pour les particules PM10 et PM2,5 au niveau de l’ensemble de la zone d’étude sont reportés dans les tableaux suivants.

Tableau 32 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite	40 µg/m³ pour la moyenne annuelle	
	Recommandation OMS	15 µg/m³ pour la moyenne annuelle	
	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
MAXIMUM	24,54	18,75	18,70
MOYENNE	19,88	14,58	14,52
CENTILE 90	22,75	17,36	17,22
CENTILE 80	21,60	16,43	16,32
Crèche	18,38	13,04	13,03
École maternelle	20,19	15,23	15,15
École élémentaire	18,53	13,24	13,21
Maison de retraite	19,05	13,84	13,79
Habitations projet - Zone 1A	19,98	15,00	14,96
Habitations projet - Zone 1B	20,80	15,87	15,76
Habitations projet - Zone 2A	19,33	14,14	14,07
Habitations projet - Zone 2B	19,65	14,43	14,35
Habitations projet - Zone 3	19,34	14,27	14,55
Habitations projet - Zone 4	19,09	13,94	14,11
Habitations projet - Zone 5	18,04	12,67	12,67
Habitations projet - Zone 6	18,02	12,65	12,65
Nota Bene	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

Tableau 33 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne journalière

PM10 (µg/m³) Moyenne journalière	Valeur limite	50 µg/m³ pour la moyenne journalière (35 dépassements autorisés)	
	Recommandation OMS	45 µg/m³ pour la moyenne journalière (3 dépassements autorisés)	
	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
MAXIMUM	30,71	24,28	24,22
MOYENNE	21,57	16,31	16,20
CENTILE 90	26,39	21,25	20,86
CENTILE 80	24,56	19,46	19,26
Crèche	19,01	13,71	13,67
École maternelle	22,19	17,50	17,36
École élémentaire	19,50	14,34	14,27
Maison de retraite	20,41	15,44	15,32
Habitations projet - Zone 1A	22,11	17,32	17,14
Habitations projet - Zone 1B	22,74	18,04	17,89
Habitations projet - Zone 2A	20,78	15,75	15,61
Habitations projet - Zone 2B	21,03	15,93	15,78
Habitations projet - Zone 3	20,47	15,48	15,84
Habitations projet - Zone 4	20,25	15,32	15,63
Habitations projet - Zone 5	18,07	12,70	12,70
Habitations projet - Zone 6	18,04	12,67	12,67
Nota Bene	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

Tableau 34 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite	25 µg/m³ pour la moyenne annuelle	
	Recommandation OMS	5 µg/m³ pour la moyenne annuelle	
	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
MAXIMUM	12,32	9,17	9,15
MOYENNE	9,23	6,73	6,70
CENTILE 90	11,11	8,35	8,28
CENTILE 80	10,35	7,81	7,75
Crèche	8,25	5,84	5,83
École maternelle	9,40	7,11	7,06
École élémentaire	8,34	5,95	5,93
Maison de retraite	8,67	6,30	6,27
Habitations projet - Zone 1A	9,28	6,97	6,95
Habitations projet - Zone 1B	9,79	7,48	7,42
Habitations projet - Zone 2A	8,85	6,47	6,44
Habitations projet - Zone 2B	9,06	6,64	6,60
Habitations projet - Zone 3	8,86	6,55	6,71
Habitations projet - Zone 4	8,70	6,36	6,46
Habitations projet - Zone 5	8,02	5,62	5,62
Habitations projet - Zone 6	8,01	5,61	5,61
<i>Nota Bene</i>	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

Tableau 35 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne journalière

PM2,5 (µg/m³) Moyenne journalière	Valeur limite	/	
	Recommandation OMS	15 µg/m³ pour la moyenne journalière (3 dépassements par an autorisés)	
	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
MAXIMUM	16,43 (75 dépassements)	12,41	12,37
MOYENNE	10,33	7,74	7,68
CENTILE 90	13,46	10,62	10,41
CENTILE 80	12,27	9,58	9,46
Crèche	8,65	6,22	6,20
École maternelle	10,69	8,43	8,35
École élémentaire	8,96	6,59	6,55
Maison de retraite	9,55	7,23	7,16
Habitations projet - Zone 1A	10,65	8,33	8,22
Habitations projet - Zone 1B	11,04	8,74	8,66
Habitations projet - Zone 2A	9,78	7,41	7,33
Habitations projet - Zone 2B	9,94	7,51	7,43
Habitations projet - Zone 3	9,58	7,25	7,46
Habitations projet - Zone 4	9,44	7,16	7,34
Habitations projet - Zone 5	8,04	5,64	5,64
Habitations projet - Zone 6	8,03	5,62	5,62
<i>Nota Bene</i>	Ces résultats prennent en compte la pollution de fond.		

Les particules sont émises, d'une part, dans les gaz d'échappement des véhicules, notamment diesel et, d'autre part, avec la circulation des véhicules provoquant l'usure du revêtement de la route et celle des pièces mécaniques et des pneumatiques. Les concentrations modélisées en particules PM10 et PM2,5 respectent les valeurs limites réglementaires sur l'ensemble de la zone d'étude pour chaque situation. En revanche, les recommandations annuelles de l'OMS pour les particules PM2,5 sont dépassées sur l'ensemble de la zone d'étude pour tous les scénarios.

Par ailleurs, il apparaît que les différences de concentrations entre les scénarios avec et sans projet restent minimales pour ces polluants.

Les cartographies des isocontours des concentrations moyennes pour les différents horizons étudiés pour les particules PM10 sont illustrées dans les planches ci-après.

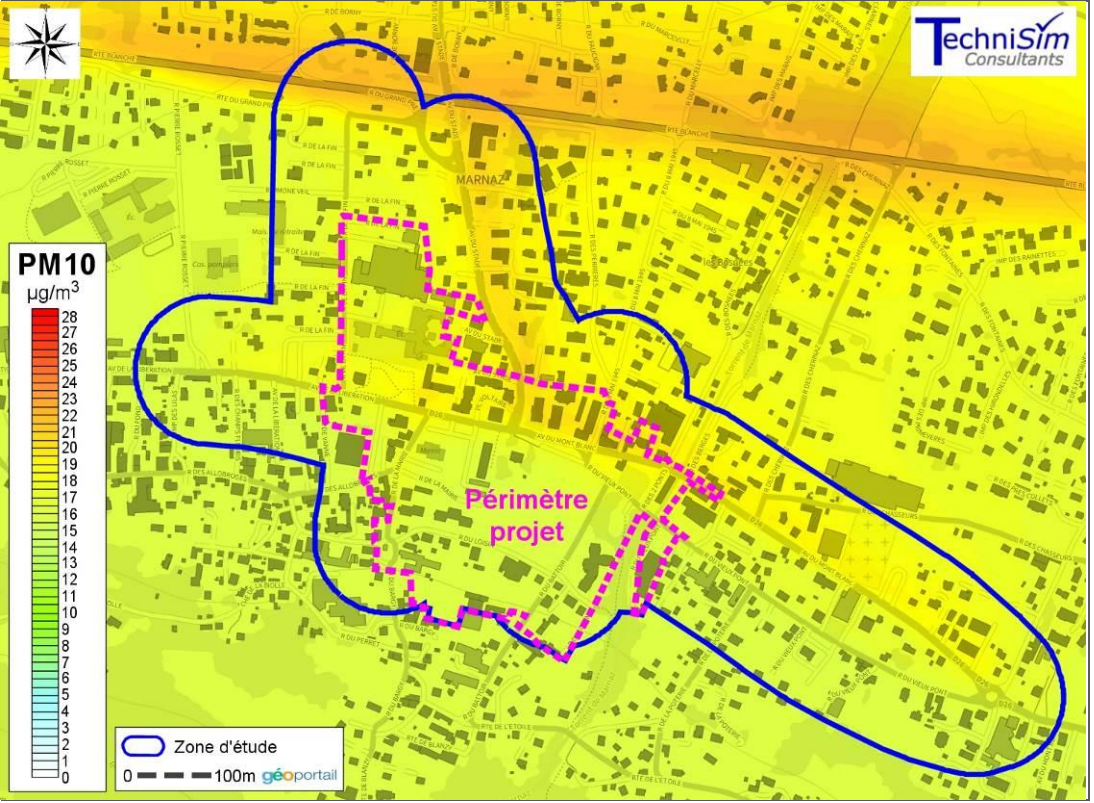


Figure 53 : Horizon 2024 Actuel – concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyenne annuelle en PM10

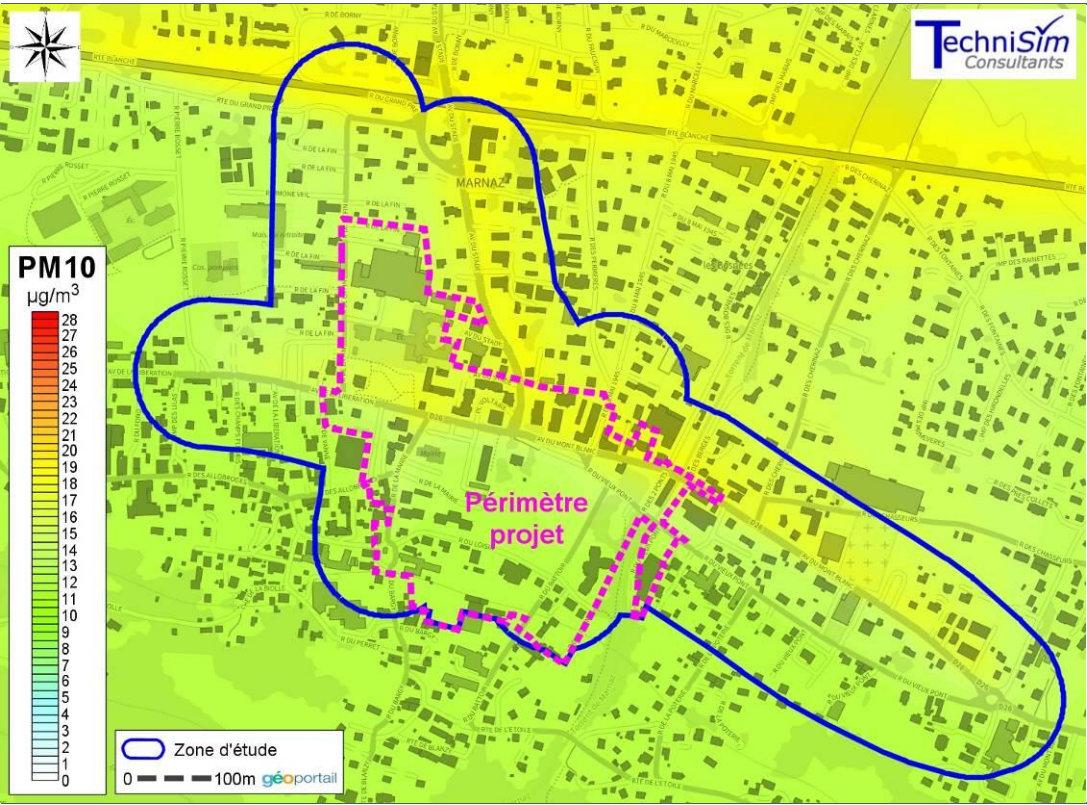


Figure 54 : Horizon 2044 Fil de l'eau – concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyenne annuelle en PM10

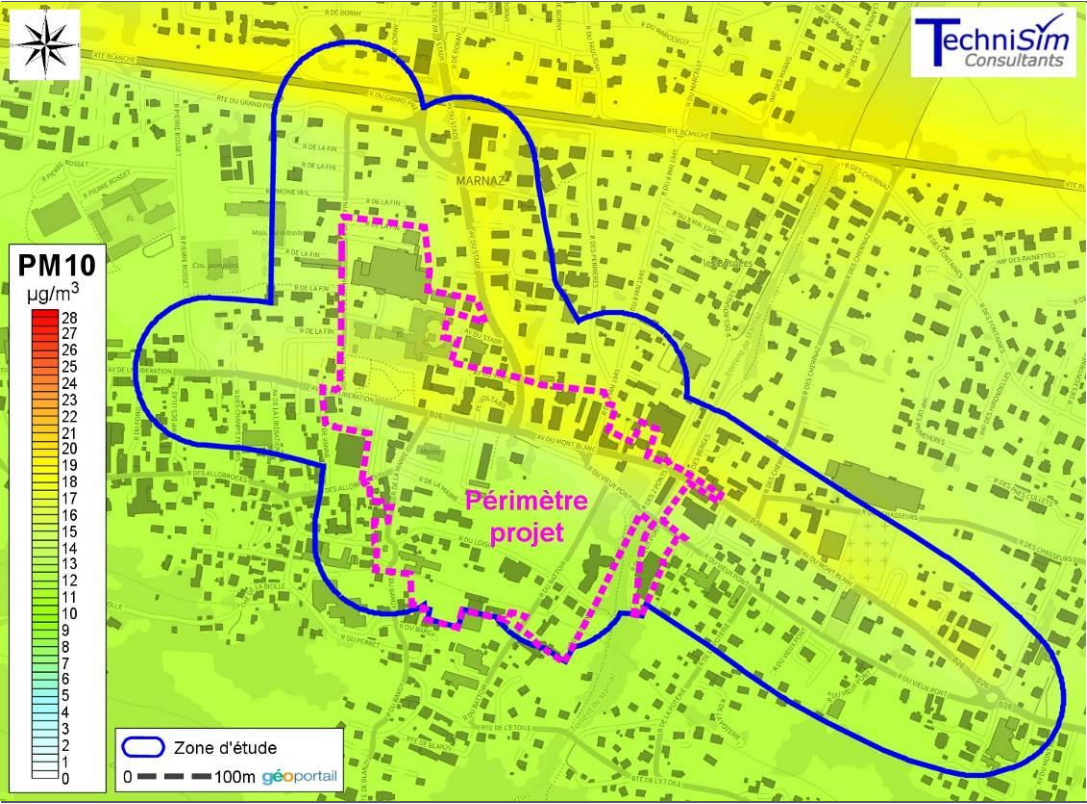


Figure 55 : Horizon 2044 Projet – concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) moyenne annuelle en PM10

❖ **Autres polluants réglementés**

Pour chacun de ces composés, les concentrations obtenues au niveau des secteurs étudiés sont inférieures aux valeurs réglementaires de la qualité de l'air, et cela, pour tous les scénarios considérés.

Les modifications de trafic liées au projet n'induisent pas de modification significative de la qualité de l'air par rapport à la situation au fil de l'eau.

Tableau 36 : Récapitulatif des normes de la qualité de l'air dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil d'information et de recommandations	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo-(a)-pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³

15.4. CONCLUSION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Les méthodologies officielles et reconnues de calculs des émissions permettent de constater que l'évolution future du parc routier entraînera une diminution des émissions des véhicules à l'échappement à trafic équivalent, par rapport à l'horizon actuel, grâce à l'apparition et la généralisation des améliorations technologiques concernant les moteurs et les systèmes épuratifs des véhicules, au développement des véhicules hybrides et électriques et ainsi de la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc automobile, etc.

Ainsi, comparativement au scénario actuel, les émissions de polluants sur les brins du réseau d'étude diminuent de -13,5 % pour la situation au fil de l'eau, et de -18,0 % avec réalisation du projet.

En comparaison avec le fil de l'eau, la mise en place du projet entraîne une baisse des émissions de -5,2 % en lien avec la baisse de trafic prévue.

D'après les hypothèses considérées, les concentrations en polluants atmosphériques sont maximales pour la situation actuelle.

Les modélisations effectuées font ressortir que pour tous les scénarios étudiés, les concentrations respectent les valeurs limites réglementaires en air ambiant. Toutefois, les recommandations annuelles et journalières de l'OMS peuvent être dépassées sur la zone d'étude à l'horizon actuel pour le dioxyde d'azote, ainsi que pour les particules PM2,5 pour tous les scénarios.

Par ailleurs, la mise en place du projet n'est pas de nature à entraîner de différence significative des concentrations calculées au niveau de la zone d'étude en comparaison avec la situation au fil de l'eau.

16. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

16.1. ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

Conformément à la Note technique du 22/02/2019 pour les études de niveau I, la réalisation de l'EQRS est effectuée au niveau de la zone d'étude.

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition classiquement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

L'objectif de la démarche est l'identification et l'estimation des risques pour la santé de populations vivant des situations environnementales dégradées (que cela provienne du fait des activités anthropiques ou bien du fait des activités naturelles).

L'EQRS permet de calculer soit un pourcentage de population susceptible d'être touchée par une pathologie, soit un nombre de cas attendus de maladie. L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « *Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires* » ;
- Le guide de l'INERIS 2021 « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires* » ;
- La note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Le schéma ci-dessous conceptualise l'EQRS réalisée dans ce document.

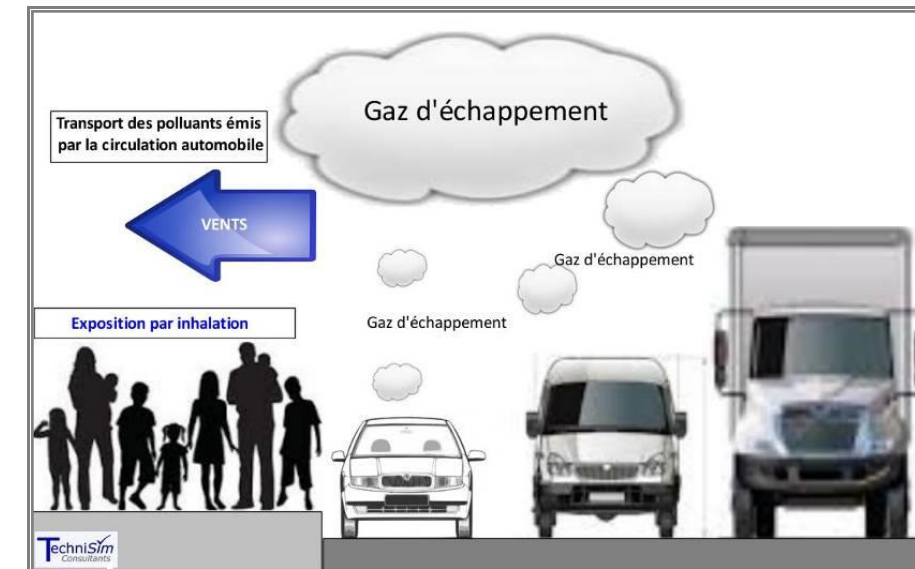


Figure 56 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

16.1.1. Hypothèses de travail retenues

Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic.

La voie d'exposition privilégiée dans le cas présent est la voie inhalation.

Pour le chrome issu du transport routier, il est considéré que la totalité des émissions est du chrome VI. Cette hypothèse est majorante car en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

16.1.2. Contenu et démarche de l'EQRS

Par convention, une EQRS est constituée de quatre étapes :

- l'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- la définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- l'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- la caractérisation des risques sanitaires via le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque importante : il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

❖ **Étape n° 1 : L'identification des dangers**

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000].

Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques, disponibles à l'instant de l'étude, débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain. On distingue les effets selon plusieurs critères.

La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au niveau des effets, on distingue les effets selon qu'ils sont « à seuil » ou « sans seuil » :

- **Les effets toxiques « à seuil »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- **Les effets toxiques « sans seuil »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

La VTR est alors un Exès de Risque Unitaires (ERU) de cancer.

Dans le cadre de cette opération, les polluants retenus sont ceux préconisés par la **Note technique du 22/02/2019**.

❖ **Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse**

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles).

Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés C'est-à-dire : des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.

Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR est différent selon le danger considéré.

Il s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets « avec seuil » ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets « sans seuil ».

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

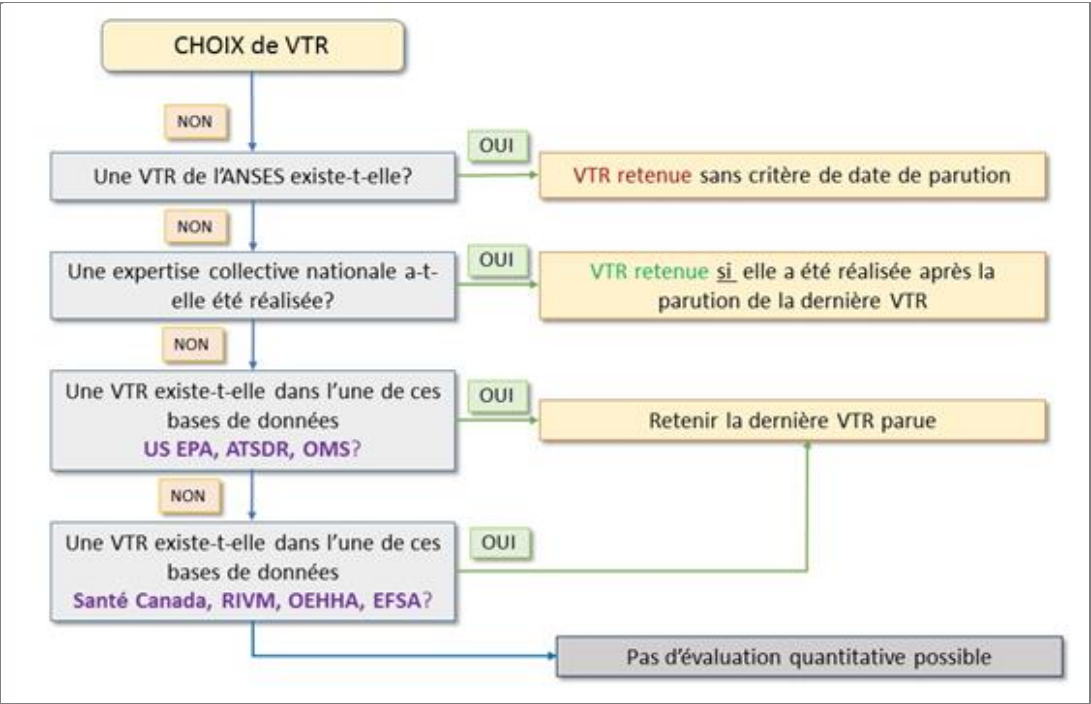


Figure 57 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont synthétisées dans les tableaux en pages suivantes.

Tableau 37 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuil – Exposition Chronique par inhalation

Substances	N°CAS	Voie d’exposition (durée)	Effet(s) critique(s)	VTR	Unité	Facteur d’incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
<i>Benzène</i>	71-43-2	Inhalation (chronique)	Diminution du nombre des lymphocytes	10	[µg/m³]	-	Anses	2008	VTR de l’Anses
<i>1,3-Butadiène</i>	106-99-0	Inhalation (chronique)	Atrophie ovarienne	2,0	[µg/m³]	1 000	US EPA	2002 b	VTR recommandée par l’Ineris
<i>Benzo(a)pyrène</i>	50-32-8	Inhalation (chronique)	Effets sur la survie du fœtus	2,0E-03	[µg/m³]	-	US EPA	2017	Seule VTR disponible
<i>Arsenic</i>	7440-38-2	Inhalation (chronique)	Effets neurologiques et troubles du comportement	0,015	[µg/m³]	Extrapolation	OEHHA	2008	VTR recommandée par l’Ineris
<i>Chrome VI</i>	7440-47-3	Inhalation (chronique)	Chrome IV sous forme particulaire - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage bronchioloalvéolaire	3,0E-02	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR recommandée par l’Ineris
<i>Nickel</i>	7440-02-0	Inhalation (chronique)	Lésions pulmonaires	0,09	[µg/m³]	30	ATSDR	2005	VTR recommandée par l’Ineris
<i>Particules diesel</i>	-	Inhalation (chronique)	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	5,0	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
<i>Particules PM10</i>	-	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Particules PM2,5</i>	-	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Dioxyde d’azote</i>	10102-44-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Dioxyde de soufre</i>	7446-09-5	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Monoxyde de carbone</i>	630-08-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Acénaphène</i>	83-32-9	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Acénaphthylène</i>	208-96-8	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Anthracène</i>	120-12-7	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[a]anthracène</i>	56-55-3	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[b]fluoranthène</i>	205-99-2	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[k]fluoranthène</i>	207-08-9	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Chrysène</i>	218-01-9	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Dibenzo[a,h]anthracène</i>	53-70-3	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Fluorène</i>	86-73-7	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Fluoranthène</i>	206-44-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Indéno[1,2,3-cd]pyrène</i>	193-39-5	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Phénanthrène</i>	85-01-8	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Pyrène</i>	129-00-0	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[j]fluoranthène</i>	205-82-3	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						
<i>Benzo[ghi]pérylène</i>	191-24-2	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR disponible</i>						

Tableau 38 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets sans seuil par inhalation

Substances	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR	Unité	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aiguës	2,60E-05	[µg/m³]⁻¹	Anses	2013	VTR de l'Anses
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies	3,00E-05	[µg/m³]⁻¹	US EPA	2002	VTR recommandée par l'Ineris
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	1,50E-04	[µg/m³]⁻¹	TCEQ	2012	VTR retenue par l'Anses
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	4,00E-02	[µg/m³]⁻¹	OMS	2000	VTR recommandée par l'Ineris
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	2,60E-04	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2011	VTR recommandée par l'Ineris
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	3,40E-05	[µg/m³]⁻¹	OMS	1996	Seule VTR disponible
Dibenzo[a,h]-anthracène	53-70-3	Inhalation	Effets sur le foie, la peau, le système immunologique	1,20E-03	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2009	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible					
Particules PM2,5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible					
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible					
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Aucune VTR disponible					
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Aucune VTR disponible					
HAP – VTR basées sur les Facteurs d'Équivalence Toxique (FET) à partir de la VTR du Benzo[a]pyrène								
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée) Facteur d'Équivalence Toxique = 1 (référence)	1,10E-03	[µg/m³]⁻¹	OEHHA	2005	Dernière VTR parue
Acénaphthylène	208-96-8	Inhalation	FET : 0,001	1,10E-06	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Acénaphène	83-32-9	Inhalation	FET : 0,001	1,10E-06	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Anthracène	120-12-7	Inhalation	FET : 0,01	1,10E-05	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Benzo[a]anthracène	56-55-3	Inhalation	FET : 0,1	1,10E-04	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Benzo[b]fluoranthène	205-99-2	Inhalation	FET : 0,1	1,10E-04	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Benzo[g,h,i]pérylène	191-24-2	Inhalation	FET : 0,01	1,10E-05	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Benzo[j]fluoranthène	205-82-3	Inhalation	FET : 0,1	1,10E-04	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Benzo[k]fluoranthène	207-08-9	Inhalation	FET : 0,1	1,10E-04	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Chrysène	218-01-9	Inhalation	FET : 0,01	1,10E-05	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Fluoranthène	206-44-0	Inhalation	FET : 0,001	1,10E-06	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Fluorène	86-73-7	Inhalation	FET : 0,001	1,10E-06	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	193-39-5	Inhalation	FET : 0,1	1,10E-04	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Phénanthrène	85-01-8	Inhalation	FET : 0,001	1,10E-06	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		
Pyrène	129-00-0	Inhalation	FET : 0,001	1,10E-06	[µg/m³]⁻¹	VTR induite d'après les FET de l'avis de l'Anses du 12/07/12		

❖ **Étape n°3 : Évaluation des expositions**

L'exposition d'une population à une substance toxique est soumise à l'influence des deux facteurs ci-dessous :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma décrivant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles.

Il est ensuite identifié les voies de pénétration des polluants dans l'organisme.

Celles-ci sont de trois types, c'est-à-dire : ingestion, inhalation et contact cutané.

Les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux sont également identifiés.

Il convient de noter que le devenir d'une substance dépend à la fois de ses propriétés physico-chimiques et des conditions environnementales.

Ainsi, à partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes.

Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation.

Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Au niveau du projet, différents scénarios d'exposition sont considérés :

- **Effets à seuil**
 - Résident du projet : ce scénario considère les habitants des différentes zone d'habitation du projet ;
 - Résident de la zone d'étude : ce scénario considère les habitants de la zone d'étude ;
 - Jeune enfant en crèche : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant la crèche à proximité du projet ;
 - Élève en école maternelle : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant l'école maternelle à proximité du projet ;
 - Élève en école élémentaire : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant l'école élémentaire à proximité du projet ;
 - Résident en maison de retraite : ce scénario considère les personnes vivant dans la maison de retraite située dans la zone d'étude ;
- **Effets sans seuil**
 - Résident du projet : ce scénario considère les habitants des différentes zone d'habitation du projet ;
 - Résident de la zone d'étude : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

Au regard de la voie inhalation, la dose journalière équivaut à une concentration inhalée. Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement. Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti) \right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration CI pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	
T	Nombre d'années d'exposition	[année]
Tm	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	[année]

Pour les polluants avec effets "à seuil", l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.

Alors que pour les effets “sans seuil”, Tm sera assimilé à la vie entière prise conventionnellement égale à 70 ans.

Les paramètres associés aux scénarios d’exposition retenus sont indiqués ci-après.

Tableau 39 : Paramètres retenus pour l’exposition par inhalation

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentrations utilisées
Résident du projet	Domicile	24 h/jour - 7 jours/semaine - 52 semaines/an	Concentrations relevées au niveau de chaque zone d'habitation du projet
Résident de la zone d'étude	Domicile	24 h/jour - 7 jours/semaine - 52 semaines/an	Concentration correspondant au centile 90 des concentrations calculées sur le domaine d'étude
Jeune enfant	Crèche	10 h/jour - 5 jours/semaine - 47 semaines/an	Concentrations relevées au niveau de la crèche dans la zone d'étude
	Domicile	<u>En semaine</u> : 14 h/jour - 2 jours/semaine - 47 semaines/an <u>Le weekend</u> : 24 h/jour - 2 jours/semaine - 47 semaines/an <u>Vacances</u> : 24 h/jour - 7 jours/semaine - 5 semaines/an	Concentration correspondant au centile 90 des concentrations calculées sur le domaine d'étude
Élève en école maternelle	École maternelle	10 h/jour - 4 jours/semaine - 36 semaines/an	Concentrations relevées au niveau de l'école dans la zone d'étude
	Domicile	<u>En semaine</u> : 14 h/jour - 4 jours/semaine - 36 semaines/an <u>Le weekend</u> : 24 h/jour - 3 jours/semaine - 36 semaines/an <u>Vacances</u> : 24 h/jour - 7 jours/semaine - 16 semaines/an	Concentration correspondant au centile 90 des concentrations calculées sur le domaine d'étude
Élève en école élémentaire	École élémentaire	10 h/jour - 4 jours/semaine - 36 semaines/an	Concentrations relevées au niveau de l'école dans la zone d'étude
	Domicile	<u>En semaine</u> : 14 h/jour - 4 jours/semaine - 36 semaines/an <u>Le weekend</u> : 24 h/jour - 3 jours/semaine - 36 semaines/an <u>Vacances</u> : 24 h/jour - 7 jours/semaine - 16 semaines/an	Concentration correspondant au centile 90 des concentrations calculées sur le domaine d'étude
Résident en maison de retraite	Maison de retraite	24 h/jour - 7 jours/semaine - 52 semaines/an	Concentrations relevées au niveau de la maison de retraite dans la zone d'étude

❖ Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques est réalisée à l’aide du calcul des indices de risques.

Ces indices diffèrent selon que l’on examine les effets « à seuil » ou « sans seuil ».

Par ailleurs, les effets conjugués sont pris en considération dans l’EQRS car les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuil : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d’action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuil : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l’organe cible.

16.1.3. Évaluation de l’indicateur sanitaire pour les effets à seuil : Quotient de danger

Pour les effets à seuil, la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n’apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite ‘NOEL’ pour No Observed Effect Level) et d’une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme les difficultés de transposition de l’animal à l’homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d’exposition, la qualité des données, etc.

Par ailleurs, ces facteurs de sécurité tiennent compte d’un facteur de variabilité inter-individuelle permettant d’intégrer les différences de sensibilité des populations, ce qui peut s’appliquer notamment aux personnes dont la santé a été fragilisée par l’exposition pendant plusieurs années à la pollution atmosphérique.

La VTR est alors calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.

La VTR prend ainsi la forme d’une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l’ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d’une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l’exposition respiratoire (exprimée en µg/m³). En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

On calcule alors un **Quotient de Danger** [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

QD = CMI/CAA

CMI	Concentration Moyenne Inhalée	[µg/m³]
CAA	Concentration Admissible dans l’Air / concentration de référence	[µg/m³]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.

Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l’effet toxique peut se déclarer sans qu’il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Les concentrations inhalées sont calculées sur la base des scénarios d’exposition (durée de vie passée sur le lieu) et des concentrations rencontrées.

À partir des concentrations inhalées, les quotients de dangers sont ensuite déterminés par polluants et par organes-cibles.

Le tableau synthétique en page suivante présente les quotients de dangers pour les scénarios étudiés dans ce rapport.

Il est possible de constater que tous les quotients de danger sont inférieurs à 1 (seuil d’acceptabilité), et cela, même en les additionnant par organe-cible.

Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, les effets critiques n’apparaîtront pas, à priori, au sein de la population exposée sur l’ensemble de la zone d’étude suite à la mise en place du projet.

Par ailleurs, selon les hypothèses considérées, les différences avec la situation au Fil de l’eau sont minimales et ne permettent pas une différenciation significative entre les deux scénarios.

Tableau 40 : Quotients de danger - Inhalation

Seuil d'acceptabilité : 1		QUOTIENTS de DANGER													
POLLUANTS	Résident de la zone d'étude			Jeune enfant en crèche			Élève en école maternelle			Élève en école élémentaire			Résident en maison de retraite		
	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
Benzène	2,15E-03	7,67E-04	7,42E-04	1,63E-03	5,81E-04	5,61E-04	1,99E-03	7,15E-04	6,92E-04	1,84E-03	6,58E-04	6,36E-04	5,54E-04	2,08E-04	1,99E-04
1,3-Butadiène	6,98E-03	8,79E-03	8,72E-03	5,20E-03	6,48E-03	6,43E-03	6,24E-03	7,74E-03	7,67E-03	5,93E-03	7,44E-03	7,38E-03	1,21E-03	1,20E-03	1,13E-03
Benzo(a)pyrène	7,92E-02	4,62E-02	4,55E-02	5,91E-02	3,45E-02	3,40E-02	7,06E-02	4,15E-02	4,09E-02	6,72E-02	3,93E-02	3,87E-02	1,33E-02	8,70E-03	8,35E-03
Arsenic	8,56E-05	1,20E-04	1,19E-04	6,42E-05	9,02E-05	8,91E-05	7,69E-05	1,09E-04	1,08E-04	7,28E-05	1,03E-04	1,01E-04	1,59E-05	2,54E-05	2,43E-05
Chrome	2,19E-03	2,23E-03	2,19E-03	1,64E-03	1,67E-03	1,64E-03	1,96E-03	2,01E-03	1,97E-03	1,86E-03	1,90E-03	1,86E-03	3,84E-04	4,38E-04	4,20E-04
Nickel	7,17E-05	1,25E-04	1,23E-04	5,38E-05	9,41E-05	9,24E-05	6,46E-05	1,14E-04	1,12E-04	6,10E-05	1,07E-04	1,05E-04	1,40E-05	2,73E-05	2,62E-05
Particules diesel	1,93E-01	3,19E-02	3,11E-02	1,44E-01	2,39E-02	2,33E-02	1,73E-01	2,91E-02	2,83E-02	1,64E-01	2,72E-02	2,65E-02	3,55E-02	7,01E-03	6,72E-03
POLLUANTS	Résident du projet Zone 1A		Résident du projet Zone 1B	Résident du projet Zone 2A		Résident du projet Zone 2B	Résident du projet Zone 3		Résident du projet Zone 4	Résident du projet Zone 5		Résident du projet Zone 6			
	2044 Projet		2044 Projet	2044 Projet		2044 Projet	2044 Projet		2044 Projet	2044 Projet		2044 Projet			
Benzène	4,03E-04		5,45E-04	2,55E-04		3,06E-04	3,43E-04		2,65E-04	6,00E-06		3,00E-06			
1,3-Butadiène	2,25E-03		2,74E-03	1,20E-03		1,08E-03	9,45E-04		7,20E-04	3,50E-05		2,00E-05			
Benzo(a)pyrène	1,63E-02		2,18E-02	9,85E-03		1,19E-02	1,33E-02		1,03E-02	2,50E-04		1,50E-04			
Arsenic	4,82E-05		6,45E-05	2,95E-05		3,54E-05	3,96E-05		3,07E-05	8,00E-07		4,00E-07			
Chrome	8,31E-04		1,10E-03	5,04E-04		5,95E-04	6,60E-04		5,11E-04	1,37E-05		6,67E-06			
Nickel	5,21E-05		6,98E-05	3,20E-05		3,86E-05	4,34E-05		3,37E-05	8,89E-07		4,44E-07			
Particules diesel	1,34E-02		1,78E-02	8,15E-03		9,64E-03	1,07E-02		8,30E-03	2,12E-04		1,00E-04			

Les quotients de dangers calculés par organe cible sont représentés graphiquement ci-après.

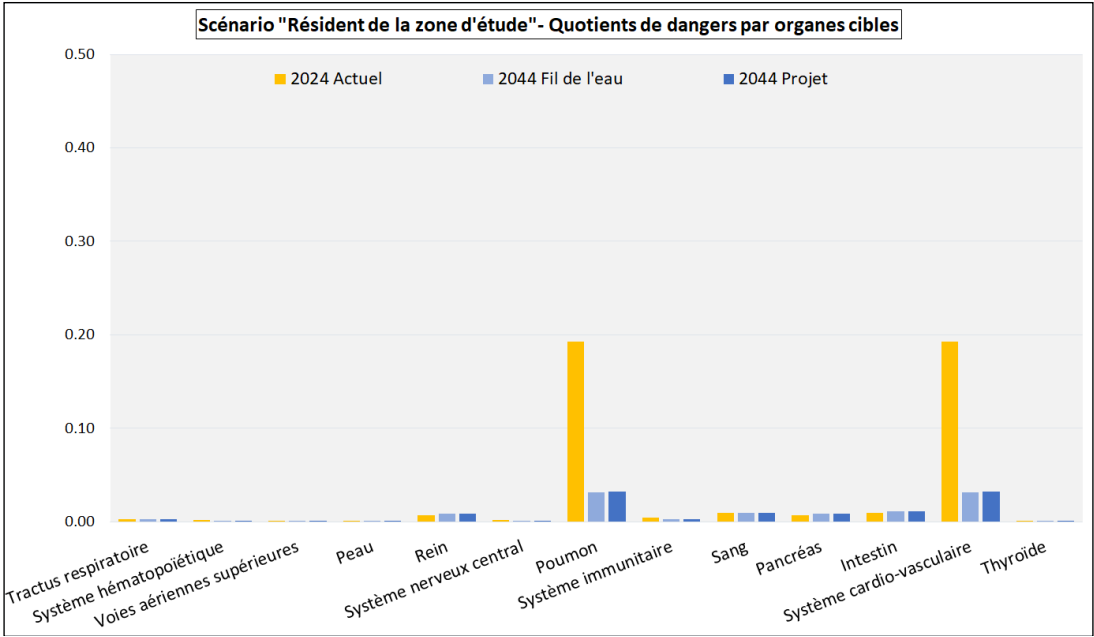


Figure 58 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident de la zone d’étude »

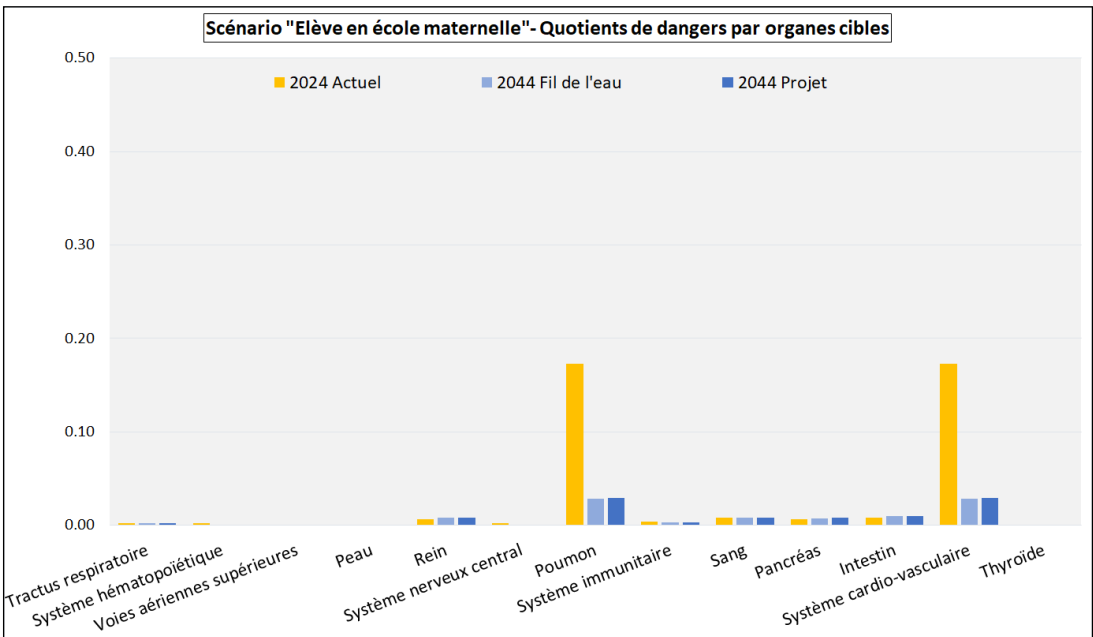


Figure 60 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Élève en école maternelle »

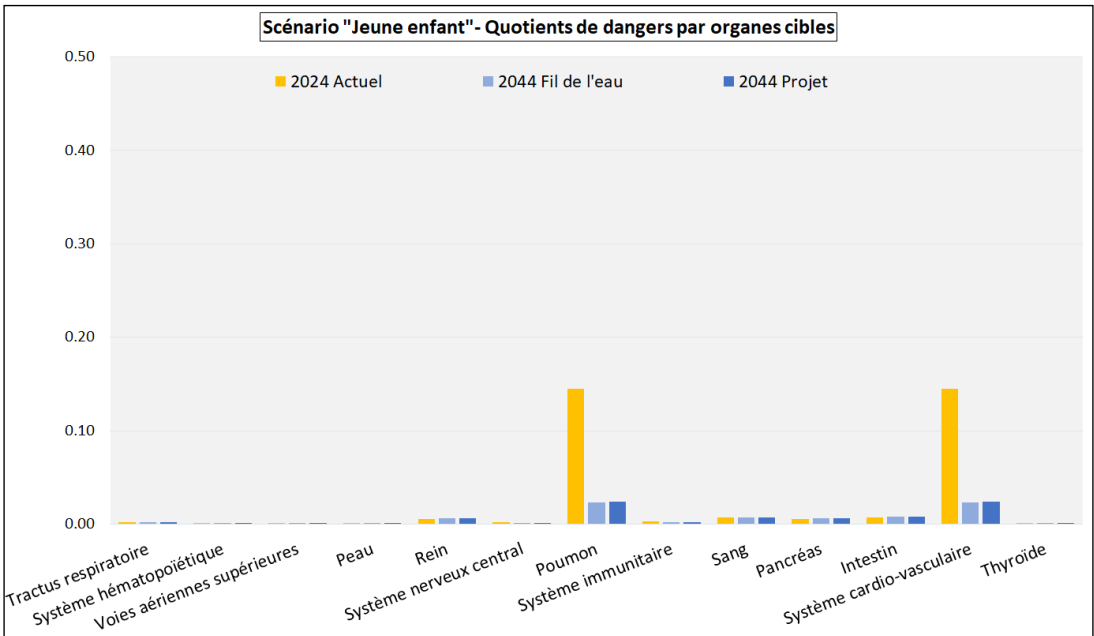


Figure 59 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Jeune enfant en crèche »

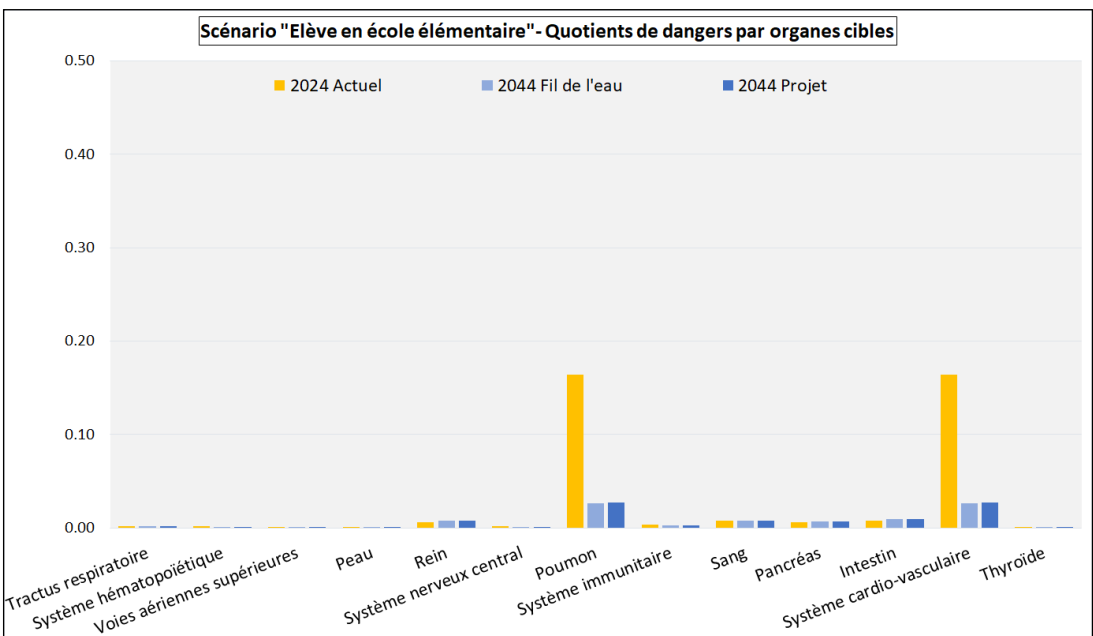


Figure 61 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Élève en école élémentaire »

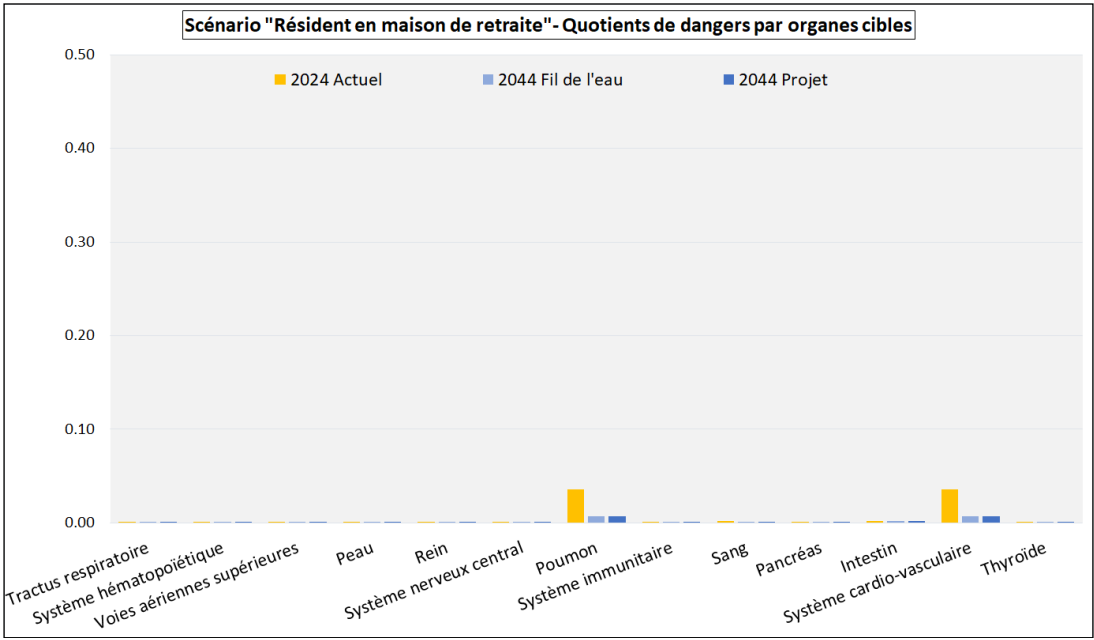


Figure 62 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident en maison de retraite »

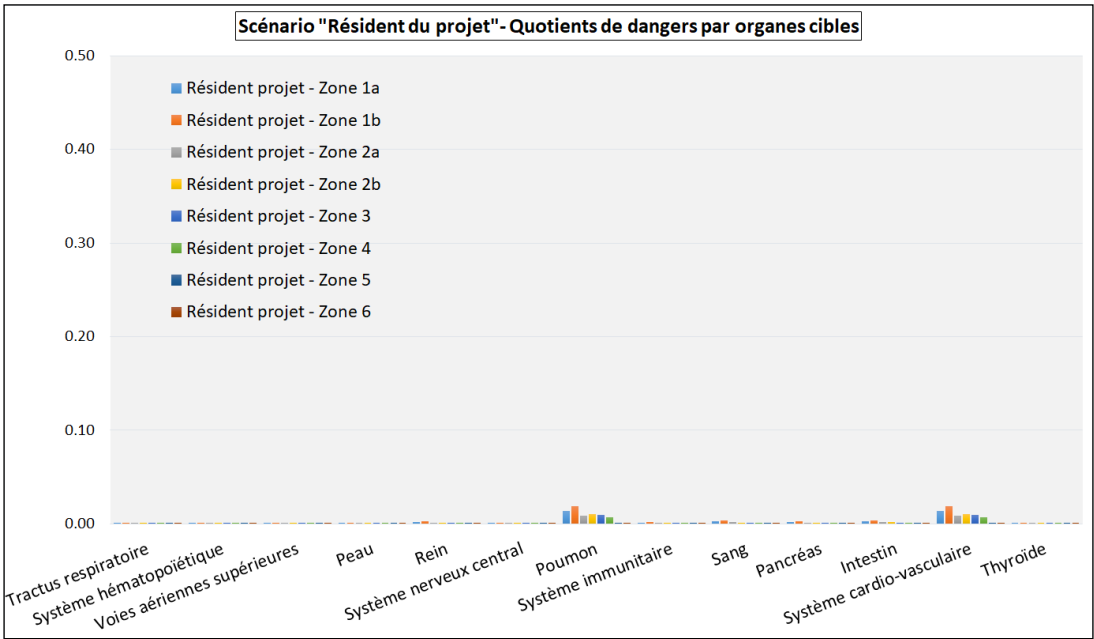


Figure 63 : Quotients de dangers par organe cible – Scénario « Résident du projet » pour chaque zone

16.1.4. Évaluation de l’indicateur sanitaire pour les effets sans seuil : calcul de l’Excès de Risque Individuel (ERI)

Cet indicateur représente le nombre de cancers supplémentaires au sein d’une population exposée à un certain niveau de polluants par rapport à une population non exposée. C’est la raison pour laquelle on parle d’**excès de risque**.

L’interprétation des résultats s’effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables.

Pour les effets sans seuil, la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est alors un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L’ERU est calculé soit à partir d’expérimentations chez l’animal, soit d’études épidémiologiques chez l’être humain. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses vers les basses doses à travers des modèles mathématiques.

L’approche probabiliste conduit à considérer qu’il existe un risque, infime mais non nul, qu’une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l’origine d’une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l’ERU est l’inverse d’une concentration dans l’air et s’exprime en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$. Il représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans l’air inhalé par un sujet pendant toute sa vie. À l’échelle de l’ingestion, l’unité est le $\text{mg}/(\text{kg}.\text{j})^{-1}$.

L’excès de risque individuel [ERI] par inhalation est calculé en rapportant l’excès de risque unitaire [ERU] à la concentration atmosphérique inhalée.

$$\text{ERI} = \text{ERU}_i \times \text{CMI}$$

CMI	Concentration Moyenne Inhalée	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
ERU _i	Excès de Risque Unitaire par inhalation	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$

Le calcul des excès de risque individuel est effectué à partir des concentrations moyennes inhalées au niveau des secteurs étudiés. Dans le cas des effets sans seuil, seul les scénarios d’exposition longue durée sont considérés, à savoir les scénarios « Résident de la zone d’étude » et « Résident du projet ».

Les hypothèses d’exposition des résidents sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau 41 : Hypothèses d’exposition pour le calcul de l’ERI

Résident de la zone d’étude	Résident du projet
Durée conventionnelle d’une vie entière : 70 ans	
<u>2024 à 2043 :</u> Exposition de 20 ans aux concentrations calculées pour le scénario « 2024 Actuel » (Il est considéré que les futurs résidents du projet ont toujours habité la zone d’étude)	
<u>2044 à 2094 :</u> Exposition de 50 ans aux concentrations calculées pour les scénarios sans et avec projet à l’horizon 2044	<u>2044 à 2094 :</u> Exposition de 50 ans aux concentrations calculées pour le scénario avec projet à l’horizon 2044

L’interprétation des résultats s’effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas légitimement de seuil absolu d'acceptabilité.

La valeur de 10⁻⁶ (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux Etats-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10⁻⁴ comme le seuil de l’inacceptable en population générale.

En France, Santé Publique France (ex InVS) utilise la valeur de 10⁻⁵, cette valeur est reprise dans la Circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation. Ce seuil signifie que sur une population de 100 000 habitants exposée à un composé pour un niveau donné, il sera observé 1 cas de cancer supplémentaire par rapport à une population de même effectif non exposée.

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP)¹⁹ précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l’application de facteurs d’incertitude dans leur construction, **le dépassement d’une VTR ne signifie aucunement le risque d’apparition d’un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d’incertitude.**

Ainsi, en matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle « *de seuils et d’intervalles de gestion* ».

¹⁹ Haut Conseil de la Santé Publique - « *Évaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone* » - Décembre 2010

Le HCSP recommande l’utilisation des valeurs-repères suivantes, après lecture critique des incertitudes attachées à l’exercice d’ERS :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10⁻⁴ et/ou un QD > 10 ;
- Un domaine de vigilance active pour un 10⁻⁵ < ERI < 10⁻⁴ et/ou un 1 < QD < 10 ;
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10⁻⁵ et/ou un QD < 1.

Le tableau en page suivante présente les ERI calculés pour les habitants de la zone d’étude et les habitants du projet.

Les Excès de Risques Individuels les plus élevés sont obtenus pour les particules diesel, qui contribuent à environ 80 % des ERI cumulés.
La dangerosité des particules diesel sur la santé est d’ores et déjà reconnue. C’est pourquoi il est prévu le bannissement progressif des véhicules diesel dans plusieurs grandes villes françaises.

Par ailleurs, il importe de rappeler que les hypothèses considérées pour ces scénarios sont majorantes (24 h/j à domicile), et que les ERI cumulés sont compris dans le **domaine de vigilance active, et non dans le domaine d’action rapide tel que défini par le Haut Conseil de la Santé Publique.**

Ainsi, la fréquentation des habitations dans la zone du projet n’occasionnera donc pas de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations.

Par ailleurs, selon les hypothèses considérées, les différences avec la situation au Fil de l’eau sont minimales. En effet, la mise en place du projet entraînera pour la population exposée une variation non significative de -1 cancer sur 10 millions de personnes.

Compte tenu de ces éléments, les variations de trafic consécutives à la réalisation du projet n’entraîneront pas un changement significatif du risque sanitaire pour les effets sans seuil.

Tableau 42 : Excès de risque individuel

POLLUANTS	EXCÈS de RISQUE INDIVIDUEL									
	Résident de la zone d'étude		Résident du projet Zone 1A	Résident du projet Zone 1B	Résident du projet Zone 2A	Résident du projet Zone 2B	Résident du projet Zone 3	Résident du projet Zone 4	Résident du projet Zone 5	Résident du projet Zone 6
	Situation Fil de l'eau	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet	Situation Projet
Benzène	3,02E-07	2,97E-07	2,34E-07	2,61E-07	2,07E-07	2,16E-07	2,23E-07	2,09E-07	1,61E-07	1,60E-07
1,3-Butadiène	4,02E-09	4,00E-09	1,75E-09	1,92E-09	1,39E-09	1,34E-09	1,30E-09	1,22E-09	9,81E-10	9,76E-10
Benzo(a)pyrène	1,22E-07	1,21E-07	7,54E-08	8,39E-08	6,52E-08	6,84E-08	7,07E-08	6,59E-08	5,01E-08	5,00E-08
Arsenic	2,48E-10	2,46E-10	1,33E-10	1,59E-10	1,03E-10	1,12E-10	1,19E-10	1,04E-10	5,63E-11	5,57E-11
Chrome	2,66E-06	2,63E-06	1,46E-06	1,70E-06	1,18E-06	1,26E-06	1,32E-06	1,19E-06	7,64E-07	7,58E-07
Nickel	2,57E-09	2,54E-09	1,35E-09	1,65E-09	1,01E-09	1,12E-09	1,21E-09	1,04E-09	4,94E-10	4,87E-10
Particules diesel	1,32E-05	1,31E-05	1,10E-05	1,15E-05	1,04E-05	1,05E-05	1,07E-05	1,04E-05	9,39E-06	9,38E-06
Dibenzo[a,h]anthracène	2,60E-08	2,58E-08	1,65E-08	1,81E-08	1,46E-08	1,52E-08	1,56E-08	1,47E-08	1,18E-08	1,17E-08
Acénaphthylène	1,20E-09	1,20E-09	8,43E-10	9,16E-10	7,57E-10	7,85E-10	8,05E-10	7,64E-10	6,28E-10	6,26E-10
Acénaphène	1,61E-09	1,60E-09	1,13E-09	1,22E-09	1,01E-09	1,05E-09	1,08E-09	1,02E-09	8,40E-10	8,37E-10
Anthracène	3,84E-09	3,78E-09	1,99E-09	2,28E-09	1,64E-09	1,74E-09	1,81E-09	1,66E-09	1,12E-09	1,11E-09
Benzo[a]anthracène	2,08E-08	2,06E-08	1,27E-08	1,41E-08	1,11E-08	1,16E-08	1,19E-08	1,12E-08	8,63E-09	8,55E-09
Benzo[b]fluoranthène	1,81E-08	1,80E-08	1,01E-08	1,12E-08	8,77E-09	9,12E-09	9,37E-09	8,78E-09	6,82E-09	6,79E-09
Benzo[g,h,i]pérylène	2,63E-09	2,62E-09	1,61E-09	1,81E-09	1,37E-09	1,45E-09	1,51E-09	1,39E-09	1,02E-09	1,02E-09
Benzo[j]fluoranthène	1,84E-08	1,84E-08	7,55E-09	8,35E-09	6,33E-09	6,50E-09	6,60E-09	6,17E-09	4,74E-09	4,72E-09
Benzo[k]fluoranthène	1,50E-08	1,49E-08	8,12E-09	8,88E-09	7,09E-09	7,32E-09	7,47E-09	7,06E-09	5,67E-09	5,64E-09
Chrysène	4,21E-09	4,18E-09	2,35E-09	2,56E-09	2,07E-09	2,13E-09	2,17E-09	2,06E-09	1,68E-09	1,68E-09
Fluoranthène	2,04E-09	2,01E-09	1,24E-09	1,38E-09	1,07E-09	1,12E-09	1,16E-09	1,08E-09	8,19E-10	8,11E-10
Fluorène	3,63E-10	3,63E-10	1,27E-10	1,32E-10	1,14E-10	1,11E-10	1,09E-10	1,07E-10	1,01E-10	1,01E-10
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	1,36E-08	1,35E-08	8,00E-09	8,98E-09	6,82E-09	7,18E-09	7,44E-09	6,90E-09	5,07E-09	5,05E-09
Phénanthrène	4,30E-09	4,28E-09	2,61E-09	2,93E-09	2,23E-09	2,35E-09	2,43E-09	2,25E-09	1,66E-09	1,65E-09
Pyrène	1,69E-09	1,68E-09	1,04E-09	1,14E-09	9,15E-10	9,50E-10	9,76E-10	9,20E-10	7,32E-10	7,29E-10
Cumulé	1,65E-05	1,63E-05	1,28E-05	1,37E-05	1,19E-05	1,22E-05	1,23E-05	1,19E-05	1,04E-05	1,04E-05

16.1.5. Incertitudes relatives à l’EQRS

L’évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont chacune en ce qui les concerne sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].

Le tableau qui va suivre résume de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Tableau 43 : Étapes de l’EQRS et incertitudes associées

Étape 1 : Identification du danger <i>Quels sont les effets néfastes de l’agent et son mode de contact ?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Interaction de mélanges de polluants• Produits de dégradation des molécules mal connus• Données pas toujours disponibles pour l’être humain ou même l’animal
Étape 2 : Choix de la VTR <i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l’organisme ?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Extrapolation des observations lors d’expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d’exposition de populations• Transposition des données d’une population vers une autre (utilisation de données animales pour l’être humain)• Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l’Exposition <i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l’agent dangereux ?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d’exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation)• Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace• Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque <i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?</i>	<ul style="list-style-type: none">• Méconnaissance de l’action de certains polluants (VTR non validées)• Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat• Calcul de l’impact sanitaire qui rajoute un niveau d’incertitude

❖ Identification des dangers

L’identification des dangers est une démarche qualitative qui est initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d’ordre sanitaire. À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d’information et aux controverses scientifiques. Dans le cas présent, l’EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes, ou bien tout simplement car l’information n’existe pas.

Ces substances n’ont pas encore de facteurs d’émission, mais la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes et/ou la sévérité des effets sanitaires conduisent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d’émission.

❖ Évaluation des incertitudes sur l’évaluation de la toxicité

L’identification exhaustive des dangers potentiels pour l’homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l’évaluation et la possibilité d’interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines. Il faut garder à l’esprit que les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d’études expérimentales chez l’animal, mais également à partir d’études et d’enquêtes épidémiologiques chez l’homme. L’étape qui génère l’incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l’établissement des valeurs toxicologiques de référence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuil, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose. Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l’extrapolation à l’être humain se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d’incertitude ou facteurs d’évaluation) aux seuils sans effets néfastes définis chez l’animal. Lorsque la VTR est établie à partir d’une étude épidémiologique conduite chez l’Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l’extrapolation à la population générale se fait également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations. Ainsi, les facteurs de sécurité ont pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l’extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population. Ces facteurs changent d’une substance à une autre. Pour certaines d’entre elles, il n’existe tout simplement pas de facteur de quantification en l’état actuel des connaissances.

❖ Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition :

- la définition des populations et des usages ;
- les modèles utilisés ;
- les paramètres ;
- les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. Il convient de retenir que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

❖ Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.

Pour les produits cancérigènes sans effet de seuil, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d'exposition identifiées - les VTR et les doses d'exposition, afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, poids corporel, etc.).

16.2. SYNTHÈSE – IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ

Les quotients de danger de tous les scénarios étudiés sont inférieurs à 1 (seuil d'acceptabilité), et cela, même en les additionnant par organe-cible.

Sous les hypothèses d'exposition considérées, les taux en particules diesel entraînent des Excès de Risques Individuels pouvant être supérieurs à la valeur recommandée de 10^{-5} .

Il convient de rappeler que les hypothèses considérées pour ces scénarios sont majorantes (24 h/j à domicile), et que les ERI cumulés sont compris dans le domaine de vigilance active, et non pas dans le domaine d'action rapide tel que défini par le Haut Conseil de la Santé Publique.

Ainsi, la fréquentation des habitations dans la zone du projet n'occasionnera donc pas de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations.

Par ailleurs, selon les hypothèses considérées, les variations de trafic consécutives à la réalisation du projet n'entraîneront pas un changement significatif du risque sanitaire pour les effets à seuil et sans seuil.

17. ÉVALUATION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

Le tableau suivant présente les consommations énergétiques moyennes (en tonnes d'équivalent pétrole / jour), calculées à partir des trafics avec le logiciel COPERT V :

Tableau 44 : Consommation de carburant [Tep / jour]

	2044 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
Consommation en carburant	0,62	0,65	0,62

Le diagramme suivant illustre les consommations respectives pour chacun des scénarios considérés.

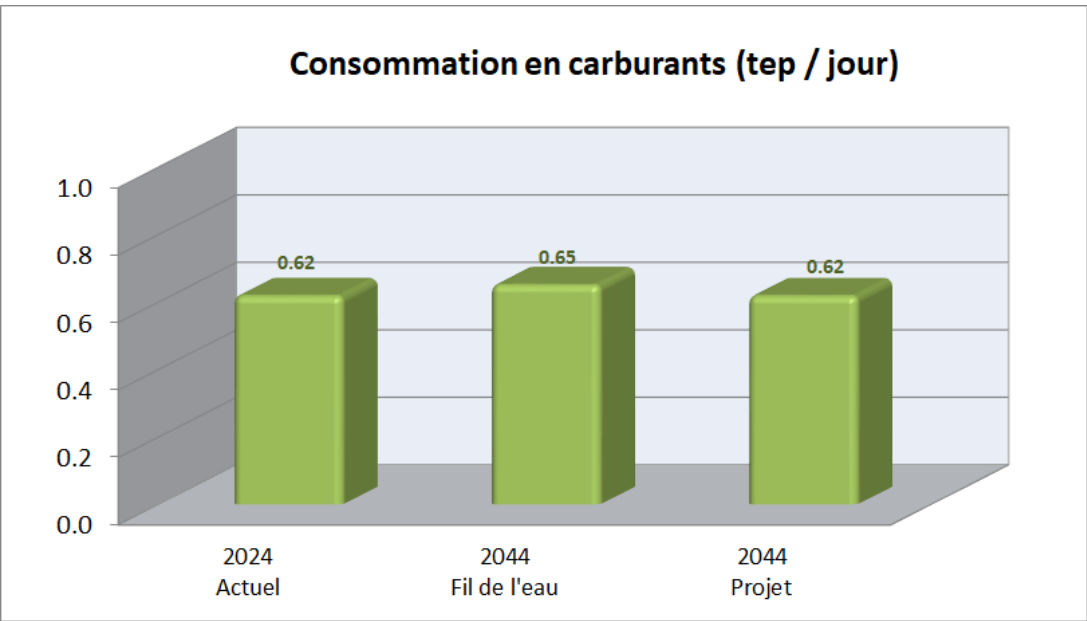


Figure 64 : Consommation moyenne de carburant par jour

Comparativement au scénario actuel, la consommation de carburant sur les brins du réseau d'étude augmente de 5,3 % pour la situation au fil de l'eau, et stagne en situation projetée. Par rapport au fil de l'eau, les consommations en carburant avec la réalisation du projet varient de -5,1 % en 2044.

18. COÛTS COLLECTIFS DE L'IMPACT SANITAIRE

18.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.

La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique.

Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Le tableau ci-dessous explicite les valeurs recommandées.

Tableau 45 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2010 (en €2010 / 100 véhicules x km)

Type de véhicules	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
VL	13,5	3,8	1,6	1,3	1,0
PL	133,0	26,2	12,4	6,6	4,4

D'après la densité de population retrouvée dans la zone d'étude, les coûts utilisés sont ceux correspondant à un milieu de type « urbain dense ».

La fiche-outils précise en outre qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population. Sur la région Auvergne-Rhône-Alpes, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,0 % par an.

Sur la dernière décennie, l'inflation a été en moyenne de 1,83 % par an (INSEE). Ce chiffre sera utilisé afin d'extrapoler les coûts à l'horizon futur.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau immédiatement suivant (valeurs journalière et annuelle).

Tableau 46 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier

Type de véhicules	2024 Actuel (en € ₂₀₂₄)	2044 Fil de l'eau (en € ₂₀₄₄)	2044 Projet (en € ₂₀₄₄)
Sur une journée			
VL	330 €	547 €	522 €
PL	36 €	46 €	43 €
Total	366 €	594 €	565 €
Sur l'ensemble de l'année			
VL	121 k€	200 k€	191 k€
PL	13 k€	17 k€	16 k€
Total	134 k€	217 k€	207 k€

Le graphique suivant illustre les résultats obtenus.

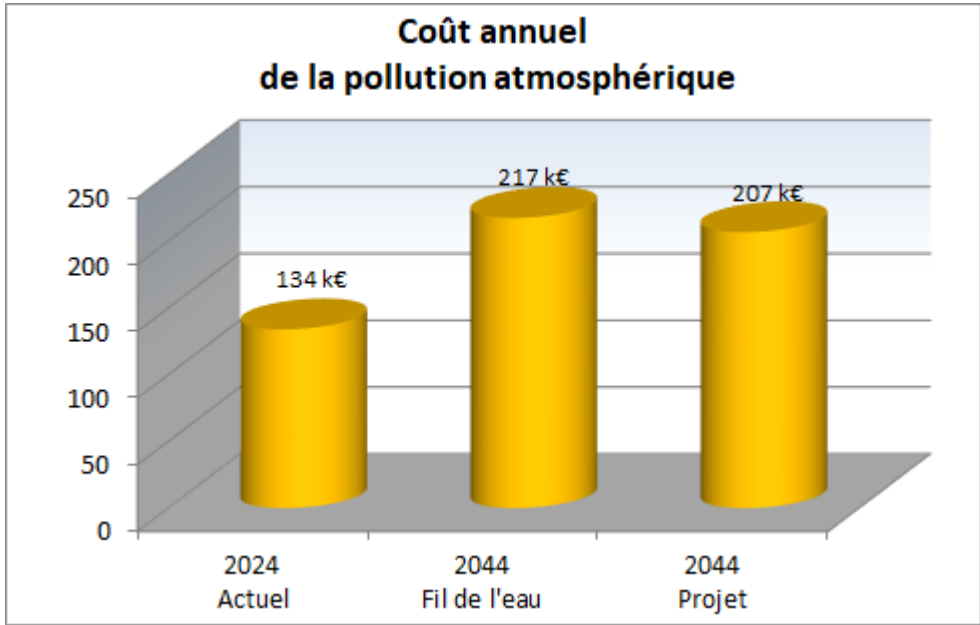


Figure 65 : Coût annuel de la pollution atmosphérique

Comparativement au scénario actuel, le coût de la pollution atmosphérique émise sur les brins du réseau d'étude augmente de 62,3 % pour la situation au fil de l'eau et de 54,4 % en situation projetée.
Par rapport à la situation au fil de l'eau, les coûts de la pollution atmosphérique diminuent de -4,9 % avec la mise en place du projet.

NOTE IMPORTANTE : La fiche outil ne stipule pas de coûts spécifiques pour les véhicules à motorisation électrique. Bien que ces derniers soient moins émissifs en termes de polluants (zéro pollution à l'échappement mais émissions de particules liées à l'abrasion du fait des freinages et usure des pneus, routes, etc.), l'application des valeurs tutélaires va entraîner mécaniquement une augmentation des coûts de la pollution alors même que ces véhicules seront moins émissifs que les véhicules thermiques (le calcul étant basé sur les VK et ces derniers augmentent en situation Fil de l'eau et projet).
Le choix de ne pas retirer les véhicules électriques du calcul est justifié par le fait que bien qu'il n'y ait pas d'émission à l'échappement, les émissions de particules liées à l'abrasion et au freinage sont existantes.

Remarque importante : il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.
Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Des études sont actuellement menées sur ce thème.

18.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO₂.
La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « La valeur de l'action pour le climat » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO₂ émise sont de 54 €₂₀₁₈ en 2018, de 250 €₂₀₁₈ en 2030 et de 500 €₂₀₁₈ en 2040.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V.

Le tableau suivant présente les rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 47 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier

	2024 État actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Projet
Sur une journée	336 € ₂₀₂₄	1 983 € ₂₀₄₄	1 883 € ₂₀₄₄
Sur une année	123 k€ ₂₀₂₄	726 k€ ₂₀₄₄	689 k€ ₂₀₄₄

Le coût des émissions de gaz à effet de serre augmente fortement à l'horizon futur 2044 (malgré une variation faible ou nulle des consommations énergétiques) en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée (+491 % en situation Fil de l'eau ; +461 % en situation Projet).
Par rapport à la situation au fil de l'eau, les coûts des émissions de GES diminuent de -5,1 % avec la mise en place du projet.

Ces résultats sont illustrés ci-après, en valeur annuelle.

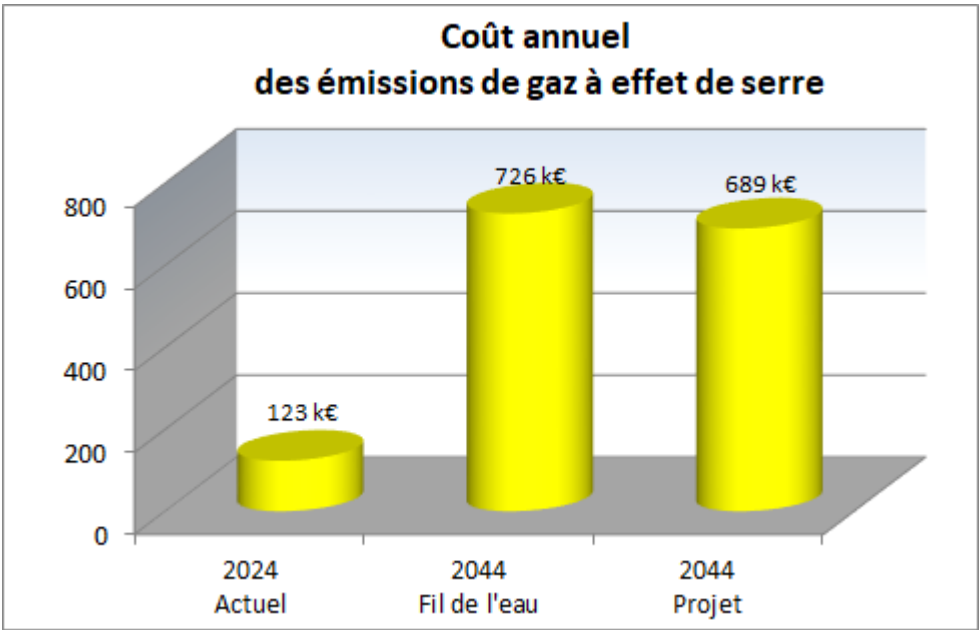


Figure 66 : Coût annuel des émissions de GES

19. ESTIMATION DES EFFETS CUMULÉS AVEC LA ZAC ECOTEC

19.1. PRÉSENTATION DU CONTEXTE / HYPOTHÈSES

Sur le territoire de Marnaz, le projet ZAC ECOTEC est en attente de finalisation d'aménagement. Seule la partie logements reste à développer. Ce chapitre traite des effets cumulés, à l'échelle d'un territoire élargi, de la finalisation de la ZAC ECOTEC avec le projet étudié dans ce document à savoir "Marnaz de Demain", sur la base des estimations de trafic réalisées par CDVia et transmises le 05/06/2025 (ZAC Écotech Marnaz - Impact sur la circulation - Note pré-analytique d'impact).

Le réseau d'étude retenu pour l'évaluation des effets cumulé est présenté en figure suivante. Il correspond au réseau d'étude du projet Marnaz de Demain tel que défini dans le chapitre 15.2.1, soit les brins n°1 à 15 **additionné** au réseau d'étude pour la finalisation de la ZAC ECOTEC, soit les brins n°17 à 19.

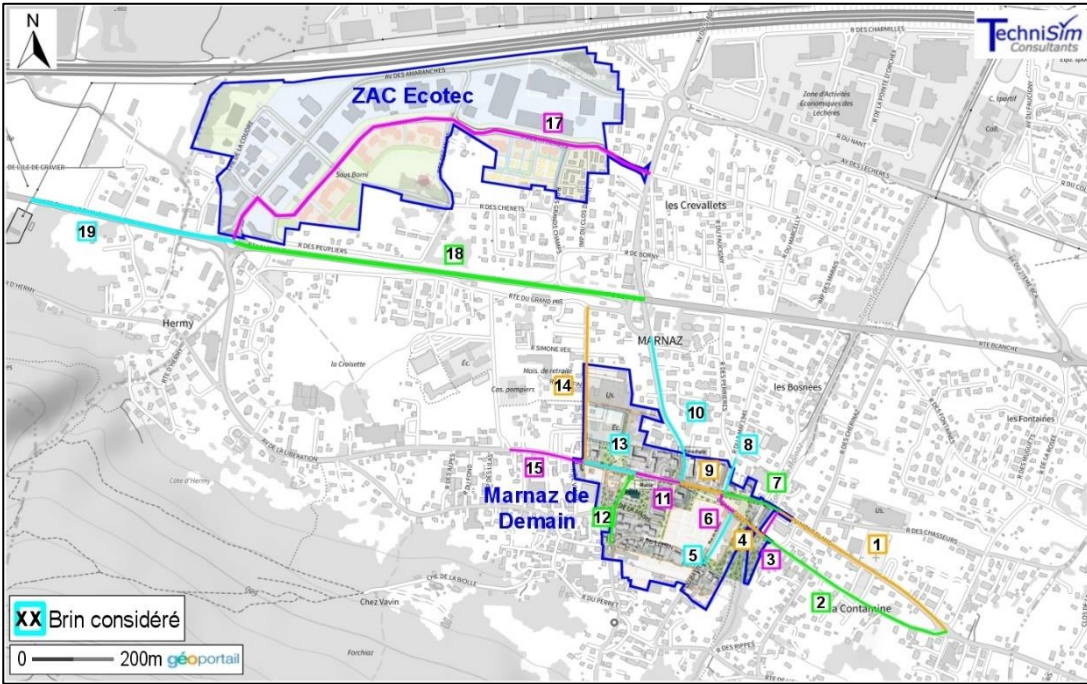


Figure 67 : Réseau d'étude pour l'évaluation des effets cumulés : réseau d'étude projet Marnaz de Demain (brins n°1 à 15) additionné au réseau d'étude de la finalisation de la ZAC ECOTEC (brins n°17 à 19)

Les méthodologies employées pour la détermination des différents indicateurs présentés sont identiques à celles utilisées pour l'étude du projet Marnaz de Demain et sont développées dans chacun des sous-chapitres dédiés à l'étude du projet Marnaz de Demain.

La programmation restant à réaliser sur la ZAC ECOTEC ne concernant que du logement, il est considéré que les véhicules générés sont exclusivement des véhicules légers (véhicules personnels ; véhicules utilitaires légers).

Afin de pouvoir réaliser une comparaison à paramètres équivalents, il est retenu l’année 2044 pour horizon de finalisation de la ZAC ECOTEC correspondant à l’année de finalisation du projet Marnaz de Demain.

Les vitesses prises en compte sont les vitesses maximales autorisées sur chaque brin.

Le tableau suivant présente les données trafic pour le réseau d’étude de la ZAC ECOTEC et rappelle les données trafic du réseau d’étude du projet Marnaz de Demain.

Tableau 48 : Caractéristiques des brins du réseau d’étude retenu pour l’analyse des effets cumulés

N° brin	Nom de la voie	Trafic (TMJA)							
		2024 Actuel		2044 Fil de l’eau		2044 Avec uniquement Projet Marnaz de Demain		2044 Avec Projet Marnaz de Demain + Finalisation ZAC ECOTEC	
		VL	PL	VL	PL	VL	PL	VL	PL
1	Av. du Mont Blanc RD26	4 592	108	5 862	138	5 618	132	5 618	132
2	Rue du Vieux Pont	1 499	2	1 748	2	1 698	2	1 698	2
3	Rue des Berges	500	1	3 746	4	949	1	949	1
4	Rue du Vieux Pont	1 898	2	1 998	2	2 647	3	2 647	3
5	Rue du Battoir	1 099	1	1 998	2	2 697	3	2 697	3
6	Rue du Vieux Pont	1 748	2	-	-	2 847	3	2 847	3
7	Av. du Mont Blanc RD26	4 201	99	7 034	166	4 690	110	4 690	110
8	Rue du 8 Mai 1945	699	1	1 099	1	1 099	1	1 099	1
9	Av. du Mont Blanc RD26	6 009	141	7 718	182	7 279	171	7 279	171
10	Av. du Stade	7 262	88	9 485	115	9 090	110	9 090	110
11	Av. du Mont Blanc RD26	5 812	89	7 585	116	7 191	110	7 191	110
12	Rue de la Mairie	3 682	19	4 527	23	4 279	22	4 279	22
13	Av. de la Libération RD26	4 137	63	6 206	95	6 009	92	6 009	92
14	Rue de la Fin	788	12	1 379	21	1 478	23	1 478	23
15	Av. de la Libération RD26	3 989	61	5 171	79	4 876	74	4 876	74
17	Rue des Attenots	200	-	200	-	200	-	680	-
18	RD1205 Route blanche (section est)	13 682	953	15 050	1 048	15 050	1 048	16 330	1 048
19	RD1205 Route blanche (section ouest)	13 682	953	15 050	1 048	15 050	1 048	15 790	1 048

19.2. FLUX DE TRAFIC – INDICATEUR VK SUR LE RÉSEAU D’ÉTUDE
RETENU POUR LES EFFETS CUMULÉS AVEC LA ZAC ECOTEC

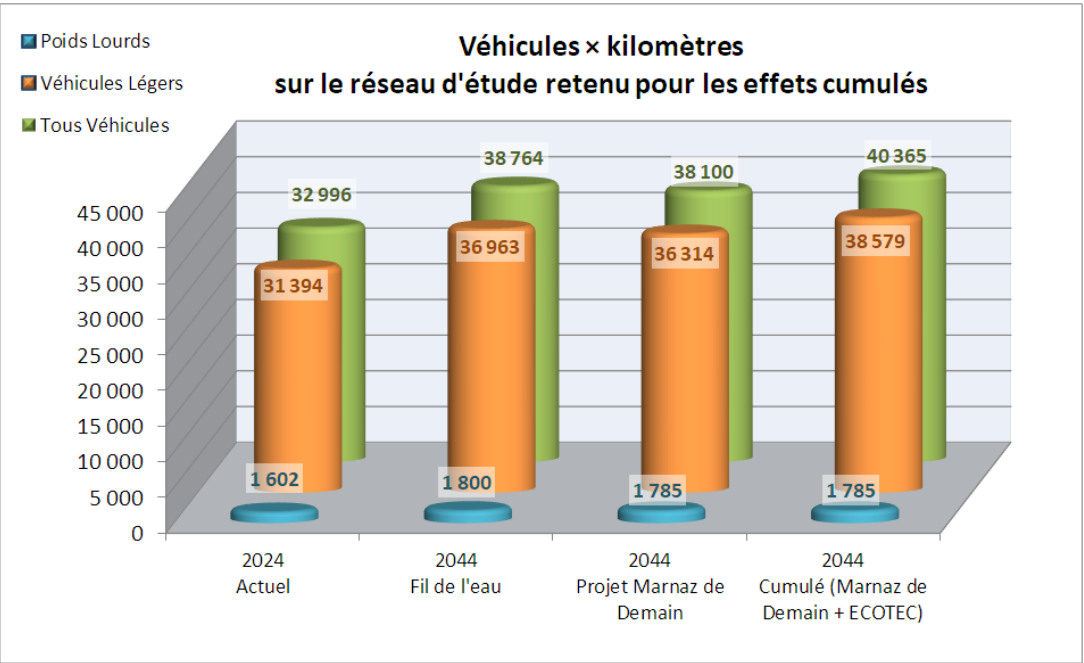


Figure 68 : Indices VK du réseau d’étude retenu pour les effets cumulés

Par rapport à la situation actuelle 2024, les indices Véhicules-Kilomètres augmentent sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés à l’horizon 2044, de +17,5 % en situation Fil de l’eau, de +15,5 % en situation Projet Marnaz de Demain et de +22,3 % en situation Cumulés Marnaz de Demain + Finalisation de la ZAC ECOTEC.

Sur le réseau d’étude retenu pour les effets cumulés, en comparaison avec la situation fil de l’eau 2044, la réalisation du projet Marnaz de Demain entrainera une baisse des indices VK de -1,7 %, et la réalisation cumulée de la ZAC ECOTEC avec Marnaz de Demain, engendrera une hausse des indices VK de +4,1 %.

19.3. CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE
RETENU POUR LES EFFETS CUMULÉS AVEC LA ZAC ECOTEC

Tableau 49 : Consommation de carburant [tep/jour] sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés

	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Avec uniquement Projet Marnaz de Demain	2044 Avec Projet Marnaz de Demain + Finalisation ZAC ECOTEC
Consommation en carburant (tep/jour)	1,90	1,82	1,78	1,87

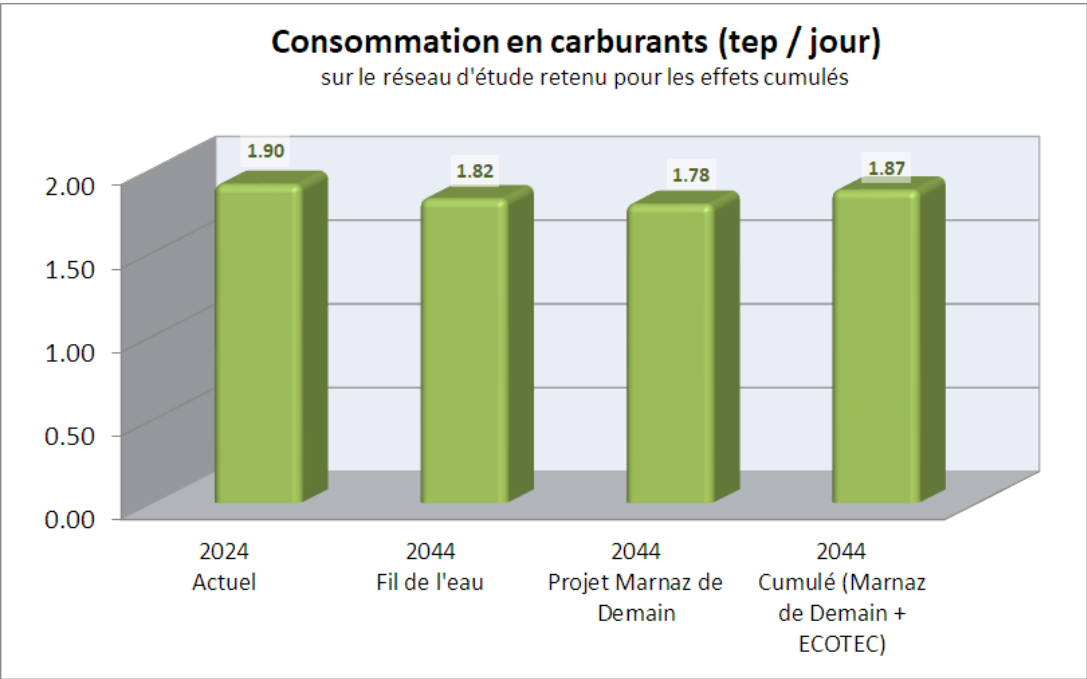


Figure 69 : Consommation moyenne de carburant en tonne équivalent pétrole par jour sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés

Comparativement au scénario actuel 2024, la consommation de carburant à l'horizon 2044 sur les brins du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés diminue de -4,5 % en situation fil de l'eau, de -6,3 % en situation Projet Marnaz de Demain et de -1,8 % en situation Cumulée Marnaz de Demain + Finalisation de la ZAC ECOTEC.

Sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés, en comparaison avec la situation fil de l'eau 2044, la réalisation du projet Marnaz de Demain entrainera une baisse de la consommation de carburant de -1,8 %, et la réalisation cumulée de la ZAC ECOTEC avec Marnaz de Demain une hausse de la consommation de carburant de +2,9 %.

19.4. ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SUR LE RÉSEAU
D'ÉTUDE RETENU POUR LES EFFETS CUMULÉS AVEC LA ZAC
ECOTEC

Tableau 50 : Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés pour les scénarios traités

Composés	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Avec uniquement Projet Marnaz de Demain	2044 Avec Projet Marnaz de Demain + Finalisation ZAC ECOTEC
Monoxyde de carbone [kg / jour]	5,36	4,39	4,31	4,54
Dioxyde d'azote [kg / jour]	3,95	0,64	0,63	0,67
Particules PM10 [kg / jour]	1,12	1,11	1,08	1,13
Particules PM2,5 [kg / jour]	0,74	0,65	0,63	0,66
Dioxyde de soufre [kg / jour]	0,06	0,08	0,08	0,09
COVNM [kg / jour]	0,21	0,15	0,15	0,15
Arsenic [mg / jour]	0,30	0,42	0,41	0,44
Nickel [mg / jour]	1,51	2,63	2,58	2,73
Chrome [mg / jour]	15,31	15,60	15,31	16,04
Benzène [g / jour]	5,13	1,83	1,8	1,88
Benzo[a]pyrène [g / jour]	0,04	0,02	0,02	0,02
1,3 Butadiène [g / jour]	3,26	3,92	3,85	3,87
Acénaphène [g / jour]	0,61	0,23	0,22	0,24
Acénaphthylène [g / jour]	0,45	0,17	0,17	0,18
Anthracène [g / jour]	0,08	0,08	0,08	0,08
Benzo[a]anthracène [g / jour]	0,06	0,04	0,03	0,04
Benzo[b]fluoranthène [g / jour]	0,05	0,03	0,03	0,03
Benzo[ghi]pérylène [g / jour]	0,07	0,05	0,05	0,05
Benzo[j]fluoranthène [g / jour]	0,03	0,04	0,04	0,04
Benzo[k]fluoranthène [g / jour]	0,04	0,03	0,03	0,03
Chrysène [g / jour]	0,12	0,07	0,07	0,07
Dibenzo[a,h]anthracène [g / jour]	0,008	0,004	0,004	0,004
Fluoranthène [g / jour]	0,59	0,36	0,35	0,37
Fluorène [g / jour]	0,06	0,07	0,07	0,07
Indéno[1,2,3-cd]pyrène [g / jour]	0,04	0,02	0,02	0,03
Phénanthrène [g / jour]	1,20	0,77	0,76	0,81
Pyrène [g / jour]	0,53	0,28	0,28	0,29

L'évolution future du parc routier entraînera une diminution globale des émissions des véhicules à l'échappement à trafic équivalent, par rapport à l'horizon actuel, grâce à l'apparition et la généralisation des améliorations technologiques concernant les moteurs et les systèmes épuratifs des véhicules, au développement des véhicules hybrides et électriques et ainsi de la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc automobile, etc.

Comparativement au scénario actuel 2024, les émissions de polluants atmosphériques sur les brins du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés, diminuent à l'horizon 2044 de -20,9 % en situation fil de l'eau, de -22,3 % en situation Projet Marnaz de Demain et de -18,9 % en situation Cumulée Marnaz de Demain + Finalisation de la ZAC ECOTEC.

Sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés, en comparaison avec la situation fil de l'eau 2044, la réalisation du projet Marnaz de Demain entrainera une baisse des émissions de polluants atmosphériques de -1,8 %, et la réalisation cumulée de la ZAC ECOTEC avec Marnaz de Demain une hausse des émissions de polluants atmosphériques de +2,8 %.

Les histogrammes obtenus pour les principaux polluants émis par le trafic routier sont donnés ci-après.

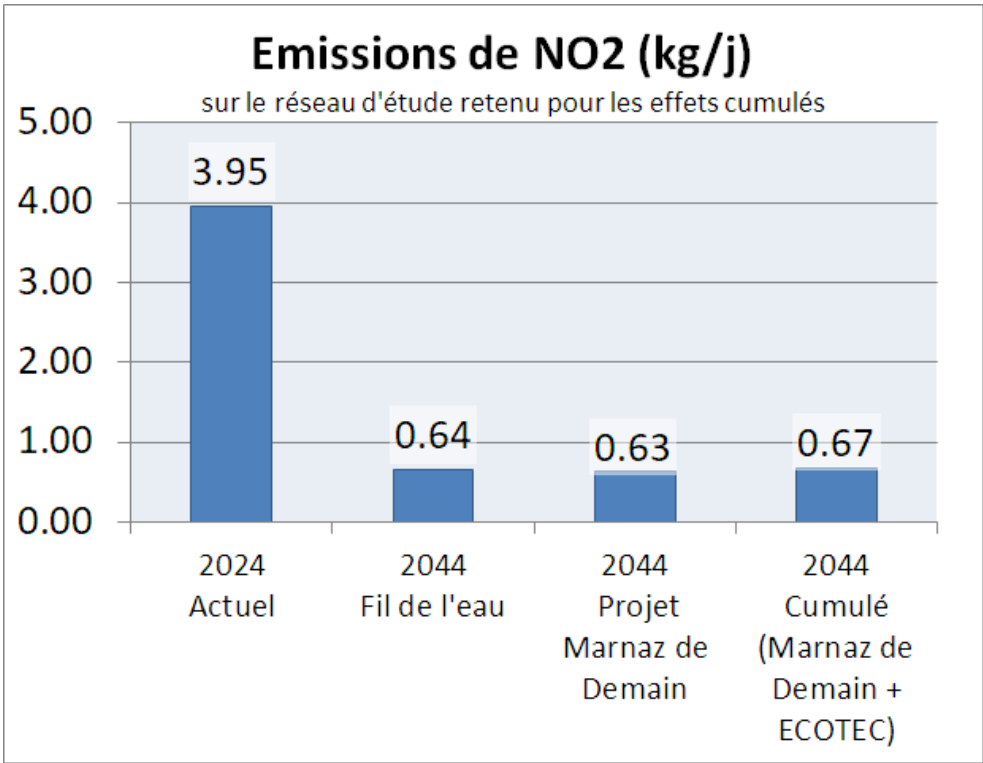


Figure 70 : Émissions journalières du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés – Dioxyde d'azote

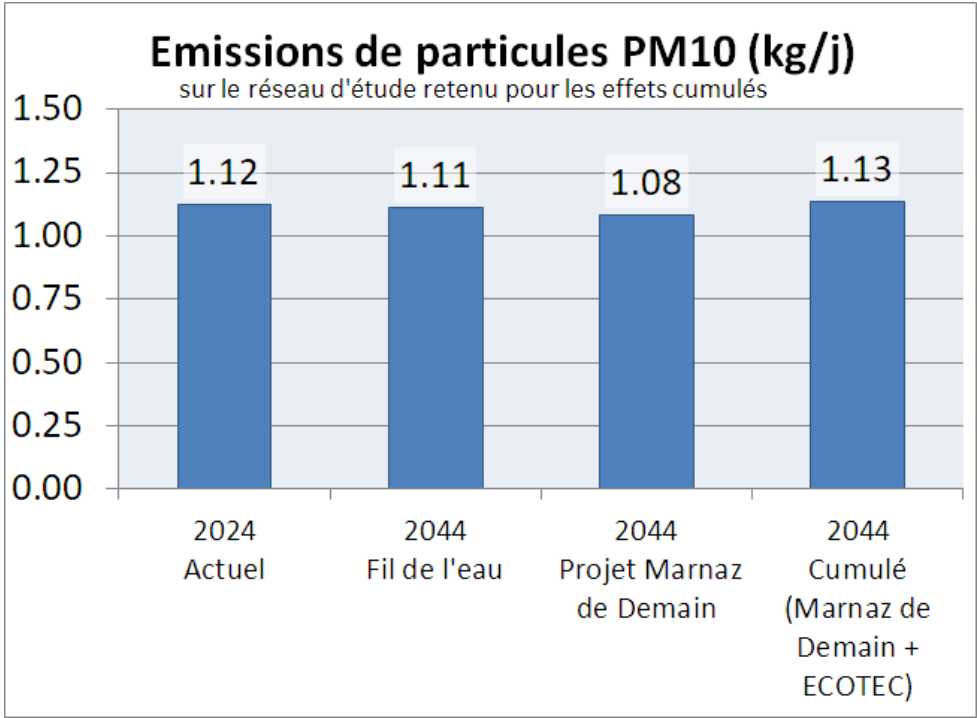


Figure 71 : Émissions journalières du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés – Particules PM10

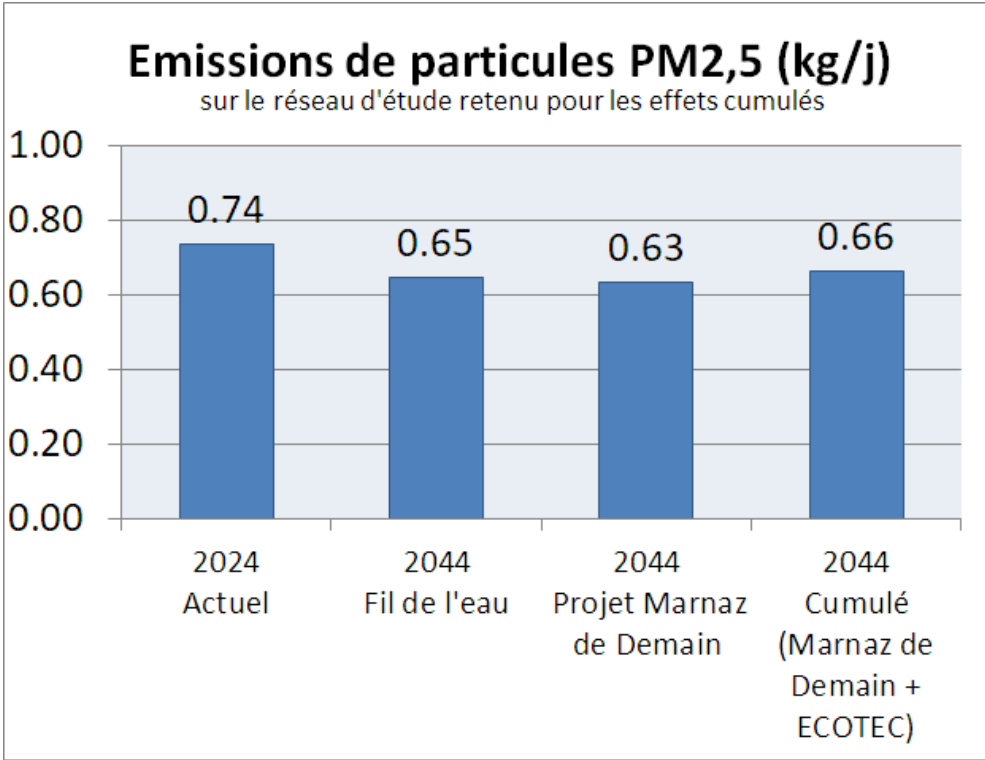


Figure 72 : Émissions journalières du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés – Particules PM2,5

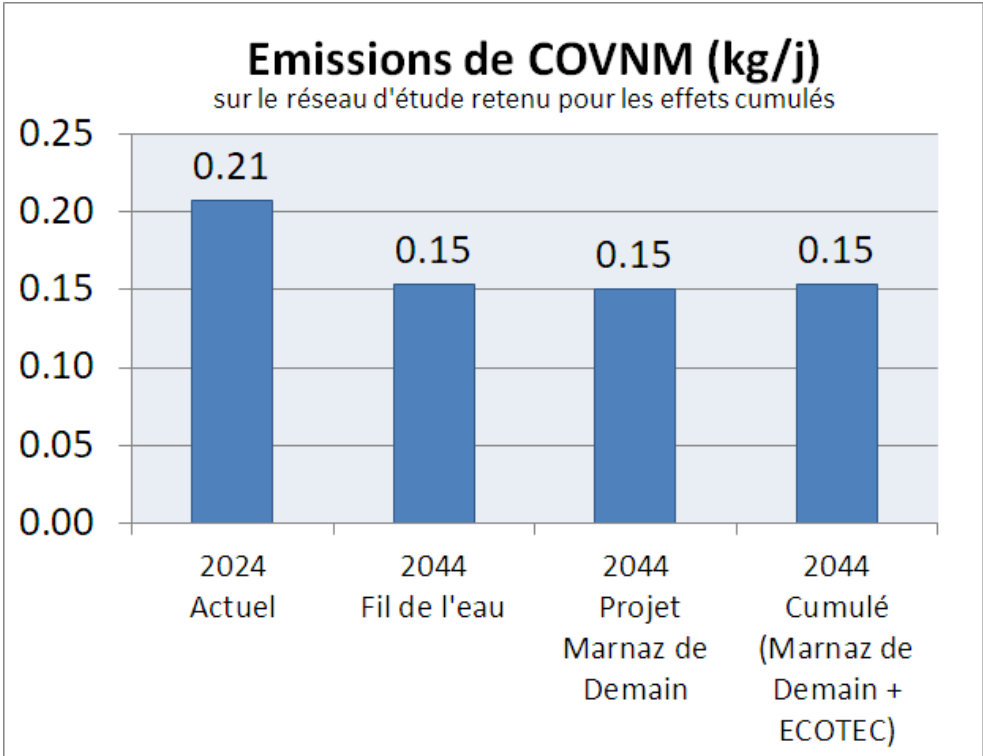


Figure 73 : Émissions journalières du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés – Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

19.5. ÉMISSIONS DE GES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE RETENU POUR LES EFFETS CUMULÉS AVEC LA ZAC ECOTEC

Tableau 51 : Quantité de GES produite en kgeqCO₂ / jour sur la réseau d'étude retenu pour les effets cumulés

	2024 Actuel	2044 Fil de l'eau	2044 Avec uniquement Projet Marnaz de Demain	2044 Avec Projet Marnaz de Demain + Finalisation ZAC ECOTEC
Dioxyde de carbone [CO ₂]	6 031	5 749	5 645	5 914
Méthane [CH ₄]	3,0	3,3	3,3	3,4
Protoxyde d'azote [N ₂ O]	70	52	51	53
Total des GES	6 104	5 805	5 700	5 971

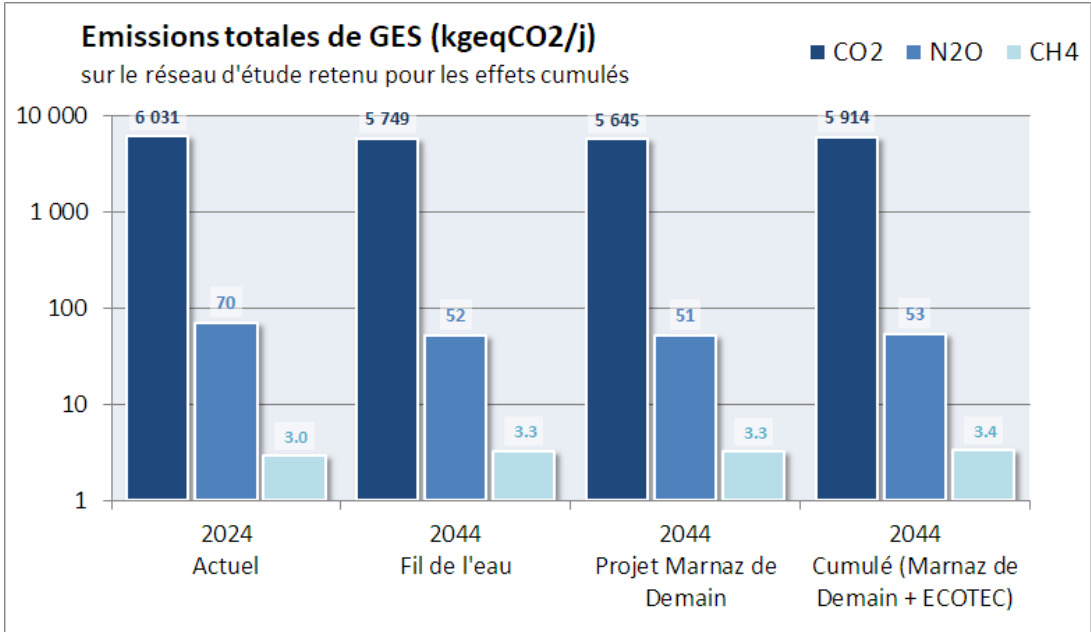


Figure 74 : Évolution des émissions de GES (échelle logarithmique) sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés

Comparativement au scénario actuel 2024, les émissions de GES sur les brins du réseau d'étude retenu pour les effets cumulés diminuent de -4,5 % pour la situation fil de l'eau, de -6,3 % en situation Projet Marnaz de Demain et de -1,8 % en situation Cumulée Marnaz de Demain + Finalisation de la ZAC ECOTEC.

Sur le réseau d'étude retenu pour les effets cumulés, en comparaison avec la situation fil de l'eau 2044, la réalisation du projet Marnaz de Demain entrainera une baisse des émissions de GES de -1,8 %, et la réalisation cumulée de la ZAC ECOTEC avec Marnaz de Demain une hausse des émissions de GES de +2,9 %.

19.6. CONCLUSION DES EFFETS CUMULÉS DE LA FINALISATION DE LA ZAC ECOTEC SUR LA RÉALISATION DU PROJET MARNAZ DE DEMAIN.

Selon les données d'entrées estimées pour la ZAC ECOTEC, la finalisation de la programmation de cette dernière (logements) à horizon 2044 sur le territoire de Marnaz engendrera une augmentation des trafics et des émissions de polluants atmosphériques et de GES sur le réseau d'étude retenu pour l'analyse des effets cumulés comparativement à la situation fil de l'eau 2044 et à la situation avec uniquement le Projet Marnaz de Demain. Néanmoins les émissions (polluants atmosphériques et GES) cumulées de Marnaz de Demain et de la finalisation de la ZAC ECOTEC à l'horizon 2044 demeurent inférieures (en moyenne sur l'ensemble des polluants étudiés) aux émissions calculées en situation actuelle 2024.

20. MESURES DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

20.1. GÉNÉRALITÉS DE LA SÉQUENCE ERC DANS LE CADRE DE LA THÉMATIQUE AIR / SANTÉ

Les impacts d'un projet, d'un plan ou d'un programme sur l'environnement peuvent se traduire par une dégradation de la qualité environnementale. La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits (schéma suivant)²⁰.

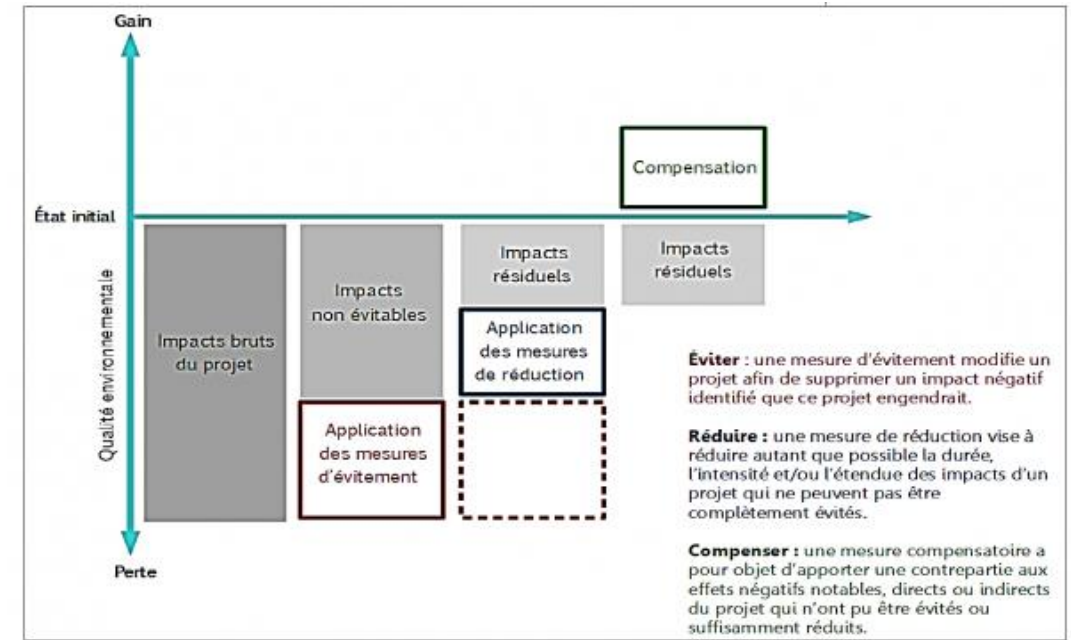


Figure 75 : Bilan écologique de la séquence ERC

20.1.1. Mesures d'évitement

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs. Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou sensibles.

²⁰ <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/evaluation/article/eviter-reduire-compenser-erc-en-quoi-consiste-cette-demarche>

Il est pour autant difficile d'éviter la construction de programmes mixtes intégrant de l'habitat, et potentiellement des établissements vulnérables le long d'axes urbains très fréquentés en cœur de ville. La conception des programmes doit donc minimiser l'exposition des populations par une conception adaptée notamment en mettant en œuvre des mesures de réduction.

20.1.2. Mesures de réduction

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

❖ Éloignement

L'éloignement consiste à distancer les populations des sources d'émissions - en particulier les populations sensibles - pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques. Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière car elles représentent une part importante des émissions de polluants. Les mesures d'éloignement face aux sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu en termes d'exposition des personnes peut rapidement gagner en importance²¹. Il est judicieux d'éloigner au maximum les zones de vie extérieure comme les jardins, les terrains de sports, les cours de récréation des rues émettrices de polluants. Un autre levier est un éloignement vertical, en ne programmant pas de logements / lieux vulnérables en rez-de-chaussée ou étages bas ou encore en choisissant de réaliser des bâtiments avec rez-de-chaussée surélevés.

Par ailleurs, l'efficacité de la mise en place d'un éloignement significatif par rapport aux axes routiers ainsi que la décroissance de la pollution en fonction des étages (cf. figures suivantes) sont mentionnées par les AASQA²² :

- « Au sein d'un même secteur géographique, les niveaux les plus élevés sont relevés à proximité immédiate des axes routiers. En effet, le long des routes, les polluants issus du trafic routier s'ajoutent à la pollution urbaine dite « de fond » que l'on respire dans l'ensemble de l'agglomération parisienne. **Les niveaux décroissent très vite en s'éloignant de l'axe, en particulier dans les 10 premiers mètres.** »
- « Les niveaux de pollutions varient en fonction des étages. À proximité directe d'un axe routier, les niveaux de pollution sont les plus élevés au rez-de-chaussée, et diminuent lorsque l'on monte dans les étages. Cependant, la décroissance n'est pas

²¹ https://www.atmo-auvergnehonealpes.fr/sites/aura/files/medias/documents/2023-05/Guide_Qualite_de_l%27air_B%C3%A2timents%20expos%C3%A9s_BD.pdf

²² <https://www.airparif.asso.fr/airparif/faq#collapse44>

linéaire entre les étages : la différence est importante entre le RDC et 1^{er} étage, puis de moins en moins importante entre 1^{er} et 2^{ème} étage, etc. avec des niveaux qui s'homogénéisent au-delà d'un certain étage. » **Une diminution de l'ordre de -20 % à -30 % peut être attendue entre les teneurs en RDC et au 2^{ème} étage dans le cas de bâtiment en bordure directe (à quelques mètres) d'axe routier.**

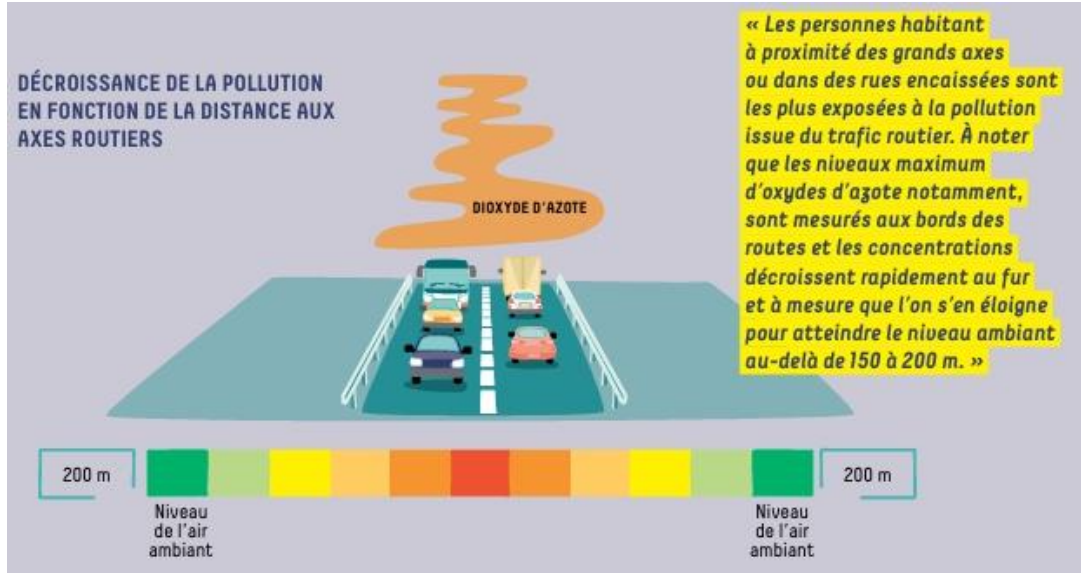


Figure 76 : Décroissance de la pollution atmosphérique en fonction de la distance aux axes routiers (source infographie: Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

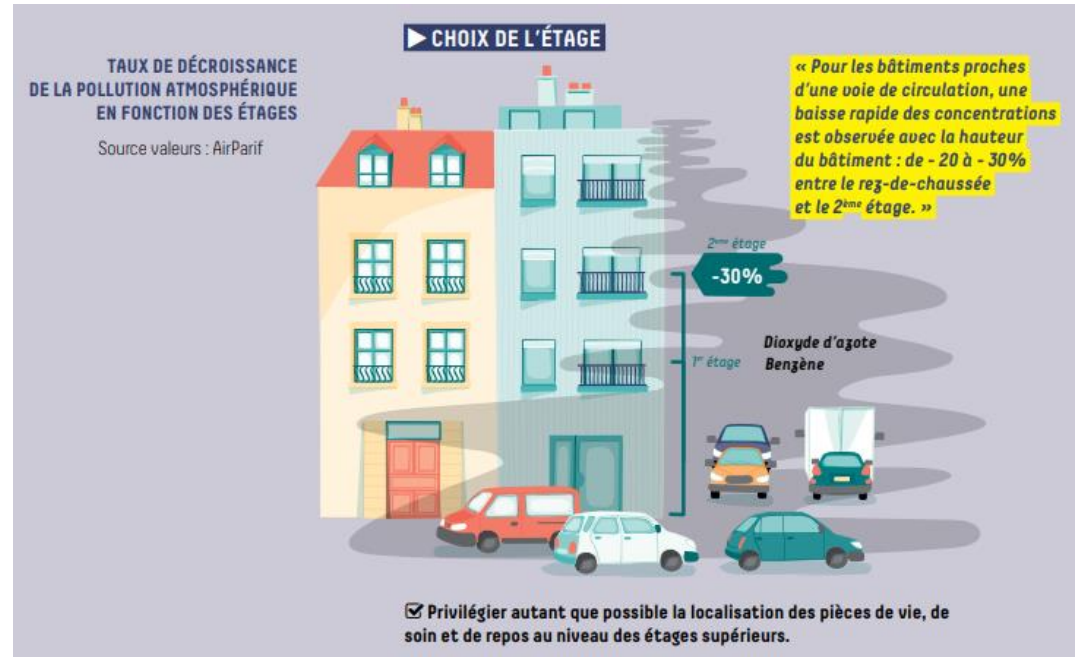


Figure 77 : Taux de décroissance de la pollution atmosphérique en fonction des étages (source infographie: Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

❖ **Adaptation de la morphologie urbaine**

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air pour, soit :

- Favoriser la dispersion des polluants et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations.
 - Éviter la création de rues "canyons" (configurations propices à l'accumulation des polluants et à leur transfert dans les bâtiments).
 - Privilégier des linéaires bâtis discontinus.
 - Privilégier des hauteurs différenciées des constructions (construire en gradin dans le sens du vent avec des rues larges), réfléchir au positionnement des parkings.



Figure 78 : Illustration des morphologies urbaines à éviter / privilégier (source infographie: Atmo Auvergne Rhône-Alpes)

- Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles), afin que les zones à enjeux ou sensibles soient protégées des sources d'émission.

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Les activités polluantes mais également les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs...) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.

Les espaces ouverts (nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) constituent des espaces permettant la circulation de l'air et la dispersion des polluants contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres. Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines.
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, ...). Selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de

Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO₂ et de 1 % pour les PM10.

- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- Les alignements d'arbres ont une capacité de captation mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé).
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes, cela est à prendre en considération dans le choix des espèces (le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes²³).

❖ **Mesures constructives sur les bâtiments et gestion au quotidien**

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou bien lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Les projets ou les opérations de rénovation ou de réhabilitation de bâtiments situés en zone exposée à la pollution doivent faire l'objet d'une réflexion sur l'organisation fonctionnelle du bâtiment et son renouvellement d'air.

Pour limiter la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur, plusieurs recommandations peuvent être faites, visant :

- le positionnement et l'implantation des ouvrants : dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des pièces de vie, comportant des ouvertures généralement plus larges, sur cour, et les pièces de service (buanderie, salle de bain) sur la façade côté voirie. Dans la pratique, ces recommandations peuvent néanmoins être complexes à mettre en œuvre.
- le positionnement des bouches de prises d'air neuf : les règles de l'art applicables aux installations de ventilation mécanique contrôlée du secteur résidentiel sont exposées dans le document technique unifié NF-DTU 68.3. De manière générale, le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment sera préféré, loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée.
- la ventilation : mise en place d'une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double-flux comprenant une filtration de l'air entrant. Deux types de filtres sont généralement installés : un filtre gravimétrique, retenant les pollens et un filtre retenant les poussières fines (taux d'abattement allant jusqu'à 30 % selon les filtres). Ces filtres doivent être changés très régulièrement pour maintenir

l'efficacité du système (1 à 2 fois par an). Cependant, en fonction de la performance des filtres et de la localisation géographique (à proximité immédiate de routes très circulées), ces derniers peuvent vite s'encrasser et doivent être changés à une fréquence plus élevée (tous les 2 à 3 mois). Au-delà du changement de filtre, une VMC double-flux demande un entretien régulier pour éviter qu'elle ne s'encrasse et perde en efficacité (nettoyage des bouches d'extraction, dépoussiérage des bouches de soufflage, et entretien complet tous les trois ans par un professionnel). Les systèmes VMC double-flux sont intrinsèquement très efficaces. Cependant la qualité des installations est encore trop souvent négligée et le changement des filtres peut s'avérer délicat, voire impossible. La mise en œuvre de ces systèmes doit donc être anticipée dès la conception des bâtiments, pour permettre leur entretien.

Pour limiter les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

20.1.3. Compensation

La **pollution atmosphérique** est une nuisance pour laquelle **il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables**.

20.2. SÉQUENCE ERC DANS LE CADRE DU PROJET MARNAZ DE DEMAIN

Compte tenu de la diminution des émissions de polluants atmosphériques et de GES induites par le transport routier sur le réseau d'étude du projet Marnaz de Demain (situation projetée : Marnaz de Demain) et du réseau d'étude retenu pour l'analyse des effets cumulés (situation cumulée : Marnaz de Demain + ZAC ECOTEC) à l'horizon 2044 comparativement à la situation actuelle 2024 ; ainsi que de la diminution des émissions en situation projet Marnaz de Demain comparativement à la situation Fil de l'eau ; il n'est pas préconisé de mesures de réduction des émissions en lien avec le transport automobile.

Néanmoins, dans une démarche volontariste de réduire au maximum les émissions de polluants et de GES sur le quartier, le recours à la plus grande part faisable techniquement et économiquement de développement d'énergies renouvelables peu voire pas émissives pour les systèmes d'approvisionnement en chauffage et eau chaude sanitaire du renouvellement urbain Marnaz de Demain peut être envisagé.

Afin de préserver la qualité de l'air intérieur des bâtiments construits, il est recommandé de positionner les prises d'air neuf le plus loin possible des sources d'émissions routières ou autres sources d'émissions du territoire, dans les limites des contraintes techniques.

²³ <http://www.vegetation-en-ville.org/> (site du RNSA)

CONCLUSION

21. CONCLUSION

La présente étude Air et Santé s’inscrit dans le cadre du projet d’aménagement « Marnaz de Demain » sur le territoire de la commune de Marnaz [Haute-Savoie/74].
L’étude a été menée en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019*, qui est le texte faisant référence dans la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l’air dans les études d’impact.

21.1. CONCLUSION ÉTAT ACTUEL

La zone d’étude s’étend sur le territoire de la commune de Marnaz. Elle est composée principalement de zones d’habitats.
Plusieurs établissements vulnérables à la pollution atmosphérique ont été recensés dans la bande d’étude ou à proximité : crèche, école maternelle, écoles élémentaire et maison de retraite.

D’après l’inventaire des émissions de l’Aasqa Atmo Auvergne Rhône-Alpes, il apparaît que le secteur résidentiel, l’industrie et le trafic routier sont les principaux émetteurs de polluants au sein de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes.

Une campagne de mesures *in situ* a été réalisée sur la période du 09/12/2024 au 05/01/2025. Compte tenu de la durée de la campagne de mesures, les résultats ne peuvent pas être directement comparés aux seuils annuels.
À titre uniquement indicatif, il est possible de constater que les teneurs mesurées sont toutes inférieures à la valeur limite réglementaire annuelle, mais restent supérieures à la recommandation de l’OMS sur l’ensemble de la zone étudiée.
Concernant les particules, les conditions météorologiques ont pu entraîner des dépassements des valeurs limites et des seuils journaliers recommandés par l’OMS pour les particules PM10 et PM2,5.

La cartographie présentée en page suivante synthétise les différents enjeux répertoriés dans la partie « État actuel » du volet Air et Santé :

- Zones présentant un niveau élevé de pollution atmosphérique :
 - Modélisation d’Atmo Auvergne-Rhône-Alpes de l’année 2023 pour les particules PM2,5, ce composé étant un polluant majeur à l’échelle de la zone d’étude ;
- Zones à enjeux en termes de population :
 - Nombre d’habitants par carreau de 200m x 200m dans la zone d’étude ;

- Établissements vulnérables présents dans la bande d’étude ou à proximité ;
- Zones à enjeux en termes de risques par ingestion :
 - Jardin potager recensé dans la bande d’étude des retombées particulaire (aucun).

DOMAINES		Sensibilité
QUALITÉ DE L’AIR		
État actuel de la qualité de l’air	À titre uniquement indicatif en raison de la durée des mesures, il est possible de constater que les teneurs mesurées sont toutes inférieures à la valeur limite réglementaire annuelle, mais restent supérieures à la recommandation de l’OMS sur l’ensemble de la zone étudiée. Concernant les particules, les conditions météorologiques ont pu entraîner des dépassements des valeurs limites et des seuils journaliers recommandés par l’OMS pour les particules PM10 et PM2,5.	Moyen
	Les modélisations 2023 d’Atmo Auvergne-Rhône-Alpes font ressortir que les teneurs respectent les valeurs limites pour le dioxyde d’azote, les particules PM10 et PM2,5 et pour l’ozone, mais peuvent dépasser les valeurs guides de l’OMS.	
Sources d’émission de polluants atmosphériques	Le secteur résidentiel, l’industrie et le trafic routier sont les principaux émetteurs de polluants au sein de la Communauté de Communes Cluses-Arve et Montagnes.	
SANTÉ		
Populations et sites sensibles	Le projet va s’implanter dans une zone urbanisée, principalement composée de zones d’habitats. La densité de population dans la zone d’étude du projet est relativement dense. Plusieurs lieux vulnérables sont identifiés dans la bande d’étude ou à proximité.	Faible à Moyenne

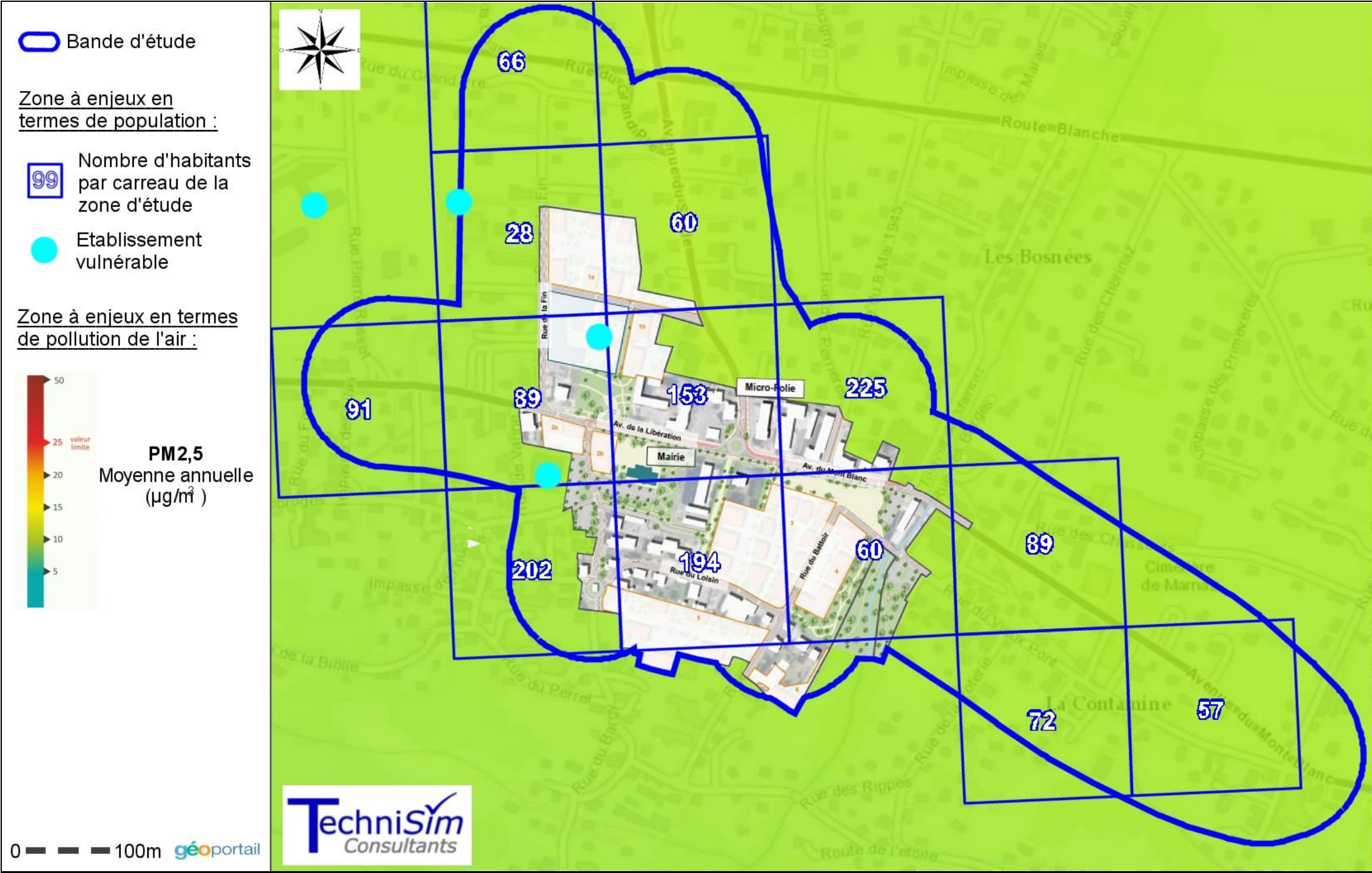


Figure 79 : Synthèse des enjeux

21.2. CONCLUSION ANALYSE DES IMPACTS

Concernant l'étude des impacts, plusieurs scénarios ont été examinés :

- La situation existante pour l'année 2024 ;
- Horizon 2044 : situation sans projet ;
- Horizon 2044 : situation avec projet.

La réalisation du projet de renouvellement urbain Marnaz de Demain à l'horizon 2044 va entraîner une hausse de trafic sur les voies du réseau d'étude par rapport à la situation actuelle 2024 et par rapport à la situation Fil de l'Eau 2044. Cependant, les émissions globales de polluants atmosphérique (en moyenne sur les polluants étudiés) du transport routier sur la zone d'étude seront plus faibles en situation projetée qu'en situation actuelle et Fil de l'eau.

Cette diminution des émissions est en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonées couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations) et ce, malgré la hausse des VK en situations Fil de l'eau et Projetée (la baisse unitaire des émissions des véhicules et la diminution des motorisations thermiques compensent les hausses de trafics sur le réseau d'étude et induisent des effets positifs).

De plus, la réalisation du projet Marnaz de Demain induit une diminution des trafics sur le réseau d'étude comparativement à la situation Fil de l'eau (sans réalisation du renouvellement urbain) et donc une diminution des émissions de polluant set de gaz à effets de serre sur le territoire. La réalisation du renouvellement urbain induit donc des effets positifs à l'échelle du territoire.

Les modélisations effectuées font ressortir que pour tous les scénarios étudiés, les concentrations respectent les valeurs limites réglementaires en air ambiant. Toutefois, les recommandations annuelles et journalières de l'OMS peuvent être dépassées sur la zone d'étude à l'horizon actuel pour le dioxyde d'azote, ainsi que pour les particules PM2,5 pour tous les scénarios.

Également, une EQRS [Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires] a été réalisée au niveau de la zone d'étude du projet. Les quotients de danger de tous les scénarios étudiés sont inférieurs à 1 (seuil d'acceptabilité), et cela, même en les additionnant par organe-cible.

En revanche, sous les hypothèses d'exposition considérées, les taux en particules diesel entraînent des Excès de Risques Individuels supérieurs à la valeur recommandée de 10⁻⁵ pour tous les scénarios examinés.

En tout état de cause, cette situation n'est pas due à la mise en place du projet (légère amélioration par rapport au fil de l'eau) mais à la configuration topographique des environs et à la faible vitesse des vents qui ne permettent pas une bonne dispersion des polluants atmosphériques.

Il convient de rappeler que les hypothèses considérées pour ces scénarios sont majorantes (24 h/j à domicile), et que les ERI cumulés sont compris dans le domaine de vigilance active, et non pas dans le domaine d'action rapide tel que défini par le Haut Conseil de la Santé Publique.

Ainsi, la fréquentation des habitations dans la zone du projet n'occasionnera donc pas de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations.

En conclusion, la réalisation du projet n'est pas de nature à influencer significativement sur la qualité de l'air ambiant (concentrations dans l'air) au niveau de la zone étudiée, ni sur la santé des populations par rapport à la situation au fil de l'eau à l'horizon 2044.

Il est néanmoins à noter que :

- La réalisation du projet engendre une légère diminution de l'exposition des populations riveraines à la pollution atmosphérique par rapport à la situation Fil de l'eau.
- L'exposition des populations à la pollution atmosphérique diminue fortement en situation Projet comparativement à la situation actuelle.

Le tableau en page suivante synthétise les impacts du projet Marnaz de Demain.

Tableau 52 : Synthèse des impacts du projet Marnaz de Demain

THÈMES (sur le réseau d'étude retenu pour l'analyse des impacts du projet Marnaz de Demain)	Évolution des indicateurs Par rapport à la situation actuelle 2024		Impact du projet Marnaz de Demain Par rapport à la situation Fil de l'eau 2044
	Situation Fil de l'eau 2044	Situation Projet 2044	Situation Projet 2044
INDICE VK	Augmentation : +33,8 %	Augmentation : +27,4 %	Diminution : -4,7 %.
CONSOMMATION DE CARBURANT	Augmentation : +5,3 %	Stagnation : 0 %	Diminution : -5,1 %
ÉMISSIONS POLLUANTES	Diminution : -13,5 %	Diminution : -18,0 %	Diminution : -5,2 %
ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	Augmentation : +4,9 %	Diminution : -0,4 %	Diminution : -5,1 %
CONCENTRATION DANS L'AIR AMBIANT	D'après les hypothèses considérées, les concentrations sont globalement maximales pour l'horizon actuel 2024. Les modélisations effectuées font ressortir que pour tous les scénarios étudiés, les concentrations respectent les valeurs limites réglementaires en air ambiant. Toutefois, les recommandations annuelles et journalières de l'OMS peuvent être dépassées sur la zone d'étude à l'horizon actuel pour le dioxyde d'azote, ainsi que pour les particules PM2,5 pour tous les scénarios.		La mise en place du projet n'est pas de nature à entraîner de différence significative des concentrations calculées au niveau de la zone d'étude en comparaison avec la situation au fil de l'eau.
ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]	L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires démontre que les Quotients de Dangers sont inférieurs à la valeur seuil d'acceptabilité du risque pour tous les scénarios étudiés. En revanche, les Excès de Risque Individuel dépassent le seuil recommandé pour tous les scénarios. Cela dit, il faut rappeler que les hypothèses considérées pour ce scénario sont très majorantes, et que les ERI cumulés sont compris dans le domaine de vigilance active, et non pas dans le domaine d'action rapide tel que défini par le haut Conseil de la santé Publique. La fréquentation des habitations de la zone d'étude ne devrait donc pas occasionner de risque inacceptable de survenue de cancer au sein des populations exposées.		
COÛT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE	Augmentation : +62,3 %	Augmentation : +54,4 %	Diminution : -4,9 %
COÛT DES GAZ À EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de gaz à effet de serre augmente pour les scénarios futurs en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Augmentation : +491 %		Diminution : -5,1 %

21.3. CONCLUSION EFFETS CUMULÉS DE LA ZAC ECOTEC AVEC LE
PROJET MARNAZ DE DEMAIN

Selon les données d'entrées estimées pour la ZAC ECOTEC, la finalisation de la programmation de cette dernière (logements) à horizon 2044 (hypothèse) sur le territoire de Marnaz engendrera une augmentation des trafics et des émissions de polluants atmosphériques et de GES sur le réseau d'étude retenu pour l'analyse des effets cumulés comparativement à la situation fil de l'eau 2044 et à la situation avec uniquement le Projet Marnaz de Demain.

Néanmoins les émissions (polluants atmosphériques et GES) cumulées de Marnaz de Demain et de la finalisation de la ZAC ECOTEC à l'horizon 2044 demeurent inférieures (en moyenne sur l'ensemble des polluants étudiés) aux émissions calculées en situation actuelle 2024.

De ce fait, il n'est pas préconisé de mesures de réduction des émissions en lien avec le transport automobile.

Néanmoins, dans une démarche volontariste de réduire au maximum les émissions de polluants et de GES sur le quartier, le recours à la plus grande part faisable techniquement et économiquement de développement d'énergies renouvelables peu voire pas émissives pour les systèmes d'approvisionnement en chauffage et eau chaude sanitaire du renouvellement urbain Marnaz de Demain peut être envisagé.

Afin de préserver la qualité de l'air intérieur des bâtiments construits, il est recommandé de positionner les prises d'air neuf le plus loin possible des sources d'émissions routières ou autres sources d'émissions du territoire, dans les limites des contraintes techniques.

Le tableau suivant synthétise les effets cumulés de la ZAC ECOTEC avec le projet Marnaz de demain.

Tableau 53 : Synthèse des effets cumulés de la finalisation de la ZAC ECOTEC avec la réalisation du projet Marnaz de Demain sur le réseau d'étude retenu pour l'analyse des effets cumulés

THÈMES (sur le réseau d'étude retenu pour l'analyse des effets cumulés de la finalisation de la ZAC ECOTEC avec Marnaz de Demain)	Évolution des indicateurs Par rapport à la situation actuelle 2024			Évolution des indicateurs Par rapport à la situation Fil de l'eau 2044	
	Situation Fil de l'eau 2044	Situation Projet Marnaz de Demain 2044	Situation Cumulée Marnaz de Demain + finalisation de la ZAC ECOTEC 2044	Situation Projet Marnaz de Demain 2044	Situation Cumulée Marnaz de Demain + finalisation de la ZAC ECOTEC 2044
INDICE VK	Augmentation : +17,5 %	Augmentation : +15,5 %	Augmentation : +22,3 %	Diminution : -1,7 %.	Augmentation : +4,1 %
CONSOMMATION DE CARBURANT	Diminution : -4,5 %	Diminution : -6,3 %	Diminution : -1,8 %	Diminution : -1,8 %.	Augmentation : +2,9 %
ÉMISSIONS POLLUANTES	Diminution : -20,9 %	Diminution : -22,3 %	Diminution : -18,9 %	Diminution : -1,8 %.	Augmentation : +2,8 %
ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	Diminution : -4,9 %	Diminution : -6,6 %	Diminution : -2,2 %	Diminution : -1,8 %.	Augmentation : +2,9 %

ANNEXES

ANNEXE N°1 : FICHES DESCRIPTIVES


Point n°1		Marnaz de Demain	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Avenue du Stade		Latitude : N 46,06142° Longitude : E 6,52837°	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 13h57
Distance de la voie la plus proche	2 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h32
Type de support/Hauteur	Panneau de signalisation Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	645,6 h
<div></div> <div></div>			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	176	30,0	-




Point n°2		Marnaz de Demain	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Croisement de la Rue de Loisin et de la Rue du Battoir		Latitude : N 46,05911° Longitude : E 6,52898°	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 14h27
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h34
Type de support/Hauteur	Lampadaire Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	647,1 h
<div></div>			
			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	177	25,2	-
PM10	Micro-capteur du 10/12/24 au 04/01/2025	10,3	
PM2,5		5,2	

Point n°3		Marnaz de Demain	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Rue du Bargy		Latitude : N 46,05910 ° Longitude : E 6,52613 °	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 14h42
Distance de la voie la plus proche	2 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h33
Type de support/Hauteur	Panneau de signalisation Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	646,9 h
<div></div> <div></div>			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	178	24,3	-
NO ₂	179 (blanc)	<0,6	

Point n°4	Marnaz de Demain		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Croisement de l'Avenue de la Libération RD26 et de la Rue de la Fin		Latitude : N 46,06136° Longitude : E 6,52533°	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 15h20
Distance de la voie la plus proche	2 m	Fin de la mesure	05/01/2025 12h49
Type de support/Hauteur	Panneau de signalisation Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	645,5 h
<div></div> <div></div>			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	305	24,5	Écart standard pour la mesure du NO ₂ : 1,6 %
NO ₂	306	25,3	
PM10	Micro-capteur du 09/12/24 au 05/01/2025	10,3	
PM2,5		5,2	

Point n°5	Marnaz de Demain		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Croisement de la Rue du Vieux Pont et de la Rue des Deux Ponts		Latitude : N 46,05989° Longitude : E 6,53083°	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 14h08
Distance de la voie la plus proche	7 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h36
Type de support/Hauteur	Arbre Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	647,5 h
<div></div> <div></div>			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	619	24,1	Écart standard pour la mesure du NO ₂ : 1,1 %
NO ₂	620	23,5	

Point n°6		Marnaz de Demain	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Parc devant le groupe scolaire du Centre		Latitude : N 46,06149° Longitude : E 6,52612°	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 15h15
Distance de la voie la plus proche	35 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h36
Type de support/Hauteur	Panneau Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	646,4 h
<div></div>			
			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	301	24,2	-
NO ₂	302 (blanc)	<0,2	

Point n°7	Marnaz de Demain		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Rue de la Mairie		Latitude : N 46,06026° Longitude : E 6, 52660°	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 14h52
Distance de la voie la plus proche	2 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h34
Type de support/Hauteur	Panneau de signalisation Hauteur : 2,5 m	Durée d'exposition	646,7 h
<div></div>			
			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	303	24,0	-

Point n°8		Marnaz de Demain	
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		Coordonnées GPS WGS 84	
Rue des Allobroges – À proximité d’une crèche		Latitude : N 46,06022° Longitude : E 6,52578°	
Conditions d’exposition			
Type de milieu	Urbanisé	Début de la mesure	09/12/2024 15h02
Distance de la voie la plus proche	1 m	Fin de la mesure	05/01/2025 13h35
Type de support/Hauteur	Panneau de signalisation Hauteur : 2,5 m	Durée d’exposition	646,6 h
<div></div>			
			
Résultats			
Composés mesurés	N° du tube/matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO ₂	304	22,3	-
PM10	Micro-capteur du 09/12 au 31/12/2024	10,3	
PM2,5		5,2	

ANNEXE N°2 : CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DES MESURES *IN SITU*

Les données des paragraphes suivants émanent principalement de la station météorologique de Bonneville-La Foulaz, sise à environ 10 km à l'ouest du projet.

Les données d'ensoleillement proviennent de la station suisse d'Évionnaz située à environ 40 km au nord-est du projet.

❖ Température

Les températures enregistrées lors de la campagne du 09 décembre 2024 au 05 janvier 2025 ont été de 1,0°C en moyenne. Cela est plus froid (-9,8°C) que les températures moyennes annuelles de l'intervalle 1991-2020.

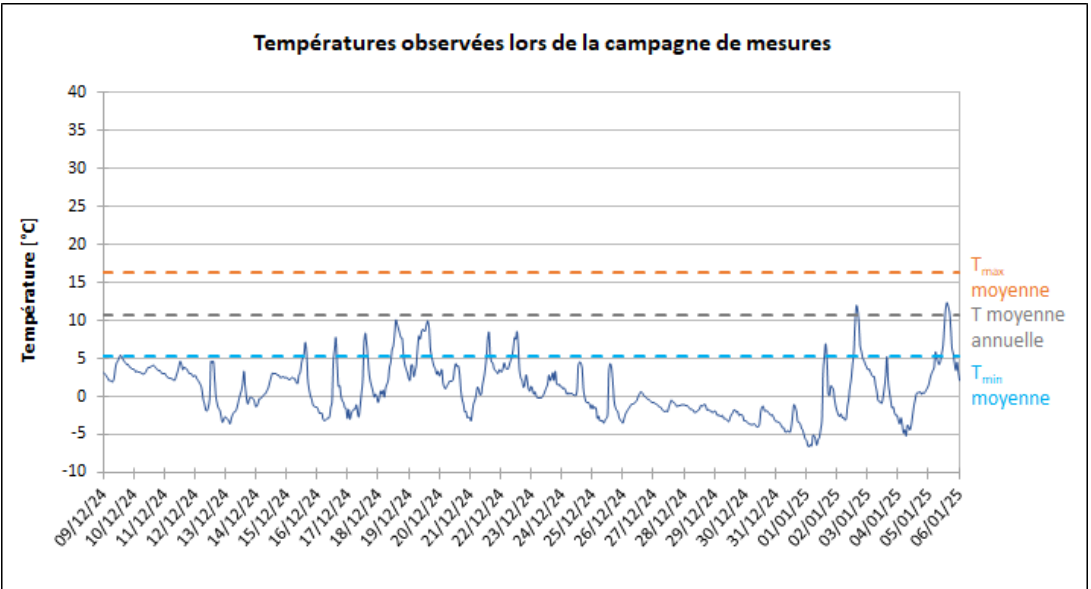


Figure 80 : Températures enregistrées lors de la campagne

❖ Précipitations

Lors des mesures, le cumul des précipitations a été de 77,6 mm sur la période de 28 jours, avec un maximum de 22,6 mm de pluie le 22/12/2024. La pluviométrie sur cette période est similaire à la normale annuelle (+0,5 %) [période 1991-2020].

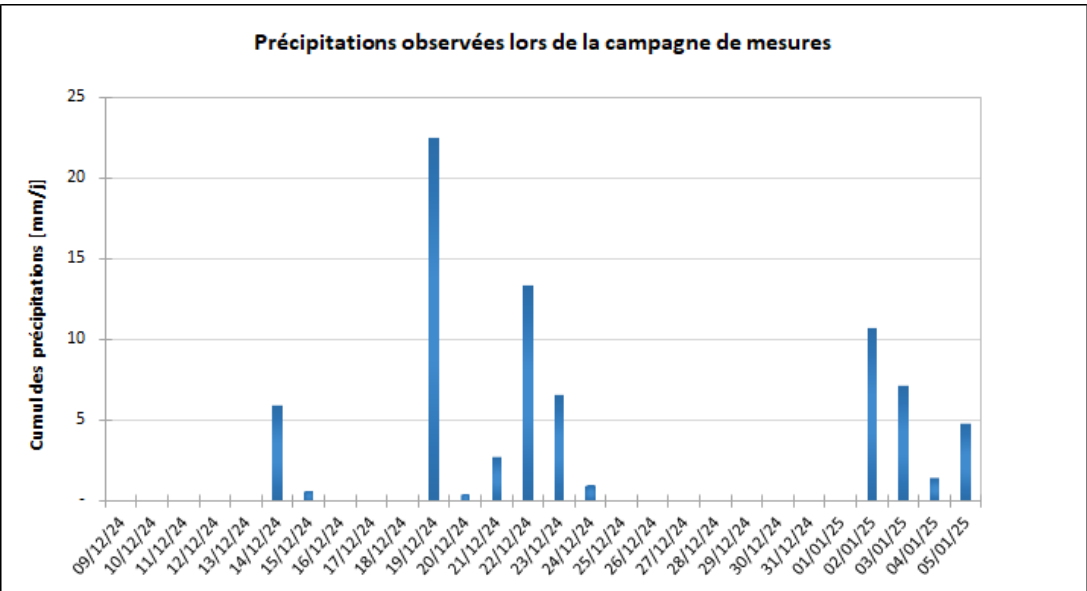


Figure 81 : Précipitations enregistrées lors la campagne

❖ Ensoleillement

Le cumul des heures de bon ensoleillement a été de 71h00 sur la période de 28 jours, soit 02h32 par jour en moyenne. L'ensoleillement sur cette durée est inférieur de -39,8 % à la moyenne annuelle (4h12 par jour) [1991-2020].

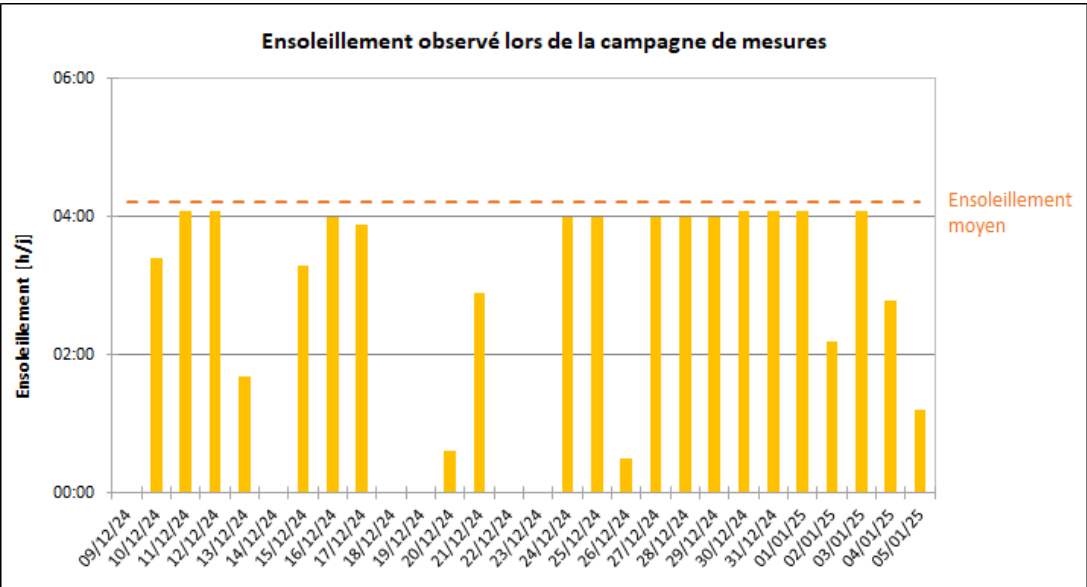


Figure 82 : Ensoleillement enregistré lors la campagne

ANNEXE N°3 : MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

❖ Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO₂ ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

➤ Mesure du dioxyde d'azote (NO₂)

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO₂) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

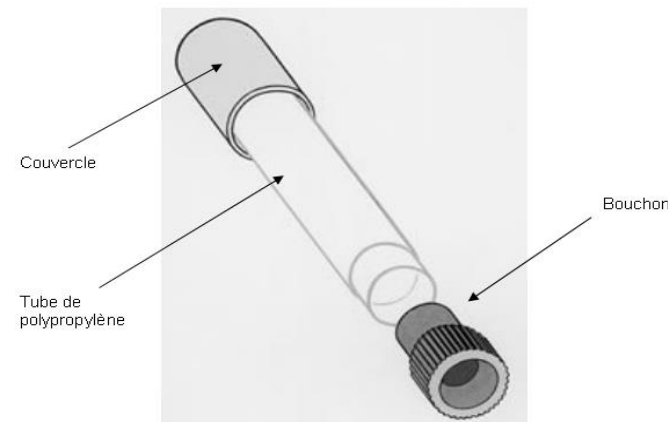


Figure 83 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzman.

L'erreur relative donnée par le laboratoire est en moyenne de 7 %. La limite de détection est de 0,4 µg/m³ lors d'une exposition de quatorze jours.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluide laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12} \frac{dC_{12}}{dl} \quad \text{Équation 1}$$

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm⁻².s⁻¹)
 D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s⁻¹)
 dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion
 C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm⁻³)

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr², avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration {C-C₀} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12} \frac{(C_0 - C).S.t}{L} \quad \text{Équation 2}$$

Où : C : concentration ambiante du gaz 1
 C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif
 $(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12} \frac{S}{L} C.t \quad \text{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \quad \text{Équation 4}$$

Le coefficient de diffusion de NO₂ utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : $D(\text{NO}_2) = 0,154 \text{ cm}^2.\text{s}^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :

Longueur L = 7,116 (± 0,020) cm, Diamètre 2r = 1,091 (± 0,015) cm.

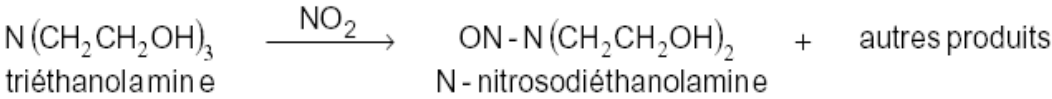
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $\text{cm}^3.\text{s}^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{ech} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

D_{ech} ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D_{12} .

Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO_2 soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO_2 capté et NO_2^- présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO_2 mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :



Après extraction et analyse des ions NO_2^- formés, la concentration en NO_2 (en $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. À titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C. Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un b cher rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 ( ther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles. La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO_2 a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbol s *et al.*, 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;

- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30 μl de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40   50 μl de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule translucide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyl thyl nediamine)   0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agit . Le NO_2^- formé à partir du NO_2 réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphtalène pour former un colorant azo ique (complexe coloré). Après un temps de développement de la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de NaNO_2 , de la forme $A = f([\text{NO}_2^-])$ avec A l'absorbance de la solution et $[\text{NO}_2^-]$ la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution

colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO₂. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO₂⁻ formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

➤ Mesure des particules

❖ Principe des micro-capteurs laser

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules. Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m³, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10 %.

La figure ci-après représente le micro-capteur.

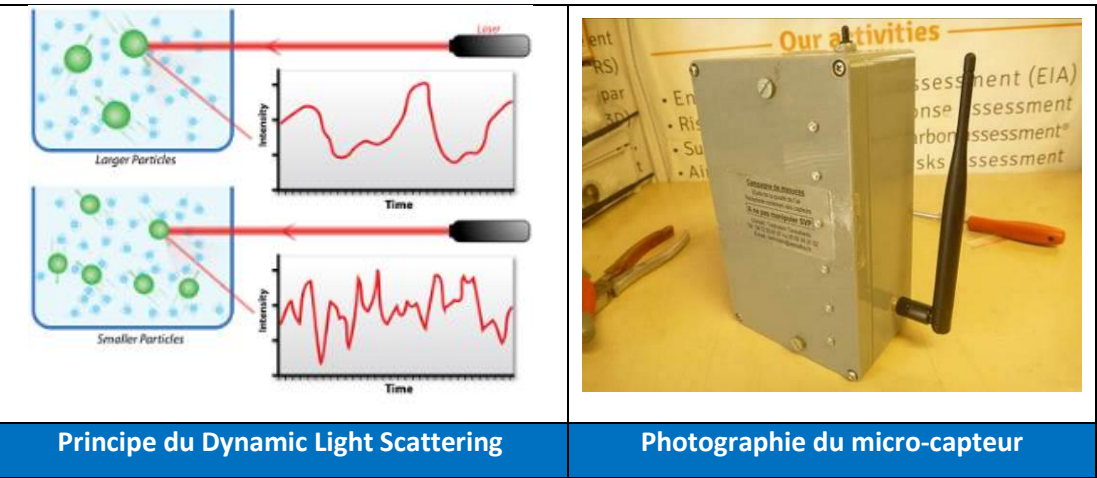


Figure 84 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

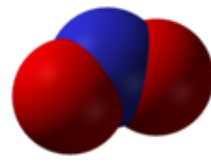
ANNEXE N°4 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESURÉES

❖ Oxydes d'azote [NOx]

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO₂]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques. À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.

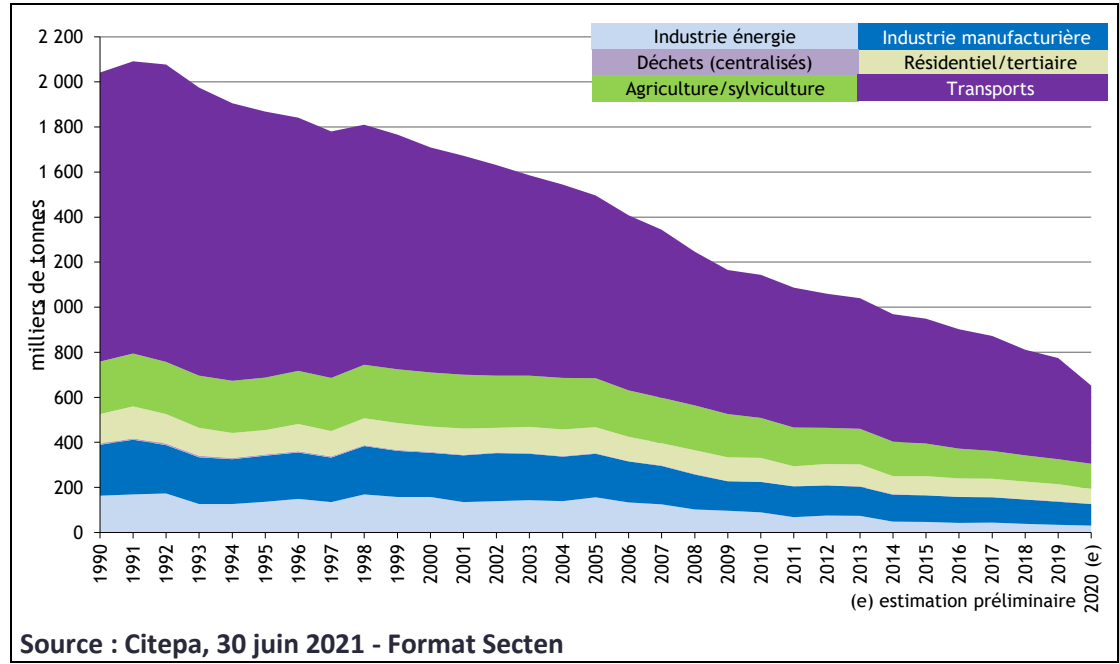


Molécule de monoxyde d'azote



Molécule de dioxyde d'azote

➤ Principales sources d'émission



Les transports sont le 1^{er} secteur émetteur de NOx (449 kt soit 58 % des émissions de la France métropolitaine en 2019) et majoritairement par le transport routier (89 % des émissions de NOx des transports).

Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques.

➤ Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO₂ dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO₂ dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

➤ Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

❖ Particules en suspension PM10 et PM2,5

Les particules sont des entités liquides ou solides en suspension dans l'air (gaz) ; elles forment avec ce dernier un aérosol (gaz + particules en suspension).

Les particules en suspension sont considérées aujourd'hui comme l'un des principaux indicateurs de la qualité de l'air. Elles peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) ou anthropique (combustion incomplète de matières fossiles, transport, agriculture, activités industrielles : sidérurgie, incinération...). Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils.

On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), 2,5 microns (PM2,5) et 1 micron (PM1).

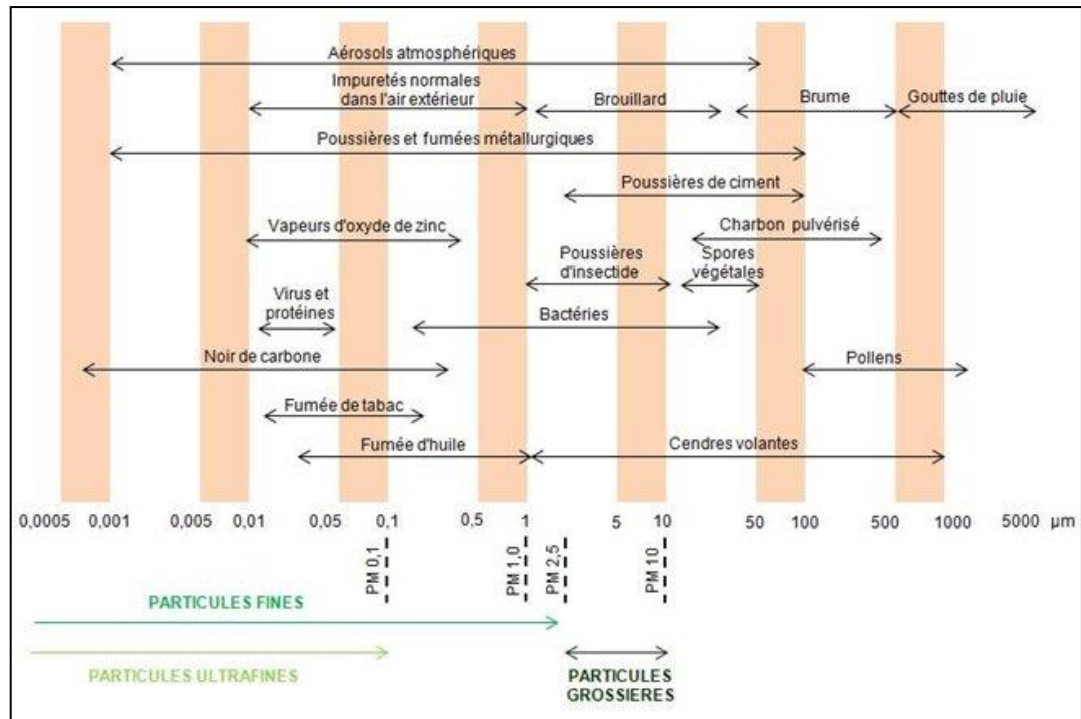
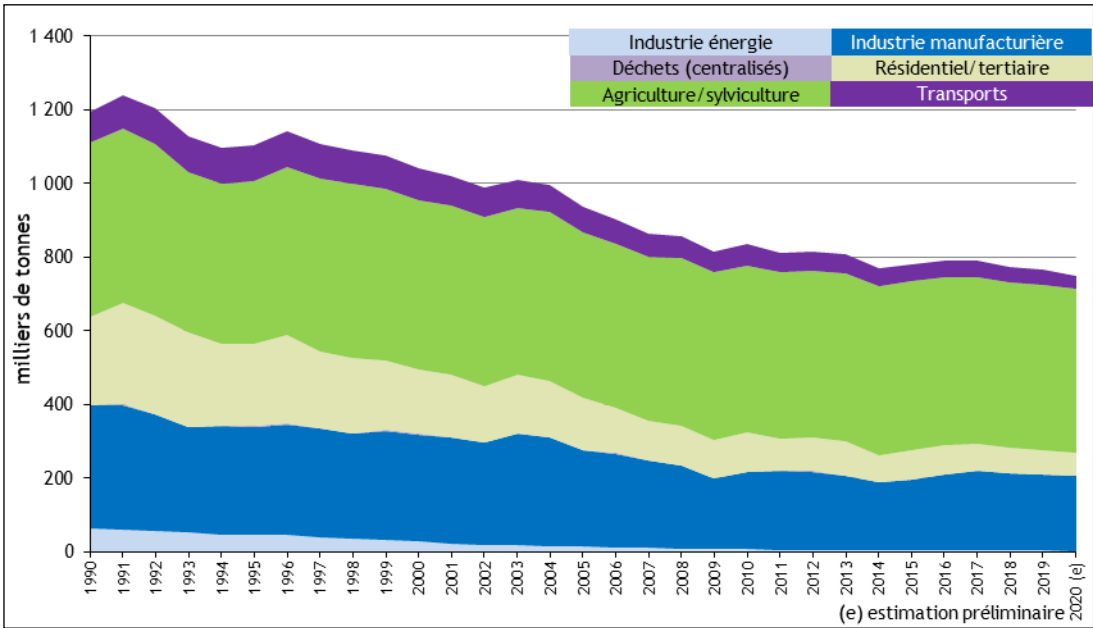


Figure 85 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA)

➤ Principales sources d'émission

Particules totales

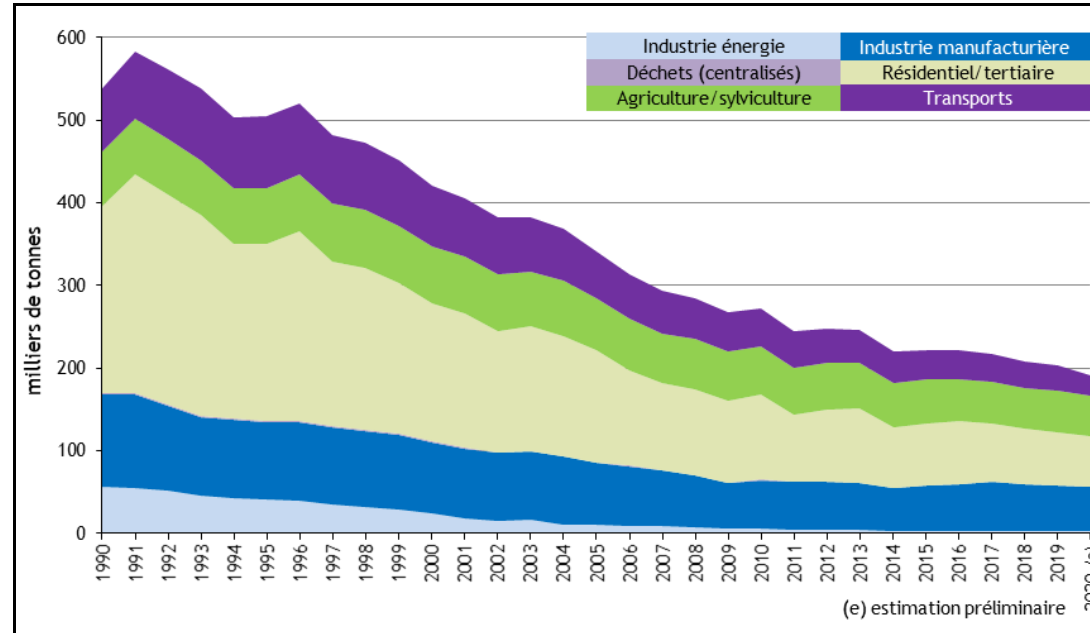


Source : Citepa, 30 juin 2021 - Format Secten

Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2020. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 60 % des émissions de la France métropolitaine en 2020 , notamment du fait des labours des cultures
- l'industrie manufacturière avec 27 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières
- le résidentiel / tertiaire (9 %) du fait de la consommation de bois
- les transports (4 %).

Particules PM10

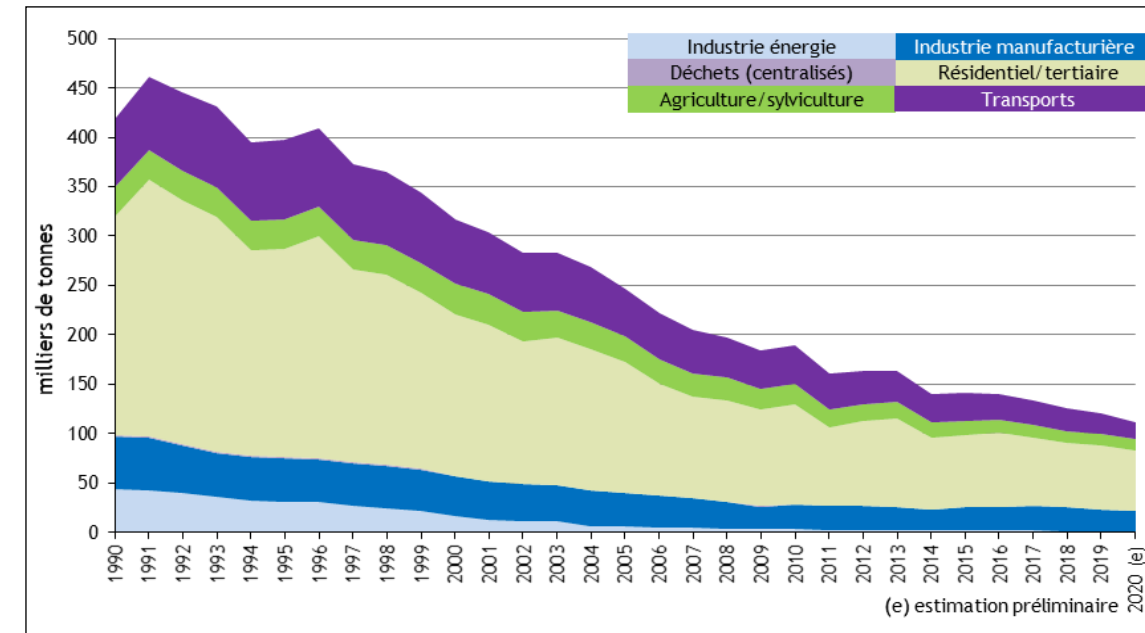


Source : Citepa, 30 juin 2021 - Format Secten

Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2020 sont :

- Le résidentiel / tertiaire (32 %), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul
- L'industrie manufacturière (28 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction
- L'agriculture / sylviculture (26 %), en particulier les élevages et le labour des cultures ;
- Les transports (13 %)
- La transformation d'énergie 1 %.

Particules PM2,5



Source : Citepa, 30 juin 2021 - Format Secten

Les émissions par ordre d'importance en 2020 sont induites par :

- Le résidentiel / tertiaire avec 54 % des émissions totales de la France métropolitaine ;
- L'industrie manufacturière 19 % ;
- Les transports 15 % ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture 11 % ;
- La transformation d'énergie 1 %.

➤ Effets sur la santé

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérogènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°5 : RÉGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Tableau 54 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³ En moyenne horaire : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	En moyenne annuelle : 40 µg/m³	En moyenne horaire : 200 µg/m³	En moyenne horaire : 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	
Oxydes d'azote (NO _x)					En moyenne annuelle (équivalent NO ₂) : 30 µg/m³ (protection de la végétation)
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an En moyenne horaire : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	En moyenne annuelle : 50 µg/m³	En moyenne horaire : 300 µg/m³	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³
Plomb (Pb)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³	En moyenne annuelle : 0,25 µg/m³			
Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³				

Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³ En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	En moyenne annuelle : 30 µg/m³	En moyenne journalière : 50 µg/m³	En moyenne journalière : 80 µg/m³	
Benzène (C ₆ H ₆)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³	En moyenne annuelle : 2 µg/m³			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O ₃)		Seuil de protection de la santé , pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile Seuil de protection de la végétation , AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	En moyenne horaire : 180 µg/m³	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population , en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence , en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives 3e seuil : 360 µg/m³	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans, Cette valeur cible est appliquée depuis 2010
* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures, (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)					

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	En moyenne annuelle : 25 µg/m³ depuis le 01/01/15	En moyenne annuelle : 10 µg/m³	En moyenne annuelle : 20 µg/m³	Concentration initiale	Objectif de réduction	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**
				<= à 8,5 µg/m³	0 %	
				>8,5 et <13 µg/m³	10 %	
				>=13 et <18 µg/m³	15 %	
				>=18 et <22 µg/m³	20 %	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	
* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011						
** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015						

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³
* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10	

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l’air, sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, 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 dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l’intervention de mesures d’urgence ;
- **Valeur cible** : niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère fixé dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l’environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite** : seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

ANNEXE N°6 : LIGNES DIRECTRICES DE L’OMS

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2021 (Concentrations)
PM _{2,5} (µg/m³)	Année	5
	24 heures ^a	15
PM ₁₀ (µg/m³)	Année	15
	24 heures ^a	45
NO ₂ (µg/m³)	Année	10
	24 heures ^a	25
	1 heure	200
O ₃ (µg/m³)	Pic saisonnier ^b	60
	8 heures ^a	100
SO ₂ (µg/m³)	24 heures ^a	40
CO (mg/m³)	24 heures ^a	4

^a 99^{ème} percentile (3 à 4 jours de dépassement par an).

^b Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d’O₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d’O₃ a été la plus élevée.

Contact

TechniSim Consultants

316 Rue Paul Bert
69003 LYON

Tél. : 04 37 69 92 80

Mèl : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

ADDENDA : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.

Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.

Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT ←