



## Projet de Bus à Haut Niveau de Service (B.H.N.S.)

### Dossier d'Enquête Publique

04/07/2024

### Volet H – Étude d'impact

### Pièce H10C - Étude Air et Santé

---

Émetteur : AMO

---



---

N° d'identification

BHNSTPM\_VOLET H\_PIECE H10C\_Etude Air et Sante\_VAc.docx

## REVISION DE CE DOCUMENT

Indice	Date	Pages	Objet de la révision
A	04/07/2024	Toutes	Edition du document
B			
C			
D			
E			
F			
G			

## VALIDATION DU DOCUMENT

Rédaction	Vérification	Validation
GUILLOU Mathis	DIEBER Géraldine	NEDELLEC Carole
Date	Date	Date
04/07/2024	04/07/2024	04/07/2024
Visa	Visa	Visa

## DESTINATAIRES

Nom	Entité
Vincent CHERY	TPM



# SOMMAIRE

<b>1 - PREAMBULE</b> .....	<b>9</b>
1.1 - Objet de l'étude.....	9
1.2 - Rappel réglementaire.....	11
1.3 - Cadre réglementaire de l'étude.....	11
1.3.1 - Niveau de l'étude.....	11
1.3.2 - Contenu de l'étude.....	11
1.3.3 - Horizons d'étude.....	12
1.3.4 - Zone d'étude et bande d'étude.....	12
1.3.5 - Polluants étudiés.....	14
1.4 - Notions générales sur les polluants atmosphériques.....	14
1.4.1 - Origine et toxicité des principaux polluants atmosphériques.....	14
1.4.1.1 - Oxydes d'azote (NOx).....	14
1.4.1.2 - Monoxyde de carbone (CO).....	14
1.4.1.3 - Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM).....	14
1.4.1.4 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	15
1.4.1.5 - Particules en suspension.....	16
1.4.1.6 - Métaux lourds.....	16
1.4.2 - Réglementation dans l'air ambiant.....	16
<b>2 - CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL</b> .....	<b>18</b>
2.1 - Populations et lieux vulnérables.....	18
2.1.1 - Densité de population générale.....	18
2.1.2 - Populations.....	21
2.1.3 - Établissements et autres lieux vulnérables.....	22
2.2 - Émissions polluantes.....	25
2.2.1 - Émissions polluantes à l'échelle de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	25
2.2.1.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO2).....	25
2.2.1.2 - Le dioxyde de soufre (SO2).....	26
2.2.1.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM).....	26
2.2.1.4 - Les particules PM10 et PM2,5.....	27
2.2.1.5 - L'ammoniac (NH3).....	28
2.2.1.6 - Le monoxyde de carbone (CO).....	28
2.2.1.7 - L'ozone (O3).....	29
2.2.2 - Émissions polluantes à l'échelle du département du Var.....	29
2.2.2.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO2).....	29
2.2.2.2 - Le dioxyde de soufre (SO2).....	29
2.2.2.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM).....	30
2.2.2.4 - Les particules PM10 et PM2,5.....	30
2.2.2.5 - L'ammoniac (NH3).....	31
2.2.2.6 - Le monoxyde de carbone (CO).....	32
2.2.3 - Émissions polluantes à l'échelle de l'EPCI et des communes concernées.....	32
2.2.3.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO2).....	32
2.2.3.2 - Le dioxyde de soufre (SO2).....	33
2.2.3.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM).....	34

2.2.3.4 - Les particules PM10 et PM2,5.....	34
2.2.3.5 - L'ammoniac (NH3).....	36
2.2.3.6 - Le monoxyde de carbone (CO).....	37
<b>2.2.4 - Sources d'émissions dans la zone d'étude</b> .....	<b>38</b>
<b>2.3 - Qualité de l'air</b> .....	<b>40</b>
2.3.1 - Surveillance permanente de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	40
2.3.1.1 - Réseau de surveillance.....	40
2.3.1.2 - Qualité de l'air à l'échelle régionale.....	40
2.3.1.3 - Qualité de l'air à l'échelle de la zone d'étude.....	43
2.3.2 - Surveillance permanente dans la zone d'étude.....	45
2.3.3 - Indice ATMO.....	48
2.3.4 - Documents de planification pour l'air et la santé.....	48
2.3.4.1 - Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA).....	48
2.3.4.2 - Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET).....	49
2.3.4.3 - Le Plan de Protection de l'Atmosphère du Var.....	50
2.3.4.4 - Le Plan Climat Énergie Territorial de la Métropole Toulon Provence Méditerranée (PCAET).....	51
2.3.4.5 - Le Plan National et le Plan Régional Santé Environnement (PNSE4 et PRSE3).....	51
2.3.5 - Mesures in situ de la qualité de l'air.....	52
2.3.5.1 - Périodes et moyens de mesures.....	52
2.3.6 - Campagnes de mesures.....	56
2.3.6.1 - Conditions météorologiques.....	56
2.3.6.2 - Validité des points de mesure.....	57
2.3.6.3 - Résultats des campagnes de mesures et interprétation.....	58
2.3.6.4 - Teneurs en particules PM10 et PM2,5.....	63
2.3.6.5 - Teneurs en métaux.....	63
<b>2.4 - Conclusion</b> .....	<b>65</b>
<b>3 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR</b> .....	<b>66</b>
3.1 - Méthodologie.....	66
3.1.1 - Réseau routier et trafics.....	66
3.1.2 - Évaluation des émissions routières.....	69
3.1.3 - Évaluation des teneurs en polluants.....	69
3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air.....	71
3.2.1 - Bilan des émissions routières dans la zone d'étude.....	71
3.2.1.1 - Analyse comparative des bilans des émissions entre l'État initial et l'horizon de mise en service sans projet.....	71
3.2.1.2 - Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon de mise en service.....	73
3.2.1.3 - Analyse comparative des bilans des émissions entre l'horizon de mise en service sans projet et l'horizon de mise en service +20 ans sans projet.....	75
3.2.1.4 - Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon de mise en service +20 ans.....	76
3.2.2 - Évaluation des teneurs dans l'air ambiant.....	80
3.2.2.1 - Cartographies des teneurs en polluants.....	80
3.2.2.2 - Teneurs en polluants dans la bande d'étude.....	86
3.2.2.3 - Comparaison aux normes de qualité de l'air.....	88
3.3 - Conclusion.....	90
<b>4 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS</b> .....	<b>91</b>
4.1 - Méthodologie.....	91
4.2 - Estimation de la population dans la bande d'étude.....	91



4.3 - Résultats de l'IPP .....	91	6.2.5 - Effets sur l'économie.....	113
4.4 - Conclusion de l'IPP .....	95	6.3 - Gaz à effet de serre .....	113
<b>5 - ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES .....</b>	<b>96</b>	6.3.1 - Dérèglement climatique.....	113
5.1 - Rappel méthodologique .....	96	6.3.2 - Actions des GES .....	114
5.2 - Identification des dangers et des scénarios d'exposition .....	96	6.3.3 - Calcul des émissions de GES pour le réseau routier retenu .....	114
5.2.1 - Considérations générales sur les substances et les valeurs toxicologiques de référence.....	96	6.4 - Consommation énergétique.....	115
5.2.2 - Scénario d'exposition .....	97	<b>7 - LES MESURES ET LA DEMARCHE ERC « EVITER, REDUIRE, COMPENSER » .....</b>	<b>116</b>
5.2.3 - Choix des traceurs de risque .....	97	7.1 - Mesures envisagées pour réduire l'impact sur l'air et la santé .....	116
5.2.4 - Choix des relations dose-réponse.....	97	7.1.1 - Les vitesses de circulation .....	116
5.3 - Évaluation de l'exposition des populations .....	98	7.1.2 - Autres mesures de réduction des impacts.....	116
5.3.1 - Paramètres d'exposition .....	98	7.2 - Mesures envisagées en phase chantier .....	117
5.3.2 - Évaluation de l'exposition par inhalation.....	101	<b>8 - MONÉTARISATION ET ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS A LA POLLUTION</b>	
5.3.3 - Évaluation de l'exposition par ingestion.....	103	<b>ATMOSPHERIQUE ET A L'EFFET DE SERRE.....</b>	<b>118</b>
5.3.3.1 - Estimation des concentrations en polluants dans les sols .....	103	8.1 - Méthodologie.....	118
5.3.3.2 - Estimation des doses ingérées.....	104	8.1.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique .....	118
5.4 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition chronique.....	105	8.1.1.1 - Valeurs de référence .....	118
5.4.1 - Caractérisation du risque par inhalation.....	105	8.1.1.2 - Répartition des véhicules et carburants aux horizons de l'étude .....	118
5.4.1.1 - Polluants à effets à seuil.....	106	8.1.1.3 - Répartition de l'urbanisation aux horizons de l'étude .....	118
5.4.1.1 - Polluants à effets sans seuil (risques cancérigènes) .....	107	8.1.1.4 - Croissance du PIB .....	119
5.4.2 - Caractérisation du risque par ingestion.....	107	8.1.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre.....	119
5.4.2.1 - Polluants à effets à seuil.....	108	8.1.2.1 - Valeurs de référence .....	119
5.4.2.1 - Polluants à effets sans seuil .....	109	8.1.2.2 - Coûts de la tonne de CO2 aux horizons d'étude.....	119
5.5 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition aiguë.....	109	8.1.3 - Monétarisation des effets amont-aval.....	119
5.5.1 - Méthodologie .....	109	8.1.4 - Prise en compte des risques .....	119
5.5.2 - Caractérisation du risque sanitaire aigu .....	109	8.2 - Résultats de la monétarisation .....	120
5.6 - Revue des incertitudes.....	109	8.2.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution .....	120
5.6.1 - Facteurs de sous-estimation des risques.....	109	8.2.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre.....	120
5.6.2 - Facteurs de surestimation des risques.....	109	8.2.3 - Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont-aval .....	120
5.6.3 - Facteurs d'incertitude dont l'influence sur le résultat n'est pas connue.....	110	8.2.4 - Synthèse .....	121
5.6.4 - Synthèse des facteurs d'incertitude.....	110	<b>9 - CONCLUSION.....</b>	<b>122</b>
5.7 - Conclusion .....	110	<b>10 - ANNEXES.....</b>	<b>124</b>
<b>6 - EVALUATION DE L'IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT.....</b>	<b>111</b>	10.1 - Données trafics .....	124
6.1 - Pollution sensible .....	111	10.2 - Fiches toxicologiques.....	147
6.1.1 - Odeurs .....	111	10.2.1 - Dioxyde d'azote.....	147
6.1.2 - Transparence de l'air.....	111	10.2.2 - Poussières PM10 et PM2,5.....	147
6.1.3 - Nuages de poussière.....	112	10.2.3 - Benzène .....	148
6.2 - Pollution atmosphérique et environnement.....	112	10.2.4 - 1,3-butadiène .....	148
6.2.1 - Effets sur les sols .....	112	10.2.5 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.....	149
6.2.2 - Effets sur la flore .....	112	10.2.5.1 - Benzo(a)pyrène .....	149
6.2.2.1 - L'ozone .....	112	10.2.5.2 - Acénaphène.....	150
6.2.2.2 - Les pluies acides .....	112	10.2.5.3 - Anthracène .....	150
6.2.2.3 - Les bio-indicateurs.....	112	10.2.5.4 - Benzo(ghi)pérylène.....	150
6.2.3 - Effets sur la faune.....	113	10.2.5.5 - Fluorène.....	151
6.2.4 - Effets sur les bâtiments .....	113		



10.2.5.6 - Fluoranthène.....	151
10.2.5.7 - Phénanthrène.....	151
10.2.5.8 - Pyrène.....	152
<b>10.2.6 - Métaux.....</b>	<b>152</b>
10.2.6.1 - Arsenic.....	152
10.2.6.2 - Chrome.....	153
10.2.6.3 - Nickel.....	153
<b>10.3 - Paramètres physiologiques d'exposition.....</b>	<b>154</b>



## Tableaux

Tableau 1 : Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de la longueur du projet .....	11
Tableau 2 : Critères de détermination de la largeur de la bande d'étude .....	12
Tableau 3 : Critères nationaux de la qualité de l'air .....	17
Tableau 4 : Densité de population des IRIS et des zones d'habitations .....	19
Tableau 5 : Population des IRIS (en nombre d'habitants) .....	21
Tableau 6 : Établissements et lieux vulnérables dans la bande d'étude des communes .....	22
Tableau 7 : Émissions atmosphériques industrielles dans les communes .....	38
Tableau 8 : Concentrations moyennes pour l'année 2022 sur les stations ATMOSud.....	41
Tableau 9 : Moyennes annuelles des polluants mesurés par les stations ATMO sud situées à proximité du projet .....	47
Tableau 10 : Critères de localisation des sites de mesures Egis .....	54
Tableau 11 : Températures et précipitations relevées à la station de Toulon lors de la campagne automnale de mesures comparées aux normales sur 30 ans.....	56
Tableau 12 : Températures et précipitations relevées à la station de Toulon lors de la deuxième campagne de mesures comparées aux normales sur 30 ans.....	57
Tableau 13 : Résultats des mesures – Polluants gazeux .....	59
Tableau 14 : Résultats des mesures en PM10 et PM2,5 .....	63
Tableau 15 : Teneurs en métaux mesurées avec filtres quartz.....	64
Tableau 16 : Teneurs en chrome total et chrome VI mesurées avec filtres PTFE .....	64
Tableau 17 : Résultats des mesures - HAP .....	64
Tableau 18 : Kilométrage parcouru sur le réseau routier retenu (Source : Egis) .....	68
Tableau 19 : Evolution du kilométrage parcouru .....	68
Tableau 20 : Évolution du kilométrage parcouru des VL sur le réseau routier retenu.....	68
Tableau 21 : Évolution du kilométrage parcouru des PL sur le réseau routier retenu .....	69
Tableau 22 : Évolution du kilométrage parcouru des Bus sur le réseau routier retenu .....	69
Tableau 23 : Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique dans ADMS Roads .....	70
Tableau 24 : Répartition des motorisations des bus BHNS aux différents horizons d'étude (Source : Egis) ....	71
Tableau 25 : Hypothèse faite par EGIS pour la Répartition des motorisations des bus BHNS aux différents horizons d'étude (Source : Egis) .....	71
Tableau 26 : Bilan des émissions routières à l'État initial 2022.....	71
Tableau 27 : Bilan des émissions routières au Fil de l'eau 2038 .....	72
Tableau 28 : Bilan des émissions routières en HAP au Fil de l'eau 2038 .....	72
Tableau 29 : Bilan des émissions routières à l'État projeté 2038.....	73
Tableau 30 : Bilan des émissions routières en HAP à l'État projeté 2038.....	74
Tableau 31 : Bilan des émissions routières au Fil de l'eau 2058.....	75
Tableau 32 : Bilan des émissions routières en HAP au Fil de l'eau 2058 .....	75
Tableau 33 : Bilan des émissions routières à l'État projeté 2058.....	76
Tableau 34 : Bilan des émissions routières en HAP à l'État projeté 2058.....	77
Tableau 35 : Évolution des émissions totales par polluant et par état (Source : Egis).....	78
Tableau 36 : Teneurs moyennes et maximales dans la bande d'étude .....	87
Tableau 37 : Comparaison des teneurs maximales aux normes en vigueur sur l'ensemble de la bande d'étude .....	89
Tableau 38 : IPP du dioxyde d'azote dans la bande d'étude .....	94
Tableau 39 : Polluants retenus pour l'évaluation des risques sanitaires.....	97
Tableau 40 : Facteurs d'équivalence toxique .....	98
Tableau 41 : Valeurs Guide pour une exposition chronique par inhalation.....	98
Tableau 42 : VTR pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil .....	98
Tableau 43 : ERU pour une exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil.....	98
Tableau 44 : VTR pour une exposition aiguë par inhalation.....	98
Tableau 45 : VTR pour une exposition chronique par ingestion pour des effets à seuil.....	98
Tableau 46 : ERU pour une exposition chronique par ingestion pour des effets sans seuil .....	98

Tableau 47 : Paramètres d'exposition dans le cadre de l'EQRS pour une exposition par inhalation et par ingestion .....	99
Tableau 48 : Concentrations d'exposition en moyennes annuelles pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition chronique .....	101
Tableau 49 : Concentrations d'exposition en moyennes annuelles en équivalent benzo(a)pyrène pour les HAP par inhalation en exposition chronique .....	102
Tableau 50 : Concentrations maximales d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition aiguë.....	103
Tableau 51 : Flux de dépôts moyen au sol pour les polluants traceurs de risque (en µg/m²/s) .....	104
Tableau 52 : Dose journalière d'exposition des enfants pour les traceurs de risque considérés par ingestion en exposition chronique (mg/kg pc/j) .....	105
Tableau 53 : Concentrations d'exposition par inhalation pour le dioxyde d'azote et les particules vs Valeurs Guides OMS .....	106
Tableau 54 : Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par inhalation.....	107
Tableau 55 : Excès de risque individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par inhalation.....	107
Tableau 56 : Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par ingestion .....	108
Tableau 57 : Excès de Risque Individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par ingestion .....	109
Tableau 58 : Quotient de danger – Exposition aiguë par inhalation.....	109
Tableau 59 : Tableau des principaux PRG à 100 ans.....	114
Tableau 60 : Bilan des émissions des GES du réseau routier étudié (en kg/jour).....	115
Tableau 61 : Évolution des émissions des GES entre les différents scénarios .....	115
Tableau 62 : Consommation énergétique (en kg/jour) .....	115
Tableau 63 : Évolution des consommations énergétiques entre les différents scénarios .....	115
Tableau 64 : Valeurs de référence de la pollution atmosphérique pour le mode routier .....	118
Tableau 65 : Répartition des véhicules et carburants aux horizons de l'étude.....	118
Tableau 66 : Répartition de l'urbanisation dans la bande d'étude .....	118
Tableau 67 : Valeurs de référence de la tonne de dioxyde de carbone .....	119
Tableau 68 : Taux d'évolution du prix en €2018 de la tonne de dioxyde de carbone .....	119
Tableau 69 : Coût de la tonne de CO <sub>2</sub> en €2018.....	119
Tableau 70 : Valeurs tutélaires des émissions atmosphériques en €2010 pour 100 véh.km .....	119
Tableau 71 : Taux d'actualisation des risques liés à la construction.....	120
Tableau 72 : Monétarisation des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique .....	120
Tableau 73 : Monétarisation des coûts collectifs annuels liés à l'effet de serre.....	120
Tableau 74 : Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont-aval .....	120
Tableau 75 : Synthèse des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont-aval .....	121
Tableau 76 : Trafic routier – État initial 2022 .....	124
Tableau 77 : Trafic routier – États fils de l'eau .....	130
Tableau 78 : Trafic routier – États projetés .....	139
Tableau 79 : Présentation de la Valeur Guide pour les effets à seuil par inhalation des NO <sub>x</sub> .....	147
Tableau 80 : Présentation des VTR pour les effets en exposition aiguë pour le NO <sub>2</sub> .....	147
Tableau 81 : Présentation des Valeurs Guide pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique des PM10 et PM2,5 .....	147
Tableau 82 : Présentation des Valeurs Guide des particules pour une exposition aiguë des PM10 et PM2,5 .....	148
Tableau 83 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation du benzène.....	148
Tableau 84 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du benzène .....	148
Tableau 85 : Présentation des VTR par inhalation du 1,3-butadiène .....	149
Tableau 86 : Présentation des ERU par inhalation du 1,3-butadiène .....	149
Tableau 87 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du benzo(a)pyrène .....	149
Tableau 88 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation du benzo(a)pyrène.....	150
Tableau 89 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par ingestion des HAP.....	150
Tableau 90 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du benzo(a)pyrène .....	150
Tableau 91 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion d'acénaphthène .....	150
Tableau 92 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion d'anthracène.....	150
Tableau 93 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du benzo(ghi)préylène .....	151
Tableau 94 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion de fluorène .....	151



Tableau 95 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du fluoranthène.....	151
Tableau 96 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du phénanthrène.....	151
Tableau 97 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du pyrène.....	152
Tableau 98 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation de l'arsenic.....	152
Tableau 99 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation de l'arsenic.....	152
Tableau 100 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du chrome VI.....	153
Tableau 101 : Présentation des ERU pour les effets à seuil par inhalation du chrome VI particulaire.....	153
Tableau 102 : Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du nickel.....	154
Tableau 103 : Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation du nickel.....	154
Tableau 104 : Paramètres physiologiques d'exposition.....	154



## Figures

Figure 1 : Localisation générale du projet (Source : Egis).....	10
Figure 2 : Bande d'étude (Source : Egis) .....	13
Figure 3 : Densité des zones d'habitations (Source : Egis) .....	20
Figure 4 : Établissements et lieux vulnérables dans la bande d'étud (ource : FINESS – Annuaire de l'Éducation Nationale – Sites internet des communes) .....	24
Figure 5 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'oxyde d'azote de la région PACA en 2021 (Source : ATMOsud – Egis).....	25
Figure 6 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de dioxyde de soufre de la région PACA en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	26
Figure 7 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de COVNM de la région PACA en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	26
Figure 8 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM10 de la région PACA en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	27
Figure 9 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM2,5 de la REGION SUD en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	27
Figure 10 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'ammoniac de la REGION SUD en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	28
Figure 11 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de monoxyde de carbone de la région sud en 2021 (Source : ATMO sud – Egis).....	28
Figure 12 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'oxydes d'azote du Var en 2021	29
Figure 13 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de dioxyde de soufre du Var en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	29
Figure 14 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de COVNM du Var en 2021 .....	30
Figure 15 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM10 du Var en 2021 .....	30
Figure 16 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM2,5 du Var en 2021 .....	31
Figure 17 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'ammoniac du Var en 2021 .....	31
Figure 18 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de monoxyde de carbone du Var en 2021 .....	32
Figure 19 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'oxydes d'azote de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	32
Figure 20 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'oxydes d'azote des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	33
Figure 21 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de dioxyde de soufre de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	33
Figure 22 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de dioxyde de soufre des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	33
Figure 23 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de COVNM de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	34
Figure 24 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de COVNM des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	34
Figure 25 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM10 de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	35
Figure 26 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM10 des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	35
Figure 27 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM2,5 de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	35
Figure 28 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de PM2,5 des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	36
Figure 29 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'ammoniac de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis) .....	36
Figure 30 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions d'ammoniac des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	36
Figure 31 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de monoxyde de carbone de la Métropole Toulon Provence Méditerranée en 2021 (Source : ATMO sud – Egis).....	37
Figure 32 : Contribution des différents secteurs d'activité aux émissions de monoxyde de carbone des communes retenues en 2021 (en kg) (Source : ATMO sud – Egis) .....	38
Figure 33 : Sources d'émissions atmosphériques (Source : Ministère de la transition écologique et solidaire – Géorisques – BD Topo IGN – Egis) .....	39
Figure 34 : Réseau de surveillance de la qualité de l'air dans la région PACA .....	40
Figure 35 : Évolution des concentrations des polluants réglementés par rapport à l'année 2000 (Source : ATMO SUD) .....	40
Figure 36 : Estimation des niveaux de concentration en dioxyde d'azote dans la région PACA en 2021 (Source : Atmo Sud) .....	42
Figure 37 : Estimations des Niveaux de concentration en PM10 dans la région PACA en 2021 (Source : ATMO sud) .....	43
Figure 38 : Estimations des Niveaux de concentration en PM2,5 dans la région PACA en 2021 .....	43
Figure 39 : Estimation des Niveaux de concentration en ozone le 26 <sup>ème</sup> jour moyen (sur 8h) dans la région PACA en 2021 .....	43
Figure 40 : Estimation des Niveaux de concentration en dioxyde d'azote à l'échelle de la zone d'étude .	44
Figure 41 : Estimation des Niveaux de concentration en PM10 à l'échelle de la zone d'étude.....	44
Figure 42 : Estimation des Niveaux de concentration en PM2,5 à l'échelle de la zone d'étude.....	44
Figure 43 : Estimation des Niveaux de concentration en ozone à l'échelle de la zone d'étude .....	44
Figure 44 : Stations de mesures ATMO sud (Source : ATMO Sud) .....	46
Figure 45 : Correspondance entre concentrations en polluants et indices ATMO .....	48
Figure 46 : Indice ATMO à Toulon en 2022 .....	48
Figure 47 : Réduction des émissions par rapport à 2005 .....	49
Figure 48 : Amélioration de la qualité de l'air.....	49
Figure 49 : Territoire couvert par le PPA du Var (source : PPA 83 – Objectifs 2025) .....	50
Figure 50 : Disposition des capteurs de dioxyde d'azote et de benzène dans le boîtier (Source : Egis).....	52
Figure 51 : PARTISOL PLUS 2025i BaP (Source : EcoMesure).....	53
Figure 52 : Plan d'échantillonnage (Source : Egis).....	55
Figure 53 : Roses des vents lors de la campagne de mesures automnale sur la station de Toulon .....	56
Figure 54 : Rose des vents moyenne 30 ans sur la station de Toulon.....	57
Figure 55 – Roses des vents lors de la deuxième campagne de mesures sur la station de Toulon .....	57
Figure 56 : Résultats des mesures moyennes en dioxyde d'azote des campagnes de mesures (Source : Egis – Passam) .....	60
Figure 57 : Résultats des mesures en benzène lors des campagnes de mesures .....	61
Figure 58 : Résultats des mesures en 1,3 Butadiène lors des campagnes de mesures .....	61
Figure 59 : Résultats des campagnes de mesures – concentrations moyennes (Source : Egis) .....	62
Figure 60 : Réseau routier retenu (Source : Egis) .....	67
Figure 61 : Évolution du kilométrage parcouru (Source : Egis) .....	68
Figure 62 : Teneurs en dioxyde d'azote – État initial 2022 (Source : Egis) .....	81
Figure 63 : Teneurs en dioxyde d'azote – Fil de l'eau 2038 (Source : Egis) .....	82
Figure 64 : Teneurs en dioxyde d'azote – État projeté 2038 (Source : Egis) .....	83
Figure 65 : Teneurs en dioxyde d'azote – Fil de l'eau 2058 (Source : Egis) .....	84
Figure 66 : Teneurs en dioxyde d'azote – État projeté 2058 (Source : Egis) .....	85
Figure 67 : Teneurs moyennes en NO <sub>2</sub> avec la part du trafic et du bruit de fond (Source : Egis) .....	88
Figure 68 : IPP du dioxyde d'azote dans la bande d'étude (Source : Egis) .....	95
Figure 69 : Points récepteurs .....	100
Figure 70 : Comparaison de situation sans et avec une pollution provoquant un smog à Paris (Source : Carlos Moreno) .....	111
Figure 71 : Ré-envol des résidus de stockage d'une usine de production d'alumines.....	112
Figure 72 : Impact foliaire de l'ozone (Source : Atmo Nouvelle-Aquitaine) .....	112
Figure 73 : Impact des pluies acides sur une forêt de conifères .....	112
Figure 74 : Impact de la pollution atmosphérique sur les matériaux (Source : Airparif).....	113
Figure 75 : Émissions de NO <sub>x</sub> d'un véhicule léger en fonction de la vitesse.....	116
Figure 76 : Émissions de NO <sub>x</sub> d'un poids lourd en fonction de la vitesse .....	116



# 1 - PREAMBULE

---

## 1.1 - Objet de l'étude

---

Le présent document a pour objet l'état initial de la qualité de l'air dans le cadre de l'étude du BHNS de la métropole toulonnaise. Ce projet est localisé dans la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, au cœur du département du Var et de la Métropole Toulon Provence Méditerranée. Il concerne directement les communes de :

- La Garde ;
- Ollioules ;
- La Seyne-sur-Mer ;
- Toulon
- La Valette-du-Var.

Ce projet est localisé sur la Figure 1.



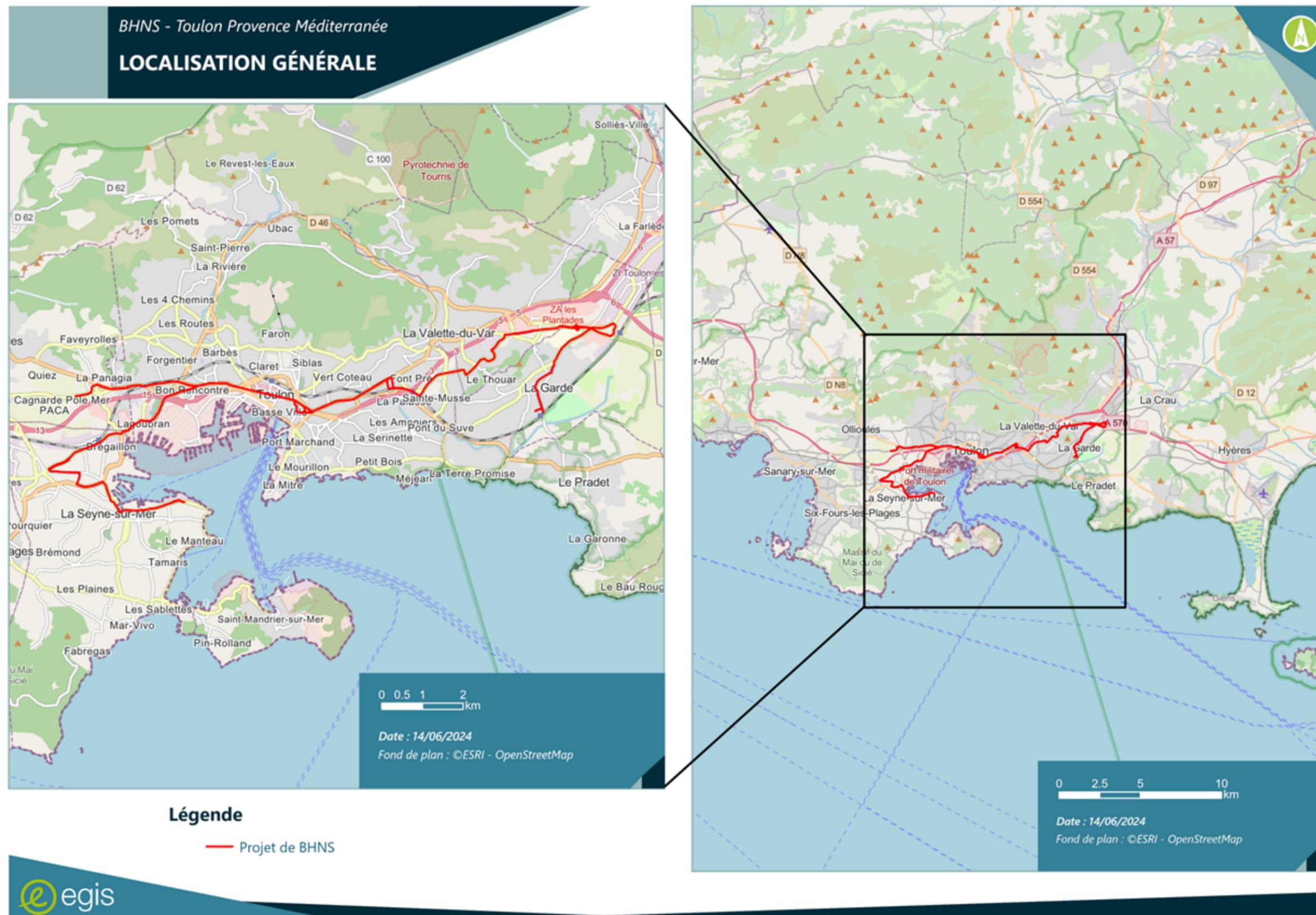


FIGURE 1 : LOCALISATION GÉNÉRALE DU PROJET (SOURCE : EGIS)



## 1.2 - Rappel réglementaire

En matière de pollution atmosphérique, la réglementation française est transcrite au travers de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi LAURE) du 30 décembre 1996, codifiée aux articles L.220-1 et L.220-2 du Code de l'Environnement, qui définit « le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ».

La méthodologie des études air et santé des études d'impact s'inscrit dans le référentiel réglementaire et s'appuie sur les documents suivants :

- Le Code de l'Environnement, avec en particulier :
  - l'article L.122-1 (partie législative) imposant que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact ;
  - l'article R.122-5 (partie réglementaire) décrivant le contenu attendu d'une étude d'impact et prévoyant qu'une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement soit réalisée, en particulier sur l'air et la santé. Ainsi, conformément à cet article, le volet « air et santé » des études environnement doit fournir dans le cadre des études préalables les éléments techniques nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact présentée à l'enquête publique ;
- La circulaire Direction Générale de la Santé (DGS) n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- La directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et à un air pur pour l'Europe et qui fusionne les Directives 1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE ;
- L'avis de l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012 ;
- Le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – InVS - février 2000 ;
- Le guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) – 2021 ;
- Le guide de recommandations sur l'échantillonnage spatial intitulé « Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs des campagnes », Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) – 2007 ;
- La note de la DGS n°2014-307 du 31 octobre 2014 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 relative à l'évaluation des projets de transport, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) – 27 juin 2014 ;
- L'étude d'impact - Projets d'infrastructures linéaires de transport – Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – décembre 2020 ;
- L'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – DGITM – 8 novembre 2018 ;
- La note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019.

## 1.3 - Cadre réglementaire de l'étude

### 1.3.1 - Niveau de l'étude

La note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA fixent le cadre et le contenu des études air et santé en fonction des enjeux du projet, selon quatre niveaux d'études (I à IV). L'étude de niveau I a le contenu le plus détaillé. Ces niveaux sont définis en fonction des trafics attendus à terme sur l'infrastructure et de la densité de population à proximité de celle-ci (cf. Tableau 1).

Compte-tenu des trafics attendus (> 50 000 véh/j à terme) sur le réseau routier retenu en lien avec le projet de BHNS de TPM (cf. chapitre 3.1.1 - Réseau routier et trafics) et de la densité de population dans la bande d'étude (bâti avec une densité maximum supérieure à 10 000 habitants/km<sup>2</sup> – cf. chapitre 2.1 - Populations et lieux vulnérables), la note méthodologique suscitée préconise la réalisation d'une étude air et santé de niveau I.

Densité dans la bande d'étude	Trafic à l'horizon d'étude			
	>50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
<b>Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km<sup>2</sup></b>	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
<b>Bâti avec densité &gt; 2 000 et &lt; 10 000 hab/km<sup>2</sup></b>	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
<b>Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km<sup>2</sup></b>	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
<b>Pas de bâti</b>	III	III	IV	IV

Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

TABLEAU 1 : NIVEAU D'ETUDE EN FONCTION DU TRAFIC, DE LA DENSITE DE POPULATION ET DE LA LONGUEUR DU PROJET

### 1.3.2 - Contenu de l'étude

Conformément à la note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique relatifs aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières du CEREMA, l'étude air et santé comprend :

- la **caractérisation de l'état initial** de la zone d'étude, avec notamment des mesures in-situ de la qualité de l'air ;
- l'**évaluation de l'impact du projet** sur la qualité de l'air avec :
  - une estimation des émissions polluantes induites par le trafic routier (conformément à la méthodologie COPERT) ;
  - une estimation des teneurs en polluants dans la bande d'étude (modélisation gaussienne de la dispersion atmosphérique des émissions des polluants avec le modèle ADMS Road) ;
- l'**évaluation de l'exposition des populations** résidant dans la bande d'étude à l'aide de l'Indice Pollution Population (IPP) ;



- l'évaluation quantitative des risques sanitaires sur les populations riveraines ;
- D'une **analyse portant sur les effets directs et indirects d'autres critères** tels que :
  - La pollution sensible : odeurs, transparence de l'air, nuages de poussières, etc. ;
  - Les impacts de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments... ;
  - Les émissions de GES ;
  - La consommation énergétique ;
- Des propositions, le cas échéant, de **mesures réductrices et compensatoires** en phase d'exploitation et en phase chantier ;
- Une analyse des effets induits du projet sur l'ensemble de l'aire d'étude (amélioration-dégradation) sous la forme d'une **analyse des coûts collectifs** de l'impact sur la qualité de l'air et l'effet de serre et des **avantages / inconvénients induits pour la collectivité** (destinée à alimenter le volet socio-économique de l'étude).

### 1.3.3 - Horizons d'étude

D'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, l'étude air et santé est menée pour cinq scénarios situés à trois horizons d'étude différents. Ces scénarios sont usuellement nommés :

- la situation actuelle, nommée État initial – année 2021 ;
- la situation sans projet à l'horizon de mise en service, nommée Fil de l'eau de l'année 2038 ;
- la situation avec projet à l'horizon de mise en service, nommée État projeté de l'année 2038 ;
- la situation sans projet à l'horizon de mise en service +20 ans, nommée Fil de l'eau de l'année 2058 ;
- la situation avec projet à l'horizon de mise en service +20 ans, nommée État projeté de l'année 2058.

L'état au fil de l'eau correspond à un horizon lointain dans l'hypothèse où le projet envisagé ne serait pas réalisé et considérant les autres évolutions prévisibles des infrastructures. L'état projeté correspond au même horizon lointain avec la réalisation du projet.

La comparaison des résultats obtenus pour ces cinq scénarios permet d'apprécier l'impact du projet sur la qualité de l'air et sur la santé à échéance de sa mise en service et son exploitation.

### 1.3.4 - Zone d'étude et bande d'étude

Conformément à la note technique et au guide méthodologique précités, la zone d'étude et le réseau routier étudié sont déterminés par le projet et par le réseau routier subsistant, du fait de la réalisation du projet, une variation (augmentation ou diminution) de trafic, supérieure à 10% pour les tronçons dont le trafic est supérieur à 5 000 véh/jour à l'horizon de mise en service. Pour les tronçons dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour, la variation retenue est de 500 véhicules minimum (en valeur absolue). En milieu urbain, la règle des ±10 % peut être appliquée sur l'heure de pointe la plus chargée du matin ou du soir (HPM ou HPS).

Le réseau routier retenu contient également les projets d'infrastructure routière existants ou approuvés, présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont pas impactants pour le projet ou, impactés par celui-ci.

Une bande d'étude sera définie autour de chaque voie du réseau routier retenu. La largeur de la bande d'étude est réglementairement comprise entre 100 et 300 m de part et d'autre des axes routiers (bande d'étude de 200 à 600 m de large) pour les polluants gazeux et de 100 m de part et d'autre des axes routiers (bande d'étude de 200 m de large) pour les polluants particuliers, comme il est précisé dans le Tableau 2. L'étude peut ainsi être réalisée suivant deux

largeurs de bande distinctes.

TMJA à l'horizon d'étude	Largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe
> 50 000 véh	300 m
de 25 000 à 50 000 véh	200 m
de 10 000 à 25 000 véh	150 m
≤ 10 000 véh	100 m

Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

TABLEAU 2 : CRITERES DE DETERMINATION DE LA LARGEUR DE LA BANDE D'ETUDE

Au regard des données de trafic cf. 3.1.1 - Réseau routier et trafics), la bande d'étude des polluants gazeux possède une largeur de 600 m, centrée sur les axes routier (300 m de part et d'autre de l'axe). La bande d'étude des polluants particuliers possède une largeur de 200 m et est centrée sur les axes routiers (100 m de part et d'autre de l'axe). La zone d'étude et les deux bandes d'étude sont représentés sur la Figure 2 . Les bandes d'étude sont définies autour du réseau routier retenu présenté dans le chapitre 3.1.1 - Réseau routier et trafics



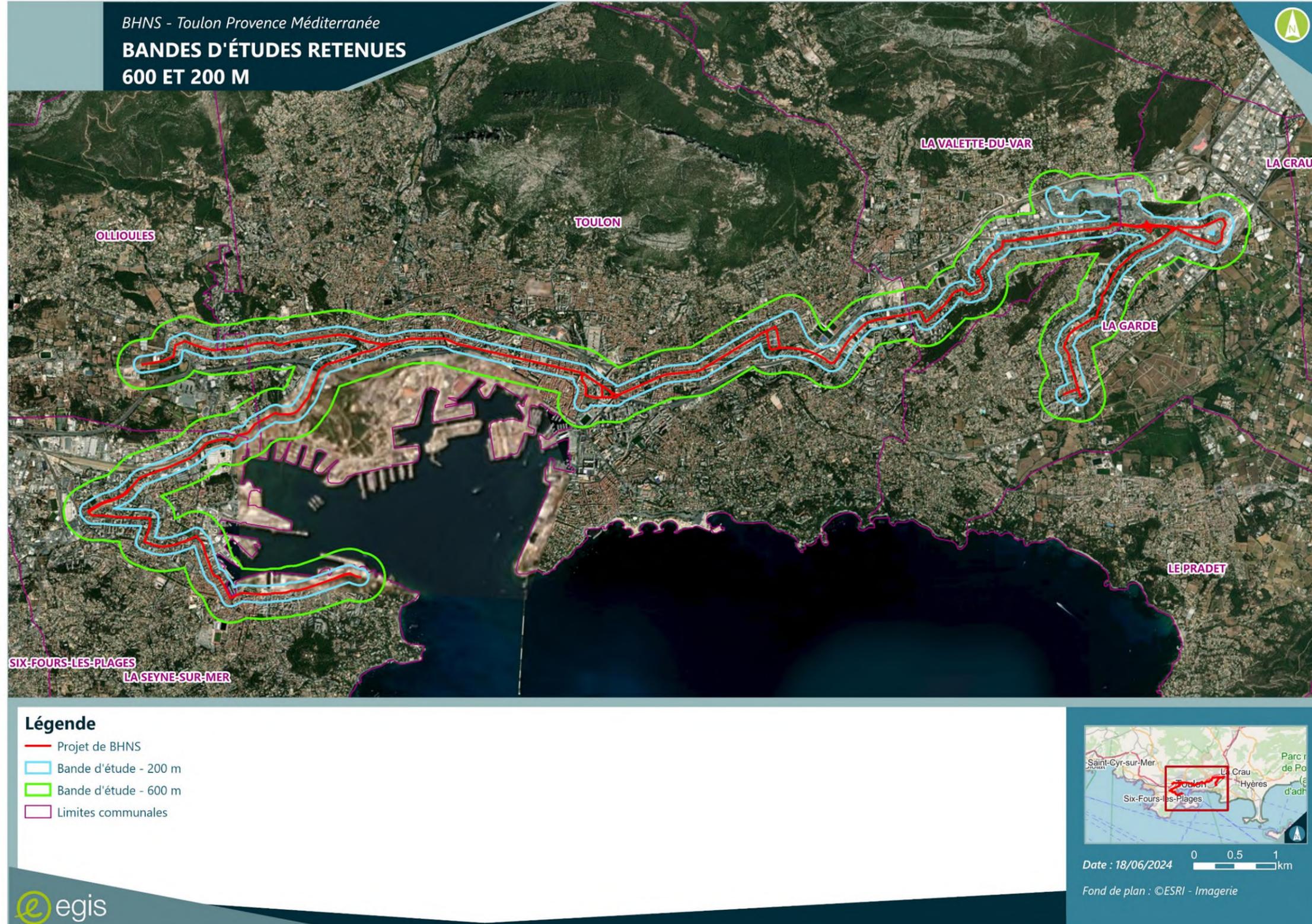


FIGURE 2 : BANDE D'ÉTUDE (SOURCE : EGIS)



### 1.3.5 - Polluants étudiés

Conformément à la note technique et au guide méthodologique précités, les polluants suivants sont retenus pour l'étude, à savoir :

- Les oxydes d'azote – NOx (plus particulièrement le dioxyde d'azote – NO<sub>2</sub>) ;
- Les particules PM10 et PM2,5 ;
- Le monoxyde de carbone – CO ;
- Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques – COVNM ;
- Le benzène – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ;
- Le 1,3 butadiène ;
- Le dioxyde de soufre – SO<sub>2</sub> ;
- Trois métaux : l'arsenic – As, le nickel – Ni, le chrome - Cr;
- Le benzo[a]pyrène, représentant de la famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Il convient d'ajouter 15 HAP (en plus du benzo(a)pyrène) :

- Acénaphthène ;
- Acénaphthylène ;
- Anthracène ;
- Benzo(a)anthracène ;
- Benzo(b)fluoranthène ;
- Benzo(k)fluoranthène ;
- Benzo(ghi)pérylène ;
- Chrysène ;
- Dibenzo(a,h)anthracène ;
- Fluorène ;
- Fluoranthène ;
- Indéno(1,2,3-cd)pyrène ;
- Phénanthrène ;
- Pyrène ;
- Benzo(j)fluoranthène.

## 1.4 - Notions générales sur les polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont donc choisis parce qu'ils sont caractéristiques d'un type de pollution (industrielle, routière, etc.) et parce que leurs effets nuisibles sur l'environnement et/ou la santé sont avérés.

Ce paragraphe rappelle successivement les sources et les effets sanitaires des principaux polluants atmosphériques,

puis la réglementation relative à la qualité de l'air ambiant.

### 1.4.1 - Origine et toxicité des principaux polluants atmosphériques

#### 1.4.1.1 - Oxydes d'azote (NOx)

Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) sont formés lors des processus de combustion, par oxydation de l'azote contenu dans le combustible et par quelques processus industriels. Lors de la combustion, la proportion entre le NO (monoxyde d'azote) et le NO<sub>2</sub> (dioxyde d'azote) varie en fonction du procédé et, notamment, de la température. Le NO, qui est émis majoritairement, s'oxyde en NO<sub>2</sub> et ce, d'autant plus rapidement que la température est élevée. Dans l'air ambiant, le NO<sub>2</sub> est également formé à partir des émissions de NO. Cette transformation chimique est étroitement dépendante de la présence d'ozone.

Les principales sources d'oxydes d'azote sont le transport routier et les installations de combustion. Le pot catalytique a permis depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de la forte augmentation du trafic et de la durée de renouvellement du parc automobile. De plus, les véhicules diesel, en forte progression ces dernières années, rejettent davantage de NOx que les véhicules essences. Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur du transport routier.

Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO<sub>2</sub>. À des fortes teneurs (supérieures à 200 µg/m<sup>3</sup>), sur des courtes durées, le dioxyde d'azote est un gaz toxique entraînant une inflammation importante des voies respiratoires. Le NO n'est pas considéré comme un polluant nuisible pour la santé.

#### 1.4.1.2 - Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone se forme lors des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul, bois). Ces principales sources sont le trafic routier et le chauffage résidentiel.

Le monoxyde de carbone agit comme un gaz asphyxiant. À des fortes teneurs et en milieu confiné, il se combine avec l'hémoglobine du sang empêchant l'oxygénation de l'organisme. Il peut alors causer des intoxications (maux de tête, vertiges, voire coma) et peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations élevées.

#### 1.4.1.3 - Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les COVNM regroupent un ensemble de composés formés d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures), associés parfois à d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, les halogènes (brome, chlore, fluor, etc.), le phosphore ou l'oxygène. Ces composés se caractérisent par une grande volatilité dans les conditions normales de température et de pression.

Ils proviennent des transports et de nombreux procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants, imprimerie, etc.) mais également d'usages domestiques (utilisation de solvants, application de peinture).

Leurs effets sont très divers selon la nature des composés : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des voies respiratoires, une diminution de la capacité respiratoire, ou des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (formaldéhyde, benzène, etc.).

Le **benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)** est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Il peut être d'origine naturelle (volcans, feux de forêts, pétrole ou gaz naturel), mais il a surtout une origine anthropique (gaz d'échappement, manufactures, industrie, fumée de tabac). Il est émis majoritairement par le trafic routier, notamment les véhicules à motorisation essence dont les deux roues motorisées.

Le benzène est classé parmi les « cancérigènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë groupe I, Classification du CIRC). Sa toxicité hématologique par atteinte de la moelle osseuse est connue depuis longtemps. Elle touche toutes les lignées sanguines et peut se manifester par une anémie ou, plus rarement, une polyglobulie (lignée des globules rouges), une leucopénie ou parfois une hyperleucocytose (globules blancs) ou une thrombopénie



(plaquettes).

Le **1,3-butadiène (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>)** est un gaz incolore, d'odeur légèrement aromatique (semblable à celle de l'essence automobile). Il est présent en faible quantité lors des opérations de raffinage du pétrole, lors des pleins d'essence et de GPL, les gaz d'échappement des véhicules et la fumée des cigarettes. Il se retrouve en quantité plus importante dans l'industrie des matières plastiques (caoutchoucs synthétiques, résines, peintures et revêtements, etc.).

L'exposition aiguë par inhalation massive de ce gaz peut provoquer des irritations respiratoires, oculaires et des signes neurologiques divers pouvant aller jusqu'au coma. Le contact cutané avec ce gaz peut entraîner des brûlures par le froid. Une association entre le niveau d'exposition et le risque de mortalité par leucémie est décrite dans l'industrie du styrène-butadiène. Dans l'industrie du 1,3-butadiène monomère, une augmentation significative de la mortalité due aux cancers lymphatiques et hématopoïétiques (relatifs aux organes de formation des cellules du sang) a été rapportée.

#### 1.4.1.4 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP se forment lors des combustions incomplètes et sont ainsi majoritairement émis par le chauffage (bois, charbon, fioul), par les combustions non maîtrisées (déchet vert, barbecue), ainsi que par le trafic routier, notamment les véhicules diesel et les véhicules à essence non catalysés. Ils peuvent se trouver sous forme gazeuse ou particulaire dans l'air ambiant.

Le **benzo(a)pyrène (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)** est formé lors de combustion incomplète ou de la pyrolyse de matériaux organiques. Ainsi, il est présent dans les suies et fumées de toutes origines, dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion, dans la fumée de cigarette, etc.

Le benzo(a)pyrène, considéré comme traceur de la pollution urbaine aux HAP, est reconnu comme cancérigène catégorie 1 pour l'homme. Par ailleurs, l'Union européenne l'a classé comme toxique pour la reproduction, catégorie 2 (fertilité et développement).

L'**acénaphène (C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>)** est un constituant du goudron (environ 0,3 %). Il est utilisé notamment dans la distillation du goudron, la fabrication des plastiques, comme intermédiaire dans la fabrication des teintures et se retrouve dans des insecticides ou des fongicides.

L'acénaphène peut causer l'irritation de la peau et des yeux. L'ingestion répétée du produit par le rat a des effets hépatotoxiques.

L'**acénaphylène (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>)** est un dérivé de l'acénaphène. Il entre dans la composition du goudron et de certains plastiques. Il sert également à la fabrication de pigments et de colorants.

L'acénaphylène est absorbé par les voies respiratoires. Il est irritant.

L'**anthracène (C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>)** est utilisé comme intermédiaire dans la fabrication de matières colorantes et lors de l'élaboration de résines. Il intervient aussi comme diluant dans les insecticides et les fongicides, destinés à la protection du bois. On l'utilise également en électrophotographie et en physique nucléaire. Présents naturellement dans les combustibles fossiles, il se retrouve dans les échappements des moteurs, la combustion du charbon, le raffinage du pétrole, l'asphalte des routes, la fumée du charbon de bois, etc.

L'anthracène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie dermique. L'anthracène est un irritant de la peau, des yeux, des muqueuses et du tractus respiratoire.

Le **benzo(a)anthracène (C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>)** apparaît dans les échappements des moteurs diesel et essence, dans la combustion incomplète du charbon, du pétrole et du bois. Il est aussi présent dans l'asphalte des chaussées.

Le benzo(a)anthracène est suspecté être un cancérigène pour l'homme (groupe 2B – évaluation du Centre International de Recherche sur le Cancer – CIRC).

Le **benzo(b)fluoranthène (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)** est lors de la combustion incomplète d'hydrocarbures ou de charbon. Des concentrations élevées atteignant 10 g/kg peuvent être trouvées dans l'asphalte.

Le benzo(b)fluoranthène pourrait être cancérigène pour l'homme suivant le CIRC (classement dans le groupe 2B).

Le **benzo(k)fluoranthène (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)** est produit, essentiellement sous forme particulaire, lors de la combustion incomplète d'hydrocarbures, d'huiles moteur ou de charbon. Il se retrouve dans la fumée de cigarettes.

Le benzo(k)fluoranthène pourrait être cancérigène pour l'homme suivant le CIRC (classement dans le groupe 2B).

Le **benzo(ghi)pérylène (C<sub>22</sub>H<sub>12</sub>)** est produit, principalement lors de la combustion de combustibles fossiles. Il peut être dispersé dans l'environnement lors de feux de forêts ou d'éruptions volcaniques.

En dépit d'accumulations de cette substance pouvant être constatées dans les organismes vivants, le benzo(ghi)pérylène ne semble pas avoir d'effets sur la santé humaine et animale.

Le **benzo(j)fluoranthène (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)** est produit lors des combustions incomplètes des combustibles fossiles, du tabac et de la marijuana. On le retrouve dans les huiles usagées, la viande ou le poisson fumé et grillé au gaz.

Le benzo(j)fluoranthène est responsable de tumeurs cutanées, pulmonaires et hépatiques chez l'animal en fonction de la voie d'absorption utilisée. Il pourrait être cancérigène pour l'homme d'après le CIRC (classement dans le groupe 2B).

Le **chrysène (C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>)** se forme lors de la distillation du charbon, de graisses ou d'huiles. Il est un des principaux HAP émis sous forme de particules par les incinérateurs d'ordures ménagères, des appareils ménagers à gaz naturel et des dispositifs de chauffage domestique au bois. C'est aussi un des produits de la combustion de la cigarette.

Le chrysène est reconnu pour ses effets mutagènes lors d'expositions principalement chroniques.

Le **dibenzo(a,h)anthracène (C<sub>22</sub>H<sub>14</sub>)** est présent dans les combustibles fossiles et se retrouve en particulier dans les échappements des moteurs diesel. Les émissions sont 25 fois plus importantes pour des véhicules munis de pots catalytiques (Hazardous Substances Data Bank – HSDB, 2001).

Le dibenzo(a,h)anthracène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et atteint principalement le foie, la peau et le système immunologique. Il pourrait être cancérigène pour l'homme et il est ainsi classé dans le groupe 2B par le CIRC.

Le **fluorène (C<sub>13</sub>H<sub>10</sub>)** est un intermédiaire chimique utilisé dans la fabrication de résines, de teintures et de certains médicaments antidiabétiques et antiarythmiques. Il est présent dans le goudron des revêtements routiers, les effluents de combustions incomplètes : fumée de cigarette, échappement automobile en particulier des moteurs diesel, incinérateurs d'ordures ménagères et raffineries de pétrole.

Le fluorène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et atteint principalement le foie et le sang.

Le **fluoranthène (C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>)** est un des constituants des goudrons lourds issus du charbon. Il est obtenu, à des fins industrielles, par distillation à haute température d'huile d'anthracène. Il est également formé lors de la combustion incomplète du bois et du fioul. Il est utilisé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il intervient aussi comme intermédiaire dans la fabrication de teintures notamment fluorescentes et comme stabilisant dans la fabrication de colles époxy. En pharmacie, il sert à synthétiser des agents antiviraux.

Le fluoranthène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et atteint principalement le foie et les reins.

L'**indéno(1,2,3-cd)pyrène (C<sub>22</sub>H<sub>12</sub>)** est présent naturellement dans les charbons bitumineux. On le retrouve aussi dans les feuilles de diverses espèces d'arbres, les feuilles de tabac, le terreau et le fumier de cheval ainsi que dans les algues. Il peut être dispersé dans l'environnement lors de feux de forêts ou d'éruptions volcaniques. Les principales sources sont cependant d'origine anthropique : combustion incomplète de bois, de charbon, de carburants utilisés dans les moteurs thermiques, les fours à bois, les incinérateurs d'ordures ménagères. Ce polluant est également présent dans les fumées industrielles, la fumée de cigarette et les aliments grillés au charbon de bois.

L'indéno(1,2,3-cd)pyrène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et pourrait être cancérigène pour l'homme (Groupe 2B – CIRC).

Le **phénanthrène (C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>)** est essentiellement produit lors d'une mauvaise combustion des hydrocarbures, du bois ou du charbon (inserts, foyers fermés faiblement alimentés en air). Il est utilisé dans la production de colorants, d'explosifs et de produits pharmaceutiques. On en trouve aussi dans la fumée du tabac, les échappements des



moteurs thermiques, les viandes grillées au charbon de bois et dans les huiles moteurs usagées.

Le phénanthrène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et touchent faiblement le foie et les intestins.

Le **pyrène (C<sub>16</sub>H<sub>10</sub>)** existe dans le goudron de charbon dans une proportion d'environ 2 %. Il est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers : huile, essence, fioul. Il est également présent dans le goudron des revêtements routiers, dans la fumée de tabac et les effluents de combustion de déchets.

Le pyrène présente une atteinte rénale chez l'animal pour de l'exposition chronique.

#### 1.4.1.5 - Particules en suspension

Les particules constituent un mélange complexe de par la variété de leurs compositions chimiques et de leurs tailles. La surveillance réglementaire porte sur les particules PM10 (de diamètre inférieur à 10 µm) et PM2,5 (de diamètre inférieur à 2,5 µm).

Les sources de particules sont multiples. Elles sont émises par la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), le secteur résidentiel et tertiaire, le trafic routier, l'industrie (incinération, sidérurgie), l'agriculture, les chantiers et les carrières. Les particules PM2,5 sont majoritairement formées par les phénomènes de combustion (secteur résidentiel et tertiaire, trafic routier), tandis que les activités mécaniques (secteur agricole, chantier) favorisent la formation des particules de taille plus importante (PM10). Les sources indirectes de particules résultent essentiellement de la transformation chimique des polluants gazeux et des processus de remise en suspension des poussières déposées au sol.

Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. De plus, les particules fines peuvent véhiculer des substances toxiques. L'ensemble des particules fines, ainsi que la pollution de l'air extérieur, est classé comme cancérigènes certains (groupe 1) pour l'homme par l'OMS depuis 2016.

#### 1.4.1.6 - Métaux lourds

Les métaux lourds proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole), de la combustion des ordures ménagères, ainsi que de certains procédés industriels (métallurgie des métaux non ferreux notamment).

Dans le cadre des études air et santé des infrastructures de transport routier de niveau I, trois métaux sont retenus : le nickel, l'arsenic et le chrome.

Le **nickel (Ni)** est présent naturellement dans l'environnement. Dans l'industrie, il est principalement émis par la combustion du fioul lourd, qui contient des traces de ce métal, mais aussi par les aciéries électriques dans le but d'améliorer leurs propriétés mécaniques et leur résistance à la corrosion et à la chaleur. Il est également utilisé pour la préparation d'alliages non ferreux (pour la fabrication d'outils, d'ustensiles de cuisine et de ménage), dans les revêtements électrolytiques des métaux et comme catalyseur en chimie organique.

Le nickel, absorbé par voie respiratoire en exposition chronique, provoque un effet inflammatoire sur les muqueuses nasales et les bronches. Le nickel est considéré comme agent potentiellement cancérigène par le CIRC, en revanche les oxydes de nickel sont classés dans le groupe 1, c'est-à-dire reconnus cancérigènes pour l'homme par le CIRC et l'Union européenne. L'exposition aiguë est responsable de troubles digestifs et généraux assez limités, une détresse respiratoire est possible après inhalation. Il n'est pas irritant pour la peau. Le nickel est un sensibilisant cutané (eczéma) et respiratoire (rhinite, asthme), l'inhalation répétée provoque des bronchites chroniques. Le nickel provoque un risque accru de tumeurs de la cavité nasale et des poumons.

L'**arsenic (As)** provient de la combustion de combustibles minéraux solides et du fioul lourd contenant des traces de ce métal, ainsi que de l'utilisation de certaines matières premières utilisées dans la production de verre, de métaux non ferreux ou de la métallurgie des ferreux.

L'arsenic est essentiellement absorbé par voie digestive, mais aussi par voie respiratoire et à un moindre degré par voie cutanée. L'exposition aiguë par ingestion peut provoquer des atteintes digestives parfois graves, des atteintes neurologiques centrale et périphérique, cardiovasculaire, hépatique ou rénale pouvant aller jusqu'à la mort. Par inhalation, on observe une irritation respiratoire et conjonctivale. L'exposition cutanée peut être responsable d'atteintes neurologiques. Des irritations cutanées et de graves brûlures oculaires sont possibles lors de contacts cutanés ou muqueux. Une exposition répétée ou prolongée pourrait entraîner des signes cutanés, muqueux, phanériens (cheveux, poils et ongles) et des atteintes neurologiques ou hématologiques. L'augmentation du nombre de cancers du poumon et de la peau est décrite dans plusieurs études.

Le **chrome (Cr)** provient essentiellement des aciéries électriques et des fonderies de fonte ainsi que de certaines installations de production de verre. Près de la moitié des émissions de chrome en France provient des combustions réalisées dans l'industrie manufacturière, un quart des autres combustions (hors secteur de l'énergie).

Le chrome est principalement absorbé par les voies respiratoires. Il peut également être absorbé de façon négligeable par la peau et les voies digestives. Il existe trois formes de chrome : métal, trivalent et hexavalent. Seul le chrome hexavalent – chrome VI – est toxique, il entraîne des inflammations des muqueuses et des ulcères et est cancérigène.

#### 1.4.2 - Réglementation dans l'air ambiant

Les critères nationaux de la qualité de l'air sont définis aux articles R.221-1 à R.221-3 du Code de l'environnement. Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans le Tableau 3.

Les définitions de ces valeurs seuils sont rappelées ci-après.

- **Valeur limite** : niveau 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 ;
- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, à atteindre sur une période donnée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Valeur cible** : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandation** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel des effets limités et transitoires sont constatés sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée ;
- **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 et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

À titre indicatif, les **recommandations de l'OMS** sont présentées dans ce tableau. Il s'agit de valeurs guide pour la protection de la santé humaine qui à ce jour ne sont pas réglementaires. Elles sont non réglementaires, donc non contraignantes.

Les valeurs proposées par la **Commission européenne** en termes de valeurs limites pour 2030 sont également inscrites dans ce tableau. Ces valeurs sont à considérer avec toute la prudence qui s'impose puisqu'il ne s'agit encore que d'un projet de Directive européenne.



Polluants	Recommandations OMS	Valeurs limites	Objectif de qualité ou valeur cible	Seuils d'information et d'alerte	Proposition de la Commission Européenne : Valeurs limites à atteindre au 1er janvier 2030 <b>Projet</b>
<b>Dioxyde d'azote</b> NO <sub>2</sub>	En moyenne annuelle 10 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 25 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne annuelle 40 µg/m <sup>3</sup> En moyenne horaire depuis le 1er janvier 2010 200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 h par an (P99,8)	En moyenne annuelle 40 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne horaire information et recommandation : 200 µg/m <sup>3</sup> alerte : 400 µg/m <sup>3</sup> sur 3 h consécutives et 200 µg/m <sup>3</sup> si dépassement J-1 et risque pour J+1	En moyenne annuelle 20 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile En moyenne horaire 200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus d'une fois par année civile
<b>Dioxyde de soufre</b> SO <sub>2</sub>	En moyenne journalière 40 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne journalière 125 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an (P99,2) En moyenne horaire depuis le 1er janvier 2005 350 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 24 h par an (P99,7)	En moyenne annuelle 50 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne horaire information et recommandation : 300 µg/m <sup>3</sup> alerte : 500 µg/m <sup>3</sup> sur 3 h consécutives	En moyenne annuelle 20 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile En moyenne horaire 350 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus d'une fois par année civile
<b>Benzène</b> C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		En moyenne annuelle 5 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne annuelle 2 µg/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 3,4 µg/m <sup>3</sup>
<b>Monoxyde de carbone</b> CO	En moyenne journalière 4 000 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m <sup>3</sup>			En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 4 000 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
<b>Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm</b> PM10	En moyenne annuelle 15 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 45 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne annuelle depuis le 1er janvier 2005 40 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière depuis le 1er janvier 2010 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 j par an (P90,4)	En moyenne annuelle 30 µg/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 20 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 45 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
<b>Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm</b> PM2,5	En moyenne annuelle 5 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 15 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an	En moyenne annuelle 25 µg/m <sup>3</sup> depuis 2015	En moyenne annuelle Objectif de qualité : 10 µg/m <sup>3</sup> Valeur cible : 20 µg/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 10 µg/m <sup>3</sup> En moyenne journalière 25 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
<b>Plomb</b> Pb		En moyenne annuelle depuis le 1er janvier 2002 0,5 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne annuelle 0,25 µg/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>Arsenic</b> As			En moyenne annuelle Valeur cible : 6 ng/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 6 ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmium</b> Cd			En moyenne annuelle Valeur cible : 5 ng/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nickel</b> Ni			En moyenne annuelle Valeur cible : 20 ng/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 20 ng/m <sup>3</sup>
<b>Benzo(a)pyrène</b>			En moyenne annuelle Valeur cible : 1 ng/m <sup>3</sup>		En moyenne annuelle 1 ng/m <sup>3</sup>
<b>Ozone</b> O <sub>3</sub>	Max jour de la moyenne sur 8 h 100 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 j par an Pic saisonnier* 60 µg/m <sup>3</sup>		<u>Objectif de qualité (santé)</u> Max jour de la moyenne sur 8 h 120 µg/m <sup>3</sup> <u>Valeur cible (santé)</u> Max jour de la moyenne sur 8 h à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne sur 3 ans 120 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne horaire information et recommandation : 180 µg/m <sup>3</sup> alerte : seuil 1 - 240 µg/m <sup>3</sup> sur 3 h consécutives seuil 2 - 300 µg/m <sup>3</sup> sur 3 h consécutives seuil 3 - 360 µg/m <sup>3</sup>	<u>Valeur cible</u> Max jour de la moyenne sur 8 h 100 µg/m <sup>3</sup>

Source : Articles R221-1 à R221-3 du Code de l'Environnement - Organisation Mondiale de la Santé (OMS) - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0542&from=EN>

\*Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'ozone sur 8 heures au cours de six mois consécutifs où la concentration moyenne d'ozone a été la plus élevée

TABLEAU 3 : CRITERES NATIONAUX DE LA QUALITE DE L'AIR



## 2 - CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

La caractérisation de l'état initial (ou état actuel) a pour objectif de fournir une description détaillée de la qualité de l'air et de ses effets dans la zone d'étude en l'absence de tout projet. Il comprend notamment :

- Un inventaire des établissements vulnérables (établissements scolaires et de soins notamment) et des lieux vulnérables, ainsi que des populations ;
- Un bilan de la qualité de l'air dans la zone d'étude sur la base des documents de planification existants (PREPA, SRADDET de Provence-Alpes-Côte d'Azur, PPA du Var, PCAET Métropole Toulon Provence Méditerranée, PNSE et PRSE de la région PACA) et des études et mesures du réseau de surveillance de qualité de l'air locale, ATMO sud ;
- Un inventaire des sources de pollution sur la base des recensements des principaux émetteurs industriels effectués par la DREAL ;
- Une campagne de mesures in situ de la qualité de l'air réalisée en accord avec la guide méthodologique sur le volet « air et santé des études d'impact routières du 22 février 2019 (CEREMA).

### 2.1 - Populations et lieux vulnérables

Le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA précise quelles sont les populations vulnérables :

- Jeunes enfants ;
- Personnes âgées ;
- Enfants ou adultes atteints de problèmes pulmonaires et/ou cardiaques chroniques.

Les établissements vulnérables sont alors déduits :

- Crèches, multi-accueil, micro-crèches...
- Écoles maternelles et élémentaires ;
- Accueil d'enfants handicapés ou en réinsertion ;
- Maisons de retraite (EHPA, EHPAD, Résidence autonomie...);
- Établissements de soins (hôpitaux, cliniques, ...).

Les autres lieux vulnérables, différents des établissements suscités, sont retenus dans le cadre des études de niveau I, et concernent les jardins familiaux ou partagés.

Ce paragraphe a pour objet d'évaluer les cibles potentielles des émissions polluantes situées dans le domaine d'étude.

Les densités et les populations communales sont estimées pour l'année 2020 sur la base des données de population INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques) les plus récentes disponibles, publiées en octobre 2023.

Les populations situées dans la bande d'étude ont ensuite été déterminées, sous SIG, en interceptant la bande d'étude et les communes avec une clef de répartition spatiale (données d'occupation des sols Open Street Map et orthophotos), afin de localiser les populations sur les zones bâties.

#### 2.1.1 - Densité de population générale

La bande d'étude retenue dans le cadre de ce projet intercepte les communes de La Garde, Ollioules, La Seyne-sur-Mer, Toulon et La Valette-du-Var dans des zones urbaines.

Les densités de population des IRIS<sup>1</sup> interceptées par la bande d'étude sont données dans le Tableau 4 et sont représentées sur la Figure 3.

<sup>1</sup> IRIS : Îlots Regroupés pour l'Information Statistique



Commune	Code IRIS	IRIS	Densité de population des IRIS	Densité de population des zones habitées	
			2020	2020	
La Garde	830620104	Les Plantades - Pierrascas	410	4777	
	830620111	Rabasson	3242	8094	
	830620101	Le Plan - Beautégas - Les Lones	501	-	
	830620102	Le Village	6399	8193	
	830620103	Le Thouar	4505	6060	
	830620107	Le Pouverel	3196	3610	
	830620110	La Planquette	5647	12471	
	830620106	Les Savels	8294	9686	
<b>Moyenne La Garde</b>			<b>4 024</b>	<b>7 556</b>	
Ollioules	830900103	Sud-Est	713	3 201	
<b>Moyenne Ollioules</b>			<b>713</b>	<b>3 201</b>	
La Seyne-sur-Mer	831260506	Berthe-Saint-Jean	9 273	12 244	
	831260505	Daniel	7 695	8 217	
	831260103	La Lune-Mouissaques	8 729	16 095	
	831260203	Fort Napoléon-Fontainebleau	4 442	6 266	
	831260504	Berthe-Messidor	20 243	20 786	
	831260503	Berthe-Floréal	8 670	13 901	
	831260502	Fructidor-Vendémiaire	4 136	11 476	
	831260401	Tortels	5 972	6 832	
	831260507	Gai Versant-Brégaillon	9 433	11 465	
	831260101	Centre Ville-Peyron	10 774	13 831	
	831260204	Evescat-Gaumin	3 995	6 144	
	831260102	Quatre Moulins	3 681	4 059	
	831260202	Le Manteau-Tamaris	5 224	8 799	
	831260201	Balaguiet-Aiguillette	2 429	4 029	
	831260501	Léry	751	5 966	
	<b>Moyenne La Seyne-sur-Mer</b>			<b>7 030</b>	<b>10 007</b>
	La Valette-du-Var	831440105	Coupiane Nord	4 546	6 608
831440106		Coupiane Centre	9 693	15 716	
831440108		Coupiane Est	4 226	8 331	
831440107		Valette Nord	474	1 621	
831440101		Zone économique	692	38 314	
<b>Moyenne La Valette-du-Var</b>			<b>3 926</b>	<b>14 118</b>	

Commune	Code IRIS	IRIS	Densité de population des IRIS	Densité de population des zones habitées
			2020	2020
Toulon	831370503	Place d'Armes-Arsenal	2 831	15 082
	831370502	Saint-Louis	30 515	30 515
	831370607	Besagne	26 359	27 981
	831370804	Saint-Jean du Var I	18 026	18 846
	831370809	La Barre	5 423	-
	831370311	Saint-Roch I	25 774	25 836
	831370204	La Beaucaire	15 546	25 768
	831370310	Saint-Roch II	22 189	24 708
	831370506	Cathédrale	40 554	40 554
	831370505	Haute Ville-Place Liberté	19 924	23 188
	831370609	Champ de Mars I	17 374	33 030
	831370612	La Rode	9 673	9 898
	831370806	La Palasse-Collet de Gipon	5 974	7 324
	831370312	Pont du Las II	19 544	19 544
	831370202	Lagoubran	3 184	9 776
	831370203	L'Escaillon	4 975	9 350
	831370103	Le Temple	16 330	17 438
	831370201	Pont Neuf	7 803	15 581
	831370101	Bon Rencontre-Arsenal	1 457	31 109
	831370209	Les Arènes	6 234	8 328
	831370104	Pont du Las I	27 056	27 553
	831370102	Pont de Bois	13 346	13 346
	831370501	Le Port	36 010	36 010
	831370504	Haute Ville-La Gare	14 904	18 512
	831370606	Port Marchand-Port de Commerce	7 581	-
	831370401	Les Lices	3 433	-
	831370608	Dutasta-Mayol	11 009	22 624
	831370610	Sainte-Catherine	18 254	29 688
	831370702	Siblas-La Loubière	6 936	-
	831370611	Champ de Mars II	20 043	32 047
	831370803	Saint-Jean du Var II	17 946	22 348
	831370701	Vert Coteau	5 487	-
	831370904	Brunet	10 180	11 026
831370902	Sainte-Musse I	5 621	-	
831370805	Saint-Jean du Var III	11 907	12 587	
831370810	La Barre-Les Améniers	5 298	6 427	
831370901	Sainte-Musse II	5 696	6 927	
831370903	Brunet-Font Pré	8 583	14 144	
831370905	Élisa-La Pivotte	4 614	4 614	
831370906	Beaulieu	7 363	8 988	
831370907	Sainte-Musse III	3 315	14 919	
831370807	Pont de Suve	3 951	4 377	
<b>Moyenne Toulon</b>			<b>13 053</b>	<b>18 889</b>
<b>MOYENNE DES COMMUNES</b>			<b>5 749</b>	<b>10 754</b>

Source : INSEE

TABLEAU 4 : DENSITE DE POPULATION DES IRIS ET DES ZONES D'HABITATIONS



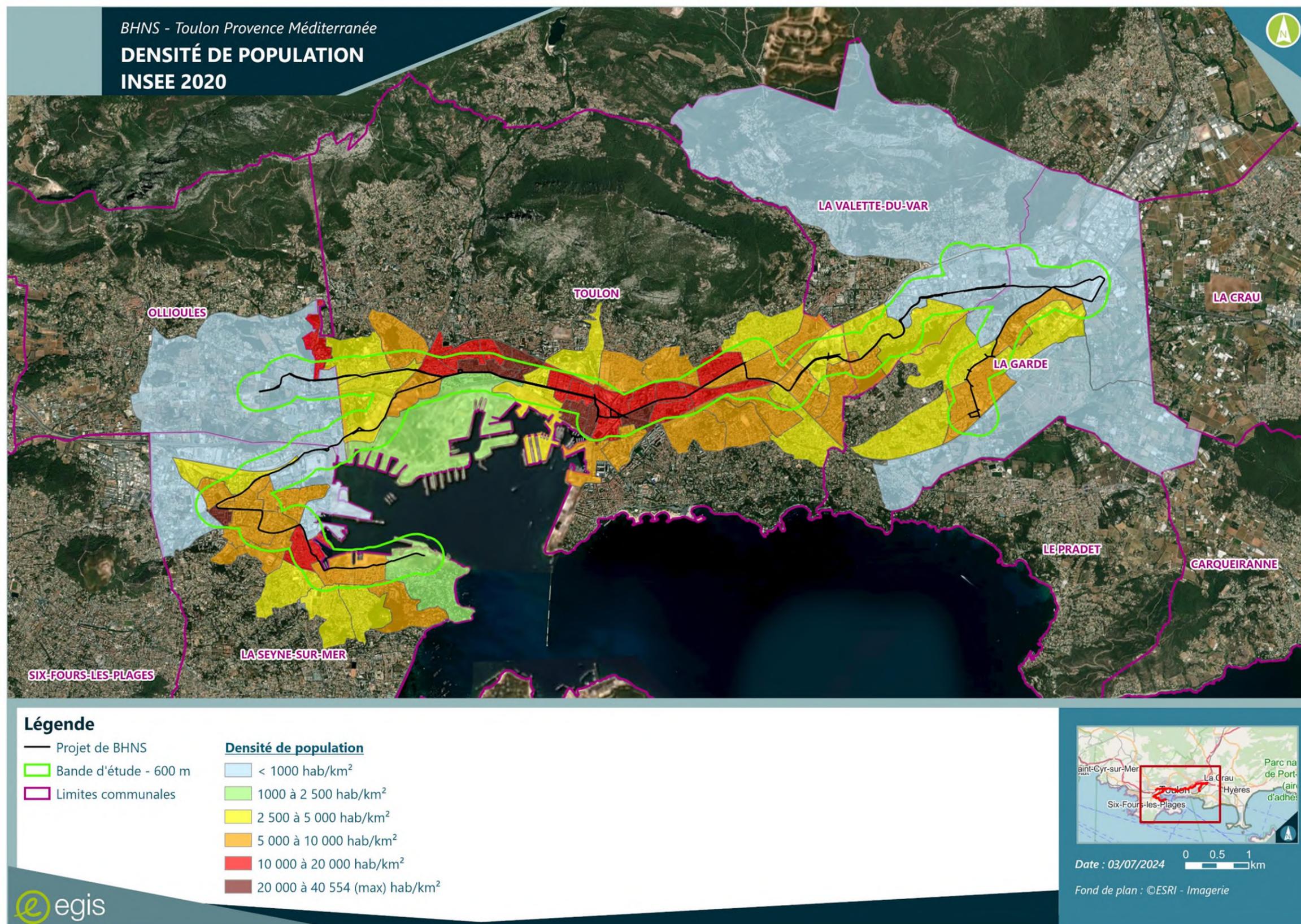


FIGURE 3 : DENSITE DES ZONES D'HABITATIONS (SOURCE : EGIS)



## 2.1.2 - Populations

Les populations des IRIS des communes concernées par le projet sont données dans le Tableau 5.

Sur la base des estimations de l'INSEE en 2020, la population cumulée des cinq communes (de La Garde, Ollioules, La Seyne-sur-Mer, Toulon et La Valette-du-Var) s'établit à 103 200 habitants.

Commune	Code IRIS	IRIS	Population des IRIS	Population des zones d'habitats dans la bande d'étude	
			2020	2020	
La Garde	830620104	Les Plantades - Pierrascas	2176	703	
	830620111	Rabasson	2252	459	
	830620101	Le Plan - Beautégas - Les Lones	2389	-	
	830620102	Le Village	2595	1800	
	830620103	Le Thouar	3798	1380	
	830620107	Le Pouverel	2616	19	
	830620110	La Planquette	2341	1831	
	830620106	Les Savels	2774	2319	
	<b>Somme La Garde</b>			<b>20 941</b>	<b>8 511</b>
Ollioules	830900103	Sud-Est	3 947	1 040	
<b>Somme Ollioules</b>			<b>3 947</b>	<b>1 040</b>	
La Seyne-sur-Mer	831260506	Berthe-Saint-Jean	1 955	1 955	
	831260505	Daniel	3 689	2 950	
	831260103	La Lune-Mouissaques	4 069	4 069	
	831260203	Fort Napoléon-Fontainebleau	2 029	142	
	831260504	Berthe-Messidor	1 579	1 579	
	831260503	Berthe-Floréal	1 617	1 267	
	831260502	Fructidor-Vendémiaire	1 723	1 264	
	831260401	Tortels	2 329	586	
	831260507	Gai Versant-Brégaillon	3 481	1 361	
	831260101	Centre Ville-Peyron	3 028	2 613	
	831260204	Evescat-Gaumin	2 042	115	
	831260102	Quatre Moulins	1 915	196	
	831260202	Le Manteau-Tamaris	2 653	129	
	831260201	Balaguier-Aiguillette	2 426	2 012	
	831260501	Léry	2 292	1 051	
	<b>Somme La Seyne-sur-Mer</b>			<b>36 827</b>	<b>21 289</b>
	La Valette-du-Var	831440105	Coupiane Nord	2 084	1 543
831440106		Coupiane Centre	2 688	2 688	
831440108		Coupiane Est	2 992	1 870	
831440107		Valette Nord	5 249	116	
831440101		Zone économique	920	920	
<b>Somme La Valette-du-Var</b>			<b>13 933</b>	<b>7 137</b>	

TABLEAU 5 : POPULATION DES IRIS (EN NOMBRE D'HABITANTS)

Toulon	831370503	Place d'Armes-Arsenal	1 758	1 758
	831370502	Saint-Louis	1 161	680
	831370607	Besagne	2 035	2 035
	831370804	Saint-Jean du Var I	2 551	2 551
	831370809	La Barre	2 724	-
	831370311	Saint-Roch I	2 044	846
	831370204	La Beaucaire	3 472	790
	831370310	Saint-Roch II	3 078	1 778
	831370506	Cathédrale	2 460	2 460
	831370505	Haute Ville-Place Liberté	2 406	2 406
	831370609	Champ de Mars I	3 001	3 001
	831370612	La Rode	2 501	737
	831370806	La Palasse-Collet de Gipon	2 517	749
	831370312	Pont du Las II	2 057	745
	831370202	Lagoubran	2 796	2 422
	831370203	L'Escaillon	2 707	1 879
	831370103	Le Temple	3 024	1 694
	831370201	Pont Neuf	2 573	2 573
	831370101	Bon Rencontre-Arsenal	3 524	3 524
	831370209	Les Arènes	3 198	898
	831370104	Pont du Las I	4 416	4 416
	831370102	Pont de Bois	2 680	1 751
	831370501	Le Port	2 561	1 083
	831370504	Haute Ville-La Gare	2 586	2 586
	831370606	Port Marchand-Port de Commerce	2 079	-
	831370401	Les Lices	1 598	-
	831370608	Dutasta-Mayol	2 334	1 905
	831370610	Sainte-Catherine	2 375	2 375
	831370702	Siblas-La Loubière	2 831	-
	831370611	Champ de Mars II	2 904	2 904
	831370803	Saint-Jean du Var II	3 115	2 898
	831370701	Vert Coteau	2 144	-
	831370904	Brunet	2 588	2 795
831370902	Sainte-Musse I	2 016	-	
831370805	Saint-Jean du Var III	2 859	2 859	
831370810	La Barre-Les Ameniers	2 661	36	
831370901	Sainte-Musse II	2 413	279	
831370903	Brunet-Font Pré	3 652	3 566	
831370905	Elisa-La Pivotte	2 947	601	
831370906	Beaulieu	2 158	331	
831370907	Sainte-Musse III	1 359	1 003	
831370807	Pont de Suve	2 367	309	
<b>Somme Toulon</b>			<b>108 230</b>	<b>65 223</b>
<b>SOMME BANDE D'ETUDE</b>			<b>183 878</b>	<b>103 200</b>

Source : INSEE



### 2.1.3 - Établissements et autres lieux vulnérables

Un inventaire des établissements recevant des populations vulnérables (écoles, crèches, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et des lieux vulnérables (potagers, jardins familiaux/partagés, cultures biologiques, vignes, vergers, etc.) a été effectué dans la bande d'étude pour toutes les communes interceptées par le projet.

Sur la base de cet inventaire<sup>2</sup>, 112 établissements vulnérables ont été identifiés dans la bande d'étude (Cf. Tableau 6) et représentés sur la Figure 4 :

- 26 structures d'accueil pour la petite enfance ;
- 21 écoles maternelles ;
- 16 écoles élémentaires ;
- 14 écoles primaires ;
- 9 centres hospitaliers ;
- 6 instituts spécialisés ;
- 20 maisons de retraite.

Commune	Type d'établissement	Nom de l'établissement
La Garde	Crèche	Multi-accueils Les Elfes / Les Lutins
		Multi-accueil Anne Franck
		Micro-crèche Les Doigts de la Main
		Halte-garderie Les Gardinous
	Ecole maternelle	Ecole maternelle Elsa Triolet
		Ecole maternelle Michel Zunino
		Ecole maternelle Séverine Mignone
	Ecole primaire	Ecoles élémentaires Michel Zunino 1 et 2
		Groupe Scolaire Maurice Delplace
		Ecole primaire Lucie Tardivier
	Ecole élémentaire	Ecole élémentaire Jean Aicard
	Centre hospitalier	Hôpital Georges Clémenceau
	Maison de retraite	EHPAD Kerios
		EHPAD public Georges Clémenceau
		APF France handicap
		EHPAD Pension Cora
<b>Total des établissements vulnérables La Garde</b>		<b>16</b>
La Seyne-sur-Mer	Crèche	Multi-accueil Elsa Triolet
		Multi-accueil Le Petit Monde
		Halte-garderie La Mouffletterie
		Multi-accueil Les Colombes
		Micro-crèche Nouvel Horizon
	Ecole maternelle	Ecole maternelle Anatole France
		Ecole maternelle Eugénie Cotton
		Ecole maternelle Pierre Semard
		Ecole maternelle Jean Zay Le Floréal
		Ecole maternelle Victor Hugo
	Ecole primaire	Ecole primaire Jules Verne
		Ecole primaire Georges Brassens
		Ecole primaire Emile Malsert 1
	Ecole élémentaire	Ecole élémentaire Lucie Aubrac
		Ecole élémentaire Jean-Baptiste Martini
		Ecole élémentaire Jean Zay
		Ecole élémentaire Victor Hugo
	Institut spécialisé	Centre Médico-Psycho-Pédagogique (CMPP) APAJH
	Centre hospitalier	Centre Hospitalier George Sand
	Maison de retraite	Résidence autonomie Jean Bartolini
		EHPAD Tousaint Merle
		Résidence autonomie Ambroise Croizat
<b>Total des établissements vulnérables La Seyne-sur-Mer</b>		<b>22</b>

TABLEAU 6 : ÉTABLISSEMENTS ET LIEUX VULNÉRABLES DANS LA BANDE D'ÉTUDE DES COMMUNES

<sup>2</sup> Inventaire réalisé à partir de FINISS (Fichier National des Établissements Sanitaires et Sociaux : [finess.sante.gouv.fr](http://finess.sante.gouv.fr)), de

l'annuaire de l'éducation nationale ([www.education.gouv.fr/annuaire](http://www.education.gouv.fr/annuaire)) et des sites internet des communes



Commune	Type d'établissement	Nom de l'établissement
La Valette-du-Var	Crèche	Multi-accueil Les Magnolias
		Micro-crèche Baby Camp
	Ecole maternelle	Ecole maternelle Frédéric Mistral
		Ecole maternelle Thyde Monnier
		Ecole maternelle Célestin Freinet
	Ecole élémentaire	Ecole élémentaire Marcel Pagnol
		Ecole élémentaire Jean Giono
	Institut spécialisé	Etablissement Expérimental Enfance Protégée La Mala
		Centre Médico-Psycho-Pédagogique (CMPP) ADSEA
	Maison de retraite	EHPAD Les Tamaris
Les Jardins de Thalassa		
<b>Total des établissements vulnérables La Valette-du-Var</b>		<b>11</b>
Ollioules	Crèche	Multi-accueil Les Petits Chaperons Rouges
	Centre hospitalier	Polyclinique Les Fleurs
		Polyclinique Mutualiste Malartic
<b>Total des établissements vulnérables Ollioules</b>		<b>3</b>

Commune	Type d'établissement	Nom de l'établissement
Toulon	Crèche	Multi-accueil de la Beaucaire
		Multi-accueil de la Porte d'Italie
		Multi-accueil Jardin Alexandre 1er et Micro-crèche Chalucet
		Multi-accueil Jardin de la Ville
		Micro-crèche Koala Kids Brunet
		Micro-crèche Koala Kids Saint-Jean
		Multi-accueil L'Enfant Do
		Micro-crèche L'îlot Bambins
		Micro-crèche Les Malicieux d'Appert
		Multi-accueil Les Petites Licornes
		Multi-accueil Place d'Espagne
		Multi-accueil pont du las
		Multi-accueil Sainte-Musse
		Micro-crèche Tagada
		Ecole maternelle Claude Debussy
		Ecole maternelle Basse-Convention
		Ecole maternelle Pont-du-Las
		Ecole maternelle Saint-Jean-du-Var
		Ecole maternelle Daniele Casanova
		Ecole maternelle La Pinède
		Ecole maternelle La Visitation
	Ecole maternelle Brunet-Barentine	
	Ecole maternelle Le Brusquet	
	Ecole maternelle Saint-Roch	
	Ecole primaire Claude Debussy	
	Ecole primaire Charles Sandro	
	Ecole primaire La Tauriac	
	Ecole primaire Lazare Carnot	
	Ecole primaire Saint-Louis	
	Ecole primaire Les Remparts	
	Groupe Scolaire Jules Murair dit Raimu	
	Ecole primaire Pont-Neuf	
	Ecole élémentaire Malbousquet	
	Ecole élémentaire Brunet 1	
	Ecole élémentaire Fort Sainte-Catherine	
	Ecole élémentaire Frédéric Mistral	
	Ecole élémentaire Le Brusquet	
	Ecole élémentaire Brunet 2	
	Ecole élémentaire Saint-Jean-Du-Var	
	Ecole élémentaire Pont-Du-Las	
	Ecole élémentaire Saint-Roch	
	Centre hospitalier Sainte-Musse	
	Hopital Saint-Roch	
	Hôpital Privé Saint-Jean	
	Clinique Saint-Michel	
	Centre médical et de réadaptation des Monts Toulonnais	
	Maison d'Enfants à Caractère Social (MECS) OPAL	
	Maison d'Enfants à Caractère Social (MECS) Equinoxe	
	Maison d'Enfants à Caractère Social (MECS) L'Alizé	
	Maison de retraite	ASPA
		EHPAD La Marquissanne 1
		EHPAD public Le Saphir
		EHPAD La Maison des Oliviers de Jeanne
		EHPAD L'Amirauté
		EHPAD Sainte-Catherine Laboure
		EHPAD Notre-Dame de la Paix
		EHPAD Jeanne Maguerite
		EHPAD Renaissance Mayol
		EHPAD Bastide Bonnetières
		Résidence autonomie Le Porphyre
<b>Total des établissements vulnérables Toulon</b>		<b>60</b>
<b>TOTAL ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES POUR LES CINQ COMMUNES</b>		<b>112</b>
<small>Source : FINISS - Sites Internet des communes - IGEN</small>		



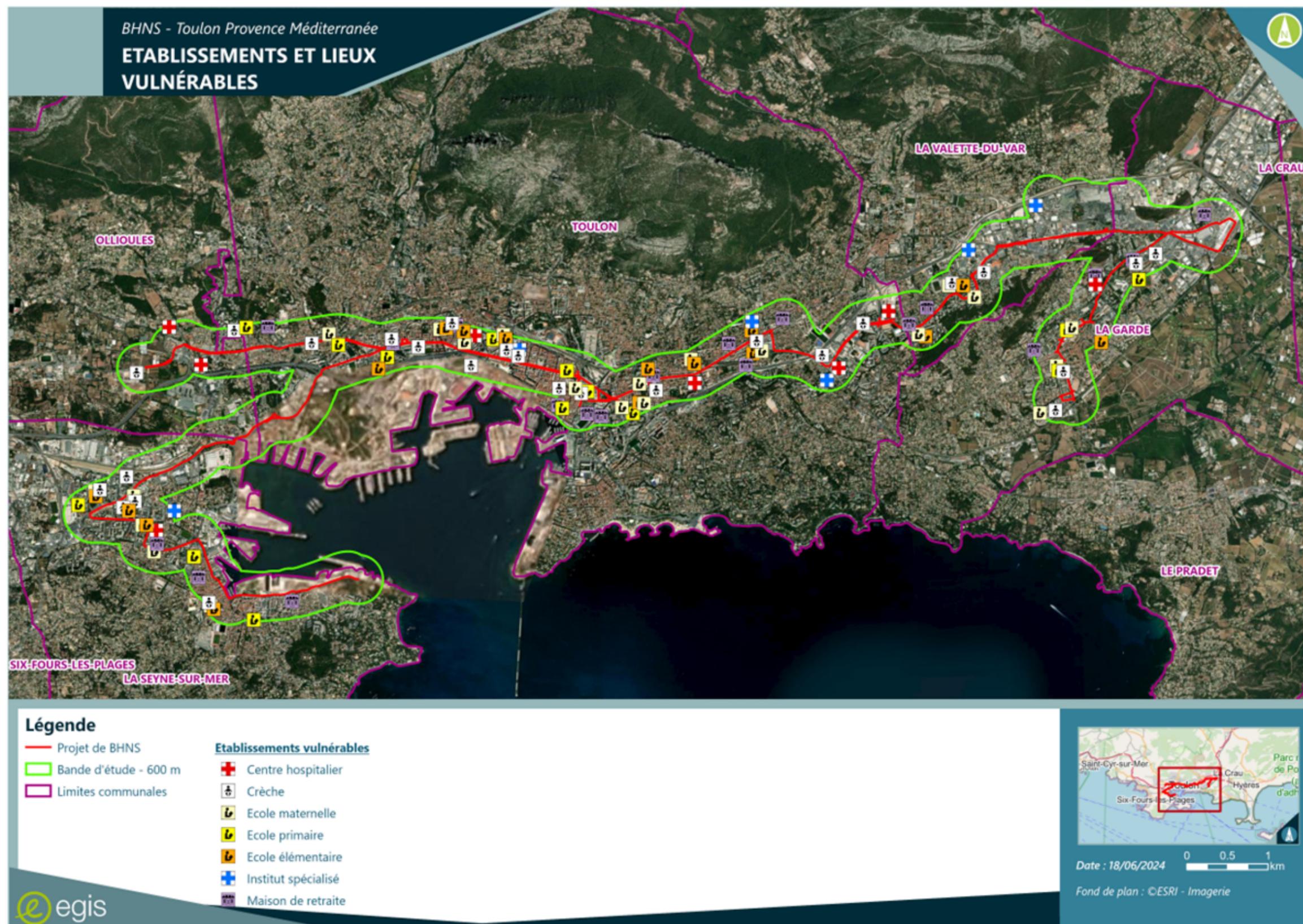


FIGURE 4 : ÉTABLISSEMENTS ET LIEUX VULNÉRABLES DANS LA BANDE D'ÉTUDE (SOURCE : FINISS – ANNUAIRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE – SITES INTERNET DES COMMUNES)



## 2.2 - Émissions polluantes

### 2.2.1 - Émissions polluantes à l'échelle de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur

Les données relatives aux émissions polluantes de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur sont obtenues grâce à l'outil CIGALE (Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air-climat-Energie)<sup>3</sup>, mis au point par ATMOSud, permettant de réaliser des inventaires d'émissions à l'échelle régionale.

Les émissions sont classées par type de source :

#### ■ Transports :

- Transport routier ;
- Autres transports – Maritime ;
- Autres transports – Aérien ;
- Autres transports – Ferroviaire ;
- Autres transports – Fluvial ;

#### ■ Activités :

- Industrie (hors branche énergie) ;
- Branche énergie ;

#### ■ Résidentiel ;

#### ■ Tertiaire ;

#### ■ Agriculture ;

#### ■ Déchets ;

#### ■ Émetteurs non inclus (cela regroupe les émissions non prises en compte dans les totaux sectoriels ainsi que les sources non anthropiques. Il s'agit notamment de la remise en suspension des particules fines, des feux de forêt et des sources naturelles).

#### 2.2.1.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>)

Les oxydes d'azote sont principalement émis lors des phénomènes de combustion. Les sources principales sont les transports, l'industrie, l'agriculture, la transformation d'énergie et le chauffage (résidentiel-tertiaire). Certains procédés industriels, telle la production d'acide nitrique, la fabrication d'engrais ou encore le traitement de surface émettent des oxydes d'azote dans l'atmosphère.

Les sources naturelles sont, à l'échelle planétaire, les orages, les éruptions volcaniques, les feux de forêts et les activités bactériennes qui produisent de très grandes quantités d'oxydes d'azote. Toutefois, en raison de la répartition de ces émissions sur la surface terrestre, les concentrations atmosphériques naturelles d'oxydes d'azote demeurent très faibles par comparaison aux sources relatives aux activités humaines.

D'après la plateforme CIGALE, en 2021 (dernière année disponible), les émissions totales d'oxydes d'azote s'élèvent à 66 980 tonnes. En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 5) :

- Le transport routier (40 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (21 %) ;
- Le transport maritime (19 %).

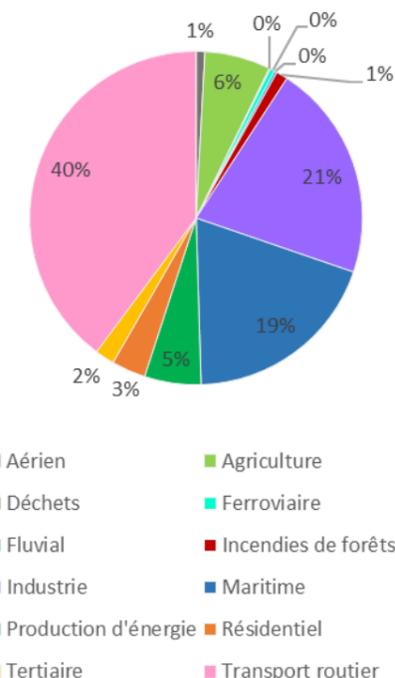


FIGURE 5 : CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS SECTEURS D'ACTIVITÉ AUX ÉMISSIONS D'OXYDE D'AZOTE DE LA RÉGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMOSUD – EGIS)

<sup>3</sup> Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air-climat-Energie (<https://cigale.atmosud.org/>)



### 2.2.1.2 - Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Le dioxyde de soufre est formé principalement lors du brûlage de combustibles fossiles soufrés : charbon, lignite, coke de pétrole, fioul lourd, fioul domestique, gazole, ... Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustions industrielles et les unités de chauffage individuel et collectif. Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre : extraction et raffinage du pétrole, production d'acide sulfurique, grillage de minerais, production de pâte à papier, ... La part des transports est faible et baisse avec la suppression progressive du soufre dans les carburants.

Le dioxyde de soufre peut également provenir de sources naturelles comme les volcans (principale source naturelle), des océans, des végétaux soit au travers de leur combustion, lors de feux de forêt par exemple, soit de leur putréfaction.

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de dioxyde de soufre s'élèvent à 13 017 tonnes. Les sources principales d'émission de ce gaz sont le secteur de l'Industrie et le secteur de la production d'énergie (respectivement 51 % et 38 % des émissions totales). La part des émissions du secteur du Transport routier représente moins de 0,5 % des émissions de dioxyde de soufre dans la région PACA (Cf. Figure 6).

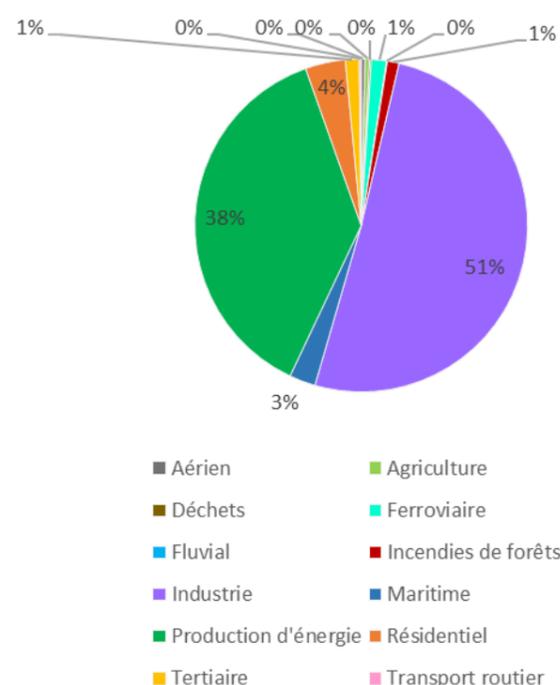


FIGURE 6 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE DE LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.1.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les sources de COVNM sont très nombreuses. Parmi les plus courantes, en lien avec l'activité humaine, sont identifiés :

- Certains procédés industriels impliquant la mise en œuvre de solvants (chimie de base et chimie fine, parachimie, dégraissage des métaux, application de peinture, imprimerie, colles et adhésifs, caoutchouc, produits d'entretien, parfums et cosmétiques, ...)
- D'autres procédés industriels n'impliquant pas de solvants (raffinage du pétrole, production de boissons alcoolisées, de pain, ...)
- L'utilisation de combustibles dans des installations de combustion de l'industrie et du secteur résidentiel/tertiaire.

Les COVNM sont également émis de manière naturelle par les plantes ou certaines fermentations. Les forêts, la végétation méditerranéenne ou encore certaines aires cultivées, par exemple, sont fortement émettrices.

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de COVNM s'élèvent à 45 502 tonnes. En 2021, les sources principales d'émissions de ces gaz sont (Cf. Figure 7) :

- Le résidentiel (49 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (31 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 5 % des émissions de COVNM dans la région PACA.

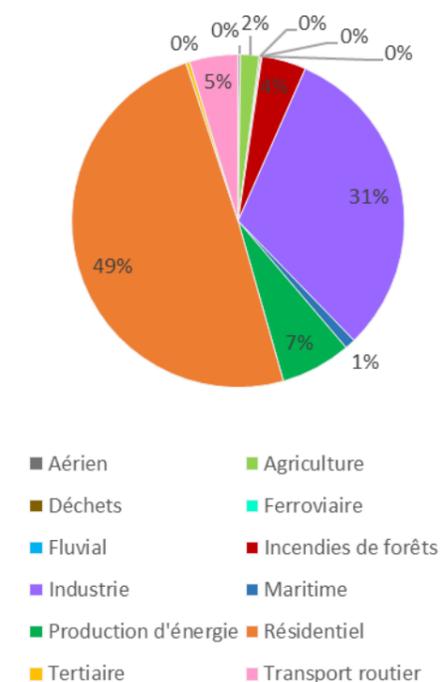


FIGURE 7 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE COVNM DE LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



### 2.2.1.4 - Les particules PM10 et PM2,5

Les activités humaines, telles que le chauffage (notamment au bois), la combustion de matières fossiles, l'incinération de déchets, les centrales thermiques et de nombreux procédés industriels (carrière, cimenterie, aciérie, fonderie, chimie fine...) génèrent d'importantes quantités de poussières. Le trafic routier (véhicules diesel surtout) et l'agriculture (labours) contribuent également aux émissions de particules fines dans l'atmosphère. De manière ponctuelle, les contributions de l'agriculture et des chantiers BTP sont à considérer, les particules pouvant être remises en suspension lors de l'exercice de ces activités (labours, passage des véhicules sur chaussées empoussiérées, ...).

Outre les origines anthropiques, il faut noter tout de même que les poussières en suspension peuvent également être d'origine naturelle (feux de forêts, érosion des sols, poussières sahariennes, éruptions volcaniques, pollens, spores...).

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de PM10 s'élèvent à 19 448 tonnes. En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 8) :

- Le résidentiel (35 %) ;
- Le transport routier (20 %) ;
- Les incendies de forêts (18 %) ;
- Les industries (hors production d'énergie) (17 %).

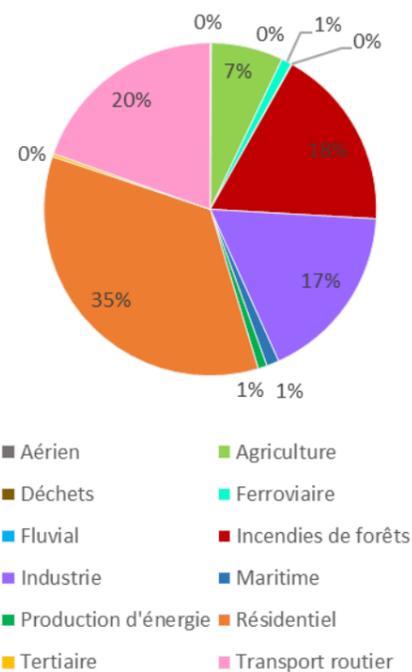


FIGURE 8 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM10 DE LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

Concernant les PM2,5, d'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales s'élèvent à 14 835 tonnes. En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 9) :

- Le résidentiel (45 %) ;
- Les incendies de forêts (19 %) ;
- Le transport routier (16 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (12 %).

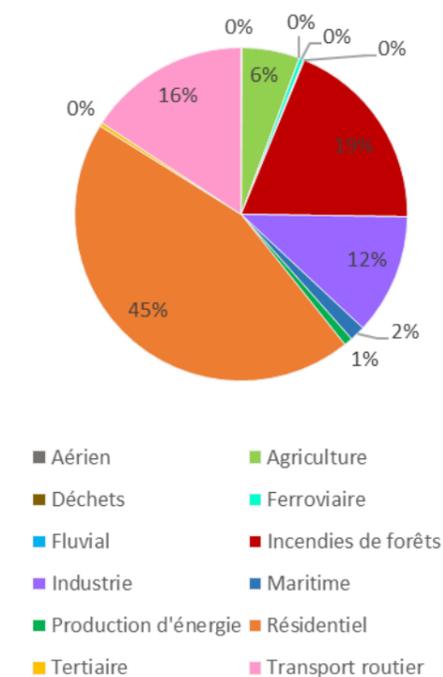


FIGURE 9 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM2,5 DE LA REGION SUD EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



### 2.2.1.5 - L'ammoniac (NH3)

Sous forme gazeuse, l'ammoniac est utilisé par l'industrie pour la fabrication d'engrais, d'explosifs et de polymères.

L'ammoniac est principalement émis par le secteur de l'agriculture (rejets organiques de l'élevage, utilisation d'engrais azotés...). La formation d'ammoniac se réalise aussi lors de la transformation des engrais azotés présents dans les sols par les bactéries.

L'ammoniac est un des précurseurs de particules secondaires.

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales d'ammoniac s'élèvent à 9 687 tonnes. En 2021, la source principale d'émissions de ce polluant est l'agriculture à 86 % (Cf. Figure 10).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 4 % des émissions d'ammoniac dans la région PACA.

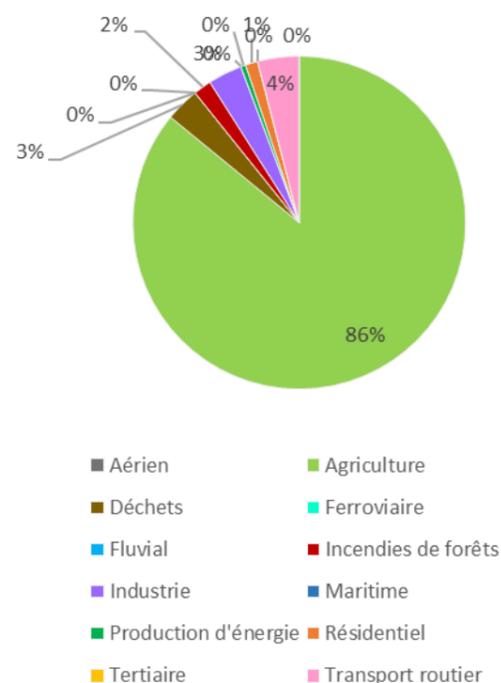


FIGURE 10 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'AMMONIAC DE LA REGION SUD EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.1.6 - Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (CO), est un gaz incolore, inodore essentiellement d'origine anthropique. Il provient de la combustion incomplète des combustibles et des carburants, la combustion complète produisant du CO<sub>2</sub>. Cette combustion se produit dans un air appauvri en oxygène.

En intérieur, ce gaz est ainsi produit par les installations de chauffage, les cuisinières, les cheminées... Le tabagisme est aussi une source de monoxyde de carbone dans l'air intérieur.

En extérieur, Les principales sources de monoxyde de carbone sont le trafic routier et le chauffage résidentiel, notamment le chauffage au bois.

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de monoxyde de carbone s'élèvent à 176 310 tonnes. En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 11) :

- Le résidentiel (45 %) ;
- Les industries (hors production d'énergie) (24 %) ;
- Les incendies de forêts (12 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 8 % des émissions de monoxyde de carbone dans la région PACA.

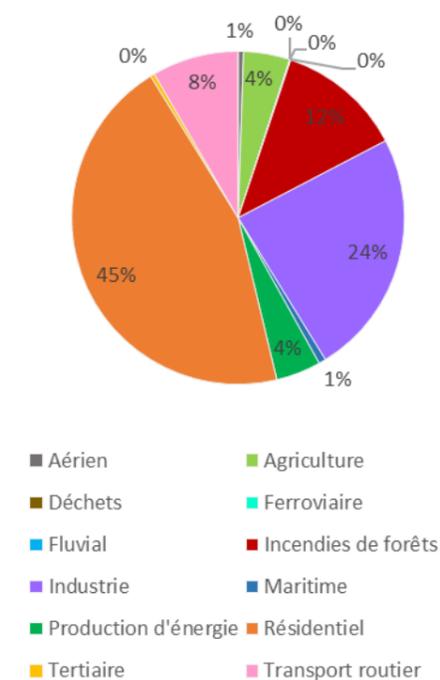


FIGURE 11 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE DE LA REGION SUD EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



### 2.2.1.7 - L'ozone (O3)

Polluant secondaire, l'ozone ayant un impact négatif sur l'environnement et la qualité de l'air, à l'échelle de la troposphère, résulte d'une réaction photochimique (sous l'effet des rayons solaires) de certains polluants primaires automobiles et industriels (NOx et COV) dans l'atmosphère. La pollution à l'ozone intervient donc essentiellement en période estivale.

La plateforme CIGALE ne présente pas les résultats concernant l'ozone.

## 2.2.2 - Émissions polluantes à l'échelle du département du Var

Les données relatives aux émissions polluantes du département du Var proviennent de l'outil CIGALE<sup>4</sup>, mis au point par ATMOSud.

### 2.2.2.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO2)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales d'oxydes d'azote s'élèvent à 10 021 tonnes (15 % des émissions régionales). En 2021, la source principale d'émissions de ce gaz est le Transport routier à 65 % (Cf. Figure 12).

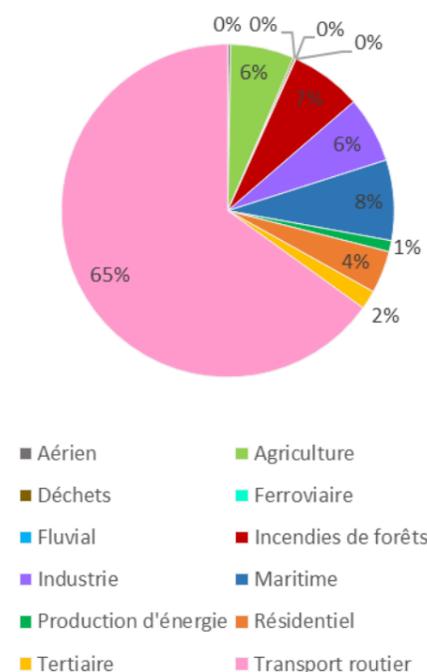


FIGURE 12 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.2.2 - Le dioxyde de soufre (SO2)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de dioxyde de soufre s'élèvent à 821 tonnes (6 % des émissions régionales). Les sources principales d'émission de ce gaz sont :

- Les industries (hors production d'énergie) (59 %) ;
- Les incendies de forêts (17 %) ;
- Le résidentiel (11 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente moins de 1 % des émissions de dioxyde de soufre dans le département du Var (Cf. Figure 13).

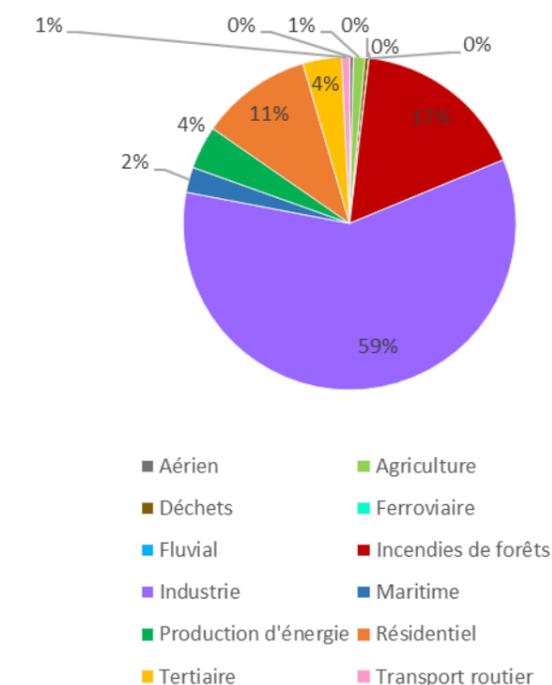


FIGURE 13 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

<sup>4</sup> Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air-climat-Energie (<https://cigale.atmosud.org/>)



### 2.2.2.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de COVNM s'élèvent à 9 872 tonnes (22 % des émissions régionales). En 2021, les sources principales d'émissions de ces gaz sont (Cf. Figure 14) :

- Le résidentiel (49 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (22 %) ;
- Les incendies de forêts (18 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 6 % des émissions de COVNM dans le département du Var.

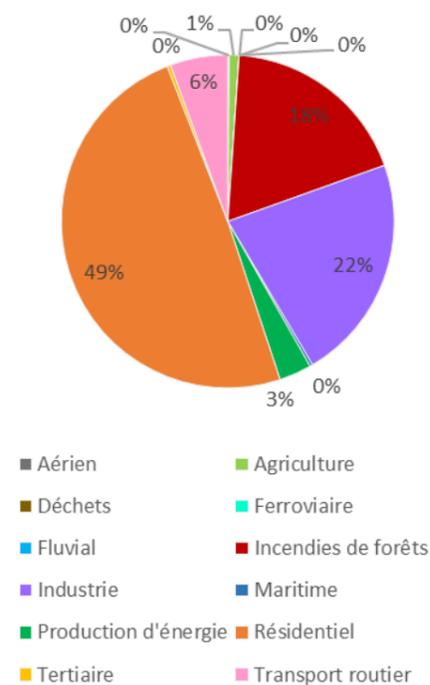


FIGURE 14 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE COVNM DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.2.4 - Les particules PM10 et PM2,5

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de PM10 s'élèvent à 6 371 tonnes (33 % des émissions régionales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 15) :

- Les incendies de forêts (50 %) ;
- Le résidentiel (23 %) ;
- Le transport routier (14 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (10 %).

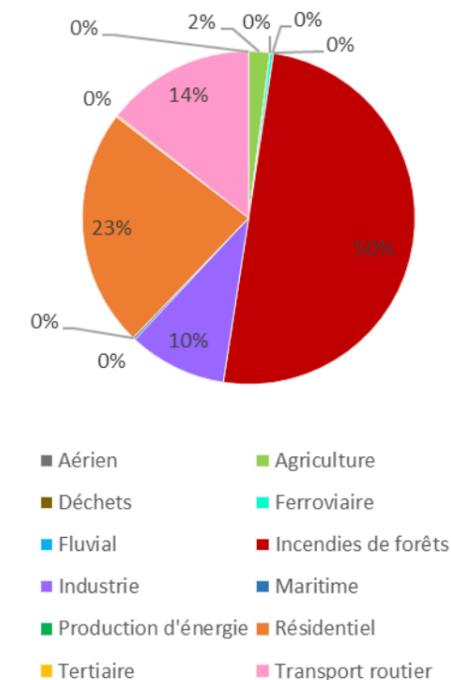


FIGURE 15 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM10 DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



Concernant les PM2,5, d'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales s'élèvent à 4 979 tonnes (34 % des émissions régionales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 16) :

- Les incendies de forêts (52 %) ;
- Le résidentiel (29 %) ;
- Le transport routier (11 %).

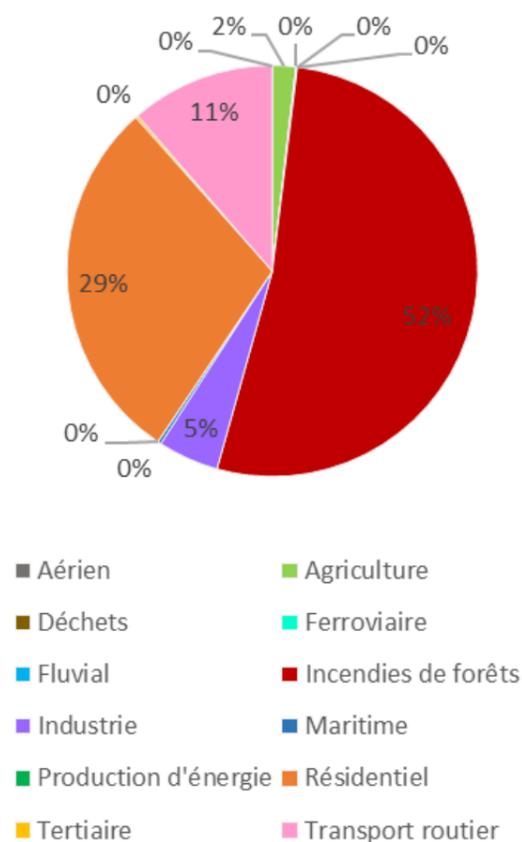


FIGURE 16 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM2,5 DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.2.5 - L'ammoniac (NH3)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales d'ammoniac s'élèvent à 1 350 tonnes (14 % des émissions régionales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 17) :

- L'agriculture (73 %) ;
- Les incendies de forêts (12 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 7 % des émissions d'ammoniac dans le département du Var.

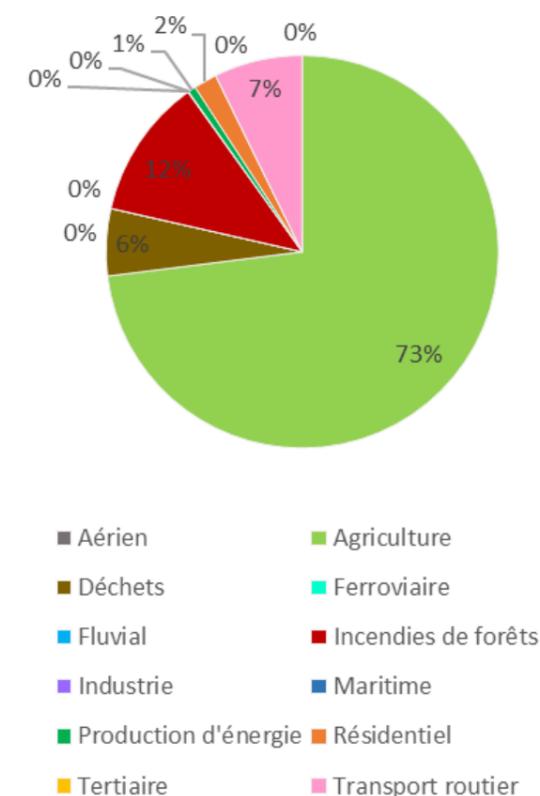


FIGURE 17 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'AMMONIAC DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



### 2.2.2.6 - Le monoxyde de carbone (CO)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, les émissions totales de monoxyde de carbone s'élèvent à 44 759 tonnes (25 % des émissions régionales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce polluant sont (Cf. Figure 18) :

- Les incendies de forêts (12 %) ;
- Le résidentiel (40 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 9 % des émissions de monoxyde de carbone dans le département du Var.

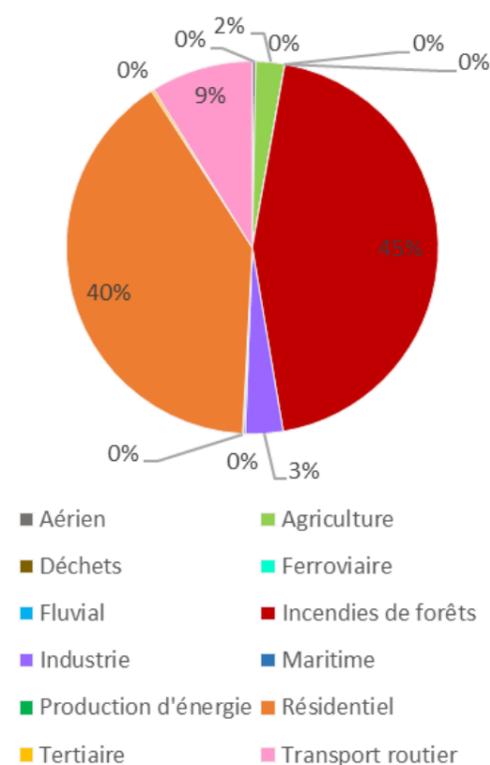


FIGURE 18 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE DU VAR EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.3 - Émissions polluantes à l'échelle de l'EPCI et des communes concernées

La représentation des émissions polluantes à l'échelle des communes a été couplée à celle à l'échelle de l'EPCI : la métropole Toulon Provence Méditerranée.

Les émissions polluantes recensées sur la métropole Toulon Provence Méditerranée et les communes étudiées – La Garde, Ollioules, La Seyne-sur-Mer, Toulon et la Valette-du-Var – sont illustrées ci-dessous.

#### 2.2.3.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO2)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales d'oxydes d'azote s'élèvent à 3 107 tonnes (31 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 19) :

- Le transport routier (56 %) ;
- Le transport maritime (25 %).

Les émissions d'oxydes d'azote (Cf. Figure 20) proviennent essentiellement de la commune de Toulon (38 % des émissions totales de la métropole) et, en particulier, des secteurs du transport maritime et de l'industrie (30 % des émissions totales de la métropole).

Habituellement, le principal émetteur de dioxyde d'azote est le transport routier. Toutefois, le transport maritime est un émetteur important de dioxyde d'azote dans les communes de La Seyne-sur-Mer et de Toulon (respectivement 54 % et 40 % des émissions de ces communes). Au regard des autres communes, le dioxyde d'azote demeure l'émetteur principal (77 % à 90 % des émissions totales).

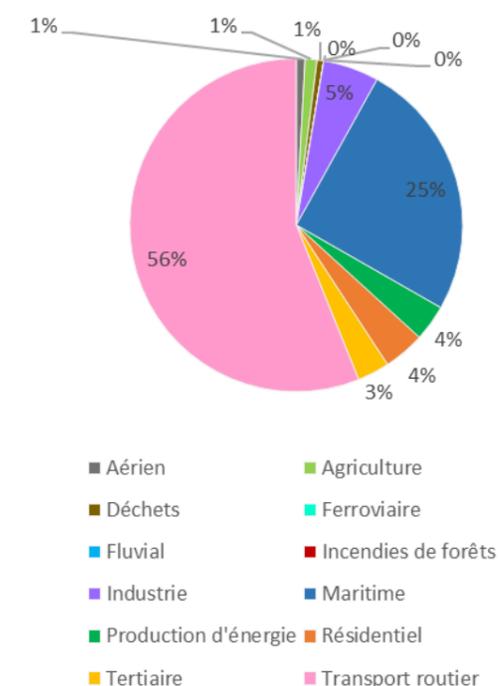


FIGURE 19 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE DE LA METROPOLE TOULON PRO- VENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



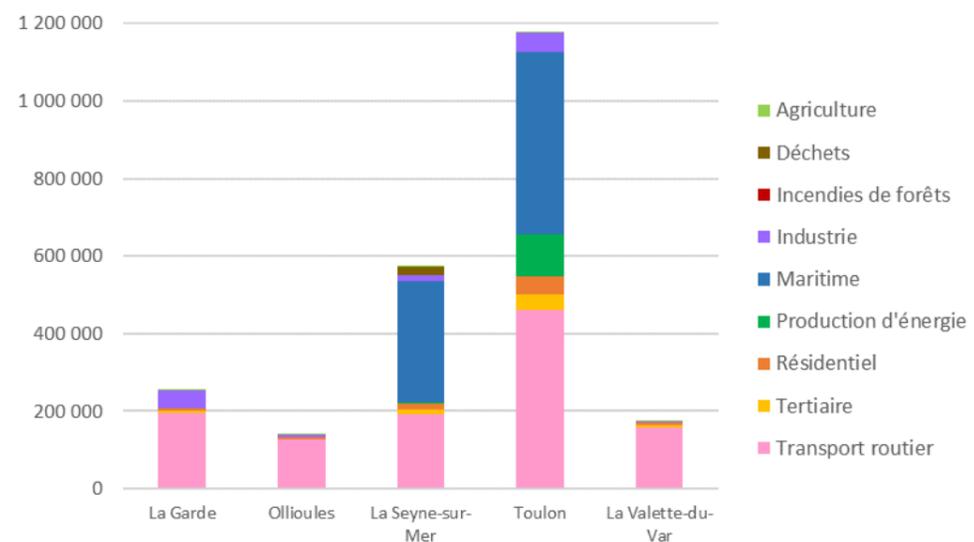


FIGURE 20 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.3.2 - Le dioxyde de soufre (SO2)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales de dioxyde de soufre s'élèvent à 230 tonnes (28 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 21) :

- L'industrie (hors production d'énergie (57 %) ;
- La production d'énergie (15 %) ;
- Le résidentiel (10 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente moins de 1 % des émissions de dioxyde de soufre sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée.

Les émissions de dioxyde de soufre (Cf. Figure 22) proviennent essentiellement des communes de La Garde et de La Seyne-sur-Mer (respectivement 40 % et 25 % des émissions totales de la métropole) et, en particulier pour la commune de La Garde, de l'industrie (38,5 % des émissions totales de la métropole).

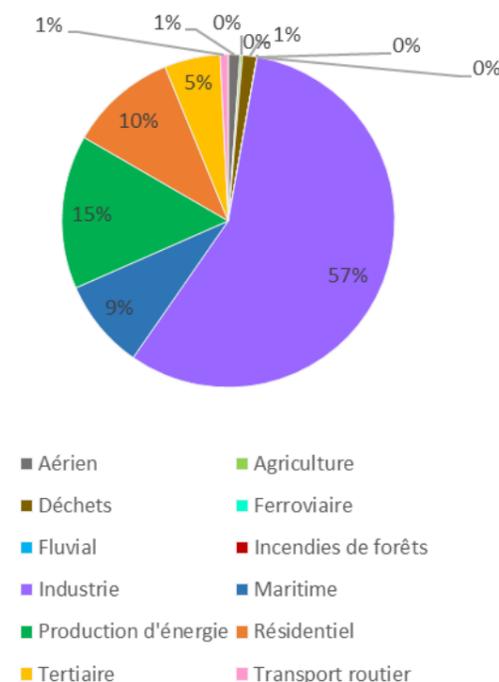


FIGURE 21 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE DE LA METROPOLE TOULON PROVENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

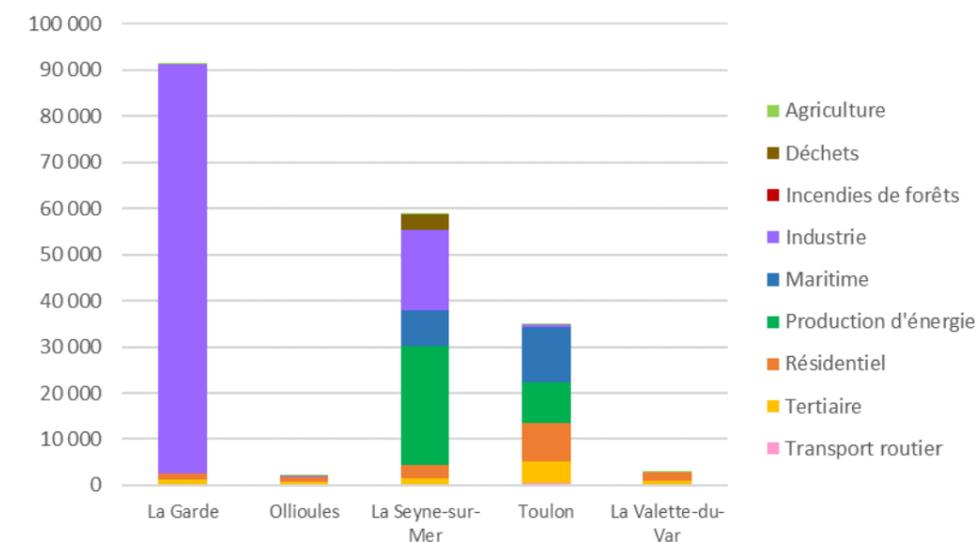


FIGURE 22 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



### 2.2.3.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales de COVNM s'élèvent à 2 523 tonnes (26 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 23) :

- Le résidentiel (56 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (30 %).

La part des émissions du secteur du Transport routier représente 8 % des émissions de COVNM sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée.

Les émissions de COVNM (Cf. Figure 24) proviennent plutôt de la commune de Toulon (36 % des émissions totales de la Métropole).

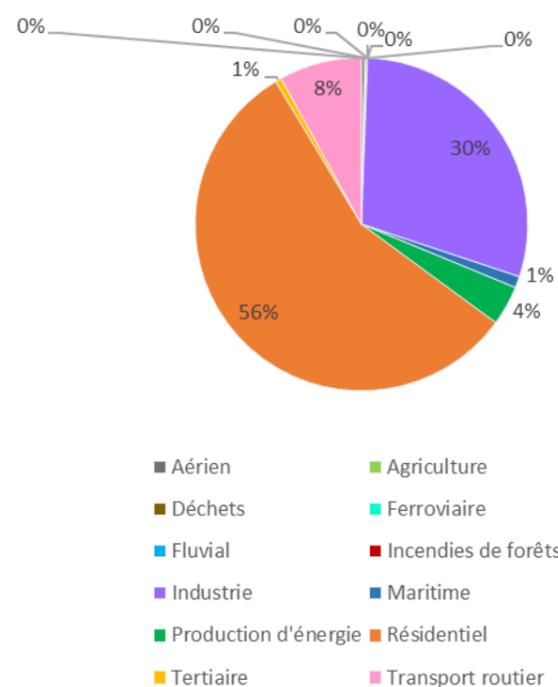


FIGURE 23 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE COVNM DE LA METROPOLE TOULON PROVENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

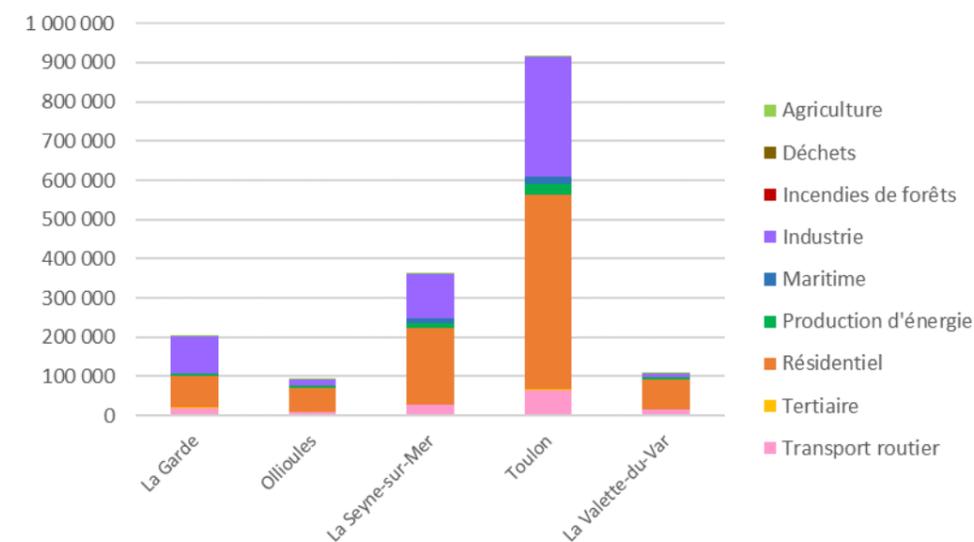


FIGURE 24 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE COVNM DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.3.4 - Les particules PM10 et PM2,5

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales de PM10 s'élèvent à 732 tonnes (11,5 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 25) :

- Le résidentiel (42 %) ;
- Le transport routier (36 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (18 %).

Les émissions de PM10 (Cf. Figure 26) proviennent plutôt de la commune de Toulon (26 % des émissions totales de la métropole) et dans une moindre mesure, des communes de La Garde et de La Seyne-sur-Mer (respectivement 12 % et 11 % des émissions totales de la métropole).



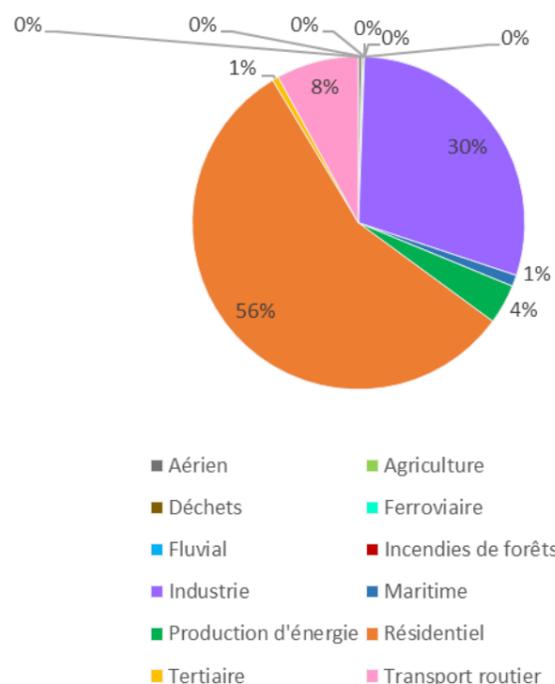


FIGURE 25 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM10 DE LA METROPOLE TOULON PROVENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

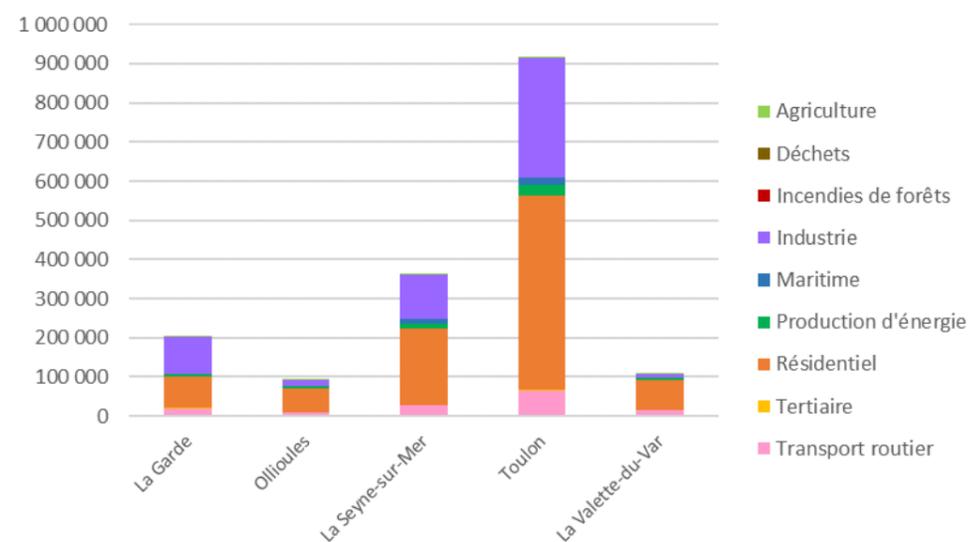


FIGURE 26 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM10 DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales de PM2,5 s'élèvent à 538 tonnes (11 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 27) :

- Le résidentiel (55 %) ;
- Le transport routier (30 %) ;
- L'industrie (hors production d'énergie) (10 %).

Les émissions de PM2,5 (Cf. Figure 28) proviennent plutôt de la commune de Toulon (26 % des émissions totales de la métropole) et dans une moindre mesure, des communes de La Seyne-sur-Mer et de La Garde (respectivement 12 % et 11 % des émissions totales de la Métropole).

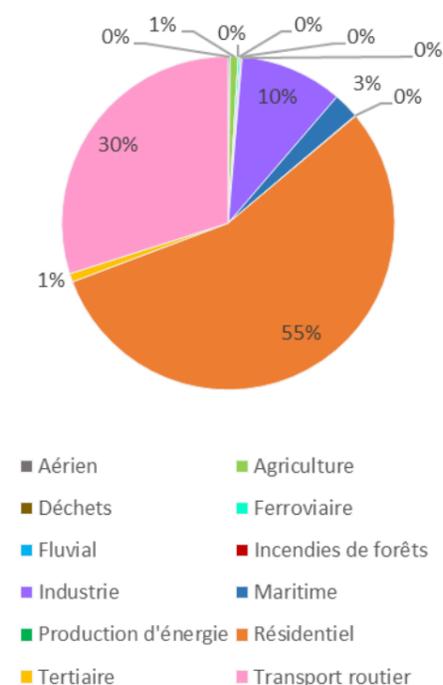


FIGURE 27 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM2,5 DE LA METROPOLE TOULON PROVENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



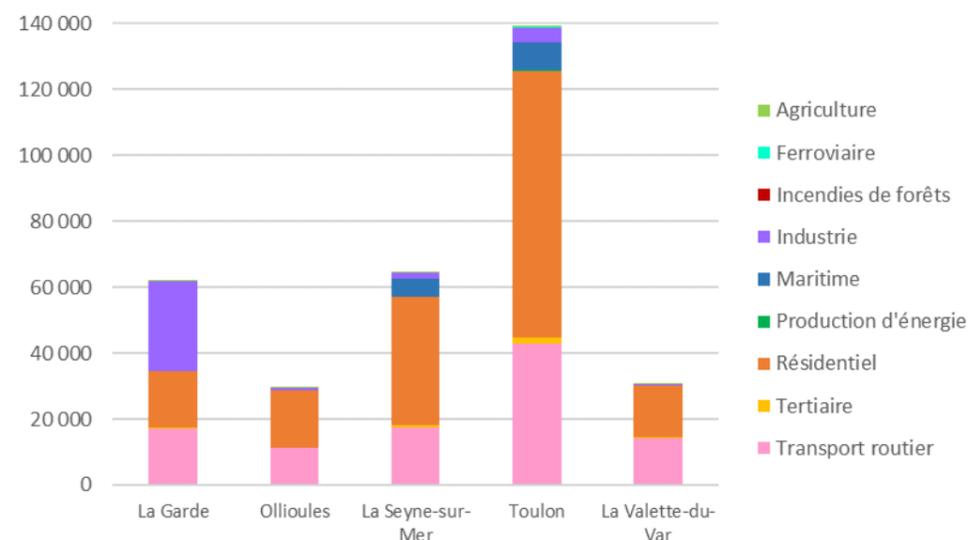


FIGURE 28 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE PM2,5 DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.3.5 - L'ammoniac (NH3)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales d'ammoniac s'élèvent à 99 tonnes (7 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 29) :

- L'agriculture (51 %) ;
- Le transport routier (27 %).

Les émissions d'ammoniac (Cf. Figure 30) proviennent principalement de la commune de Toulon (18 % des émissions totales de la métropole) et plus particulièrement en lien avec la production d'énergie présente sur le territoire de la commune.

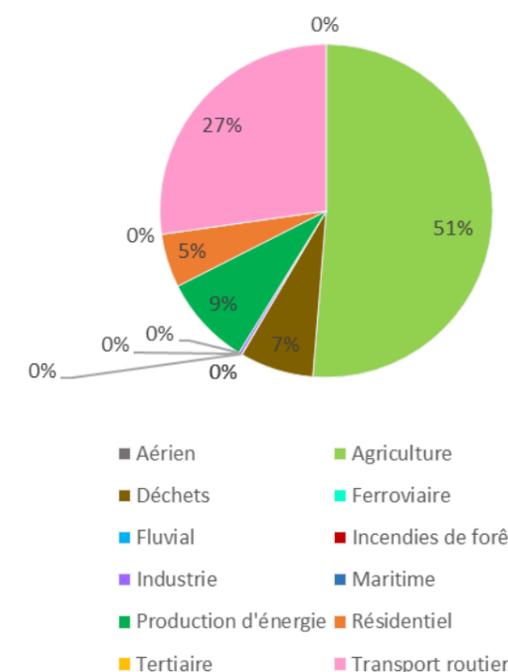


FIGURE 29 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'AMMONIAC DE LA METROPOLE TOULON PROVENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

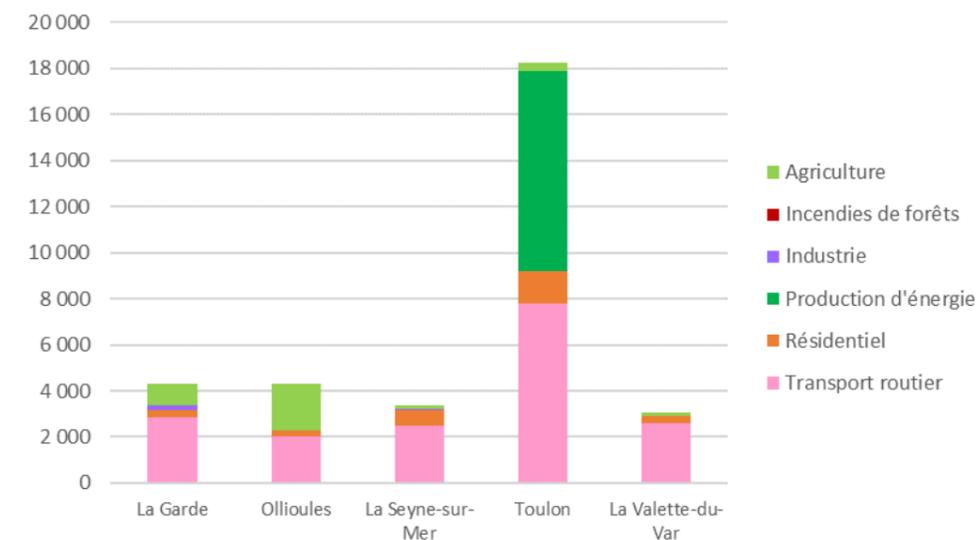


FIGURE 30 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS D'AMMONIAC DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



### 2.2.3.6 - Le monoxyde de carbone (CO)

D'après la plateforme CIGALE, en 2021, sur le territoire de la métropole Toulon Provence Méditerranée, les émissions totales de monoxyde de carbone s'élèvent à 5 098 tonnes (11 % des émissions départementales). En 2021, les sources principales d'émissions de ce gaz sont (Cf. Figure 31) :

- Le résidentiel (68 %) ;
- Le transport routier (20 %).

Les émissions de monoxyde de carbone (Cf. Figure 32) proviennent principalement des communes de Toulon, La Seyne-sur-Mer et La Garde (respectivement 23,5 %, 13 % et 10 % des émissions totales de la Métropole).

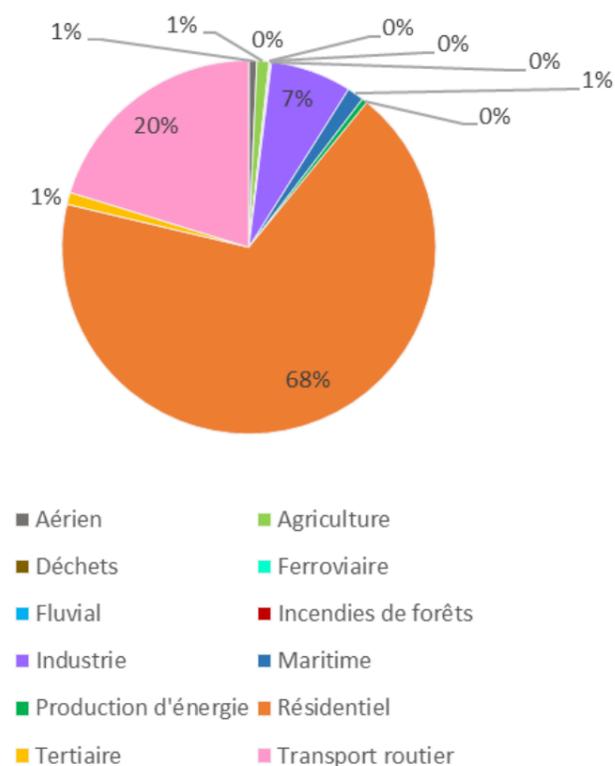


FIGURE 31 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE DE LA METROPOLE TOULON PROVENCE MEDITERRANEE EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)



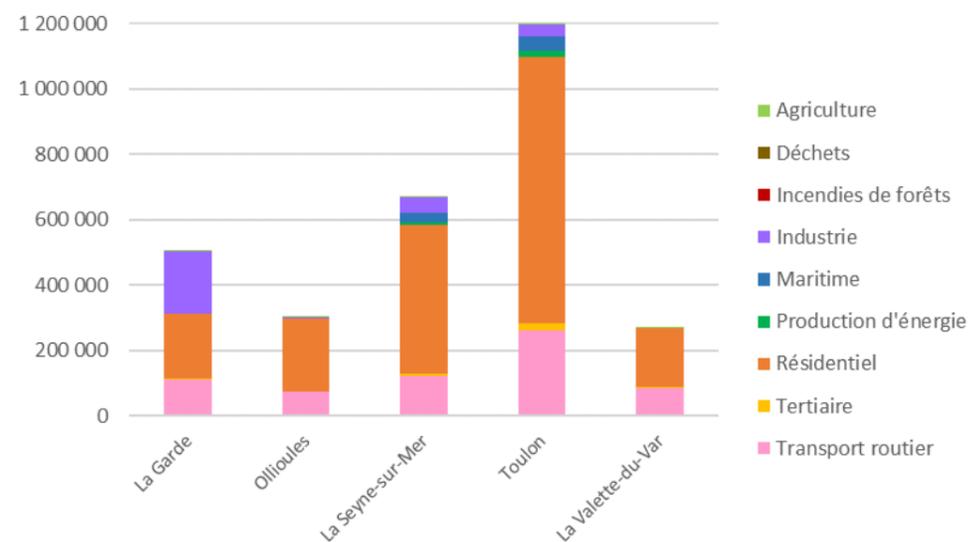


FIGURE 32 : CONTRIBUTION DES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE AUX EMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE DES COMMUNES RETENUES EN 2021 (EN KG) (SOURCE : ATMO SUD – EGIS)

### 2.2.4 - Sources d'émissions dans la zone d'étude

Deux sources d'émissions industrielles, recensées au titre des émissions dans l'air, sont situées dans les communes retenues, dont une dans la bande d'étude sur la commune de Toulon.

Les émissions de ces sites industriels, localisés sur la Figure 33, sont détaillées dans le Tableau 7.

Au-delà de ces sources industrielles, les trafics routiers, le transport maritime, le transport aérien et le secteur résidentiel / tertiaire constituent les principales sources d'émissions de polluants atmosphériques dans la zone d'étude, comme il a été précisé au paragraphe 2.2.3 - Émissions polluantes à l'échelle de l'EPCI et des communes concernées.

Polluants	La Seyne-sur-Mer		Toulon	
	VEOLIA EAU INCINÉRATEUR CEO CAP SICIÉ Station d'épuration des eaux du Cap Sicié Collecte et traitement des eaux usées		SAS ZEPHIRE Chemin Gaëtan Gastaldo Traitement et élimination des déchets non dangereux	
CO <sub>2</sub> total (d'origine biomasse et non biomasse)	en t		164 200	
	année		2021	
CO <sub>2</sub> d'origine biomasse	en t		82 100	
	année		2021	
CO <sub>2</sub> d'origine non biomasse	en t		82 100	
	année		2021	
Acide fluorhydrique (HF)	en kg	67,6		
	année	2006		
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	en t		12	
	année		2020	
Antimoine (Sb)	en kg	0,35		
	année	2006		
Cadmium (Cd)	en kg	19		
	année	2003		
Chlore et composés inorganiques (en tant que HCl)	en t	7,25	12,8	
	année	2003	2018	
Chrome (Cr)	en kg		172	
	année		2018	
Cobalt (Co)	en kg	1,76		
	année	2006		
Fluor (F)	en t	30,7	1,53	
	année	2003	2003	
Mercure (Hg)	en kg	15,2		
	année	2004		
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> / NO <sub>2</sub> )	en t		107	
	année		2021	
Zinc	en kg		237	
	année		2020	

Source : Ministère de la transition écologique et solidaire - Géorisques

TABLEAU 7 : ÉMISSIONS ATMOSPHERIQUES INDUSTRIELLES DANS LES COMMUNES





FIGURE 33 : SOURCES D'EMISSIONS ATMOSPHERIQUES (SOURCE : MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE – GEORISQUES – BD TOPO IGN – EGIS)



## 2.3 - Qualité de l'air

### 2.3.1 - Surveillance permanente de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

#### 2.3.1.1 - Réseau de surveillance

La surveillance permanente de la qualité de l'air en Provence-Alpes-Côte d'Azur est réalisée par l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA), ATMOSud. Cette association fait partie du dispositif national de surveillance et d'information de la qualité de l'air, composé de 19 AASQAs, conformément au code de l'environnement (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie du 30 décembre 1996 codifiée) et à la loi Grenelle II qui a requis leur régionalisation.

L'association ATMOSud<sup>5</sup> compte 50 sites de mesures fixes dont 10 dans le département du Var.

Les stations de la région PACA sont représentées sur la Figure 34.

La qualité de l'air varie tout autant que les paysages rencontrés. En fonction de l'environnement, la population n'est pas exposée aux mêmes polluants, ni aux mêmes concentrations :

- **Les zones urbanisées** – Aix-Marseille, Nice, Toulon et Avignon sont les quatre unités urbaines principales de la région. Trois de ces villes font parties des dix plus grandes de France. La façade côtière est très urbanisée, près de 3 habitants sur 4 vivent à moins de 20 km de la mer. Les niveaux de concentration des polluants sont assez élevés du fait des nombreuses sources d'émissions d'origine industrielle, résidentielle ou liée aux transports routiers rassemblées en un même territoire ;
- **Les transports** – la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est un carrefour important du trafic de transit à travers la France, elle compte deux axes majeurs de transit, l'axe nord-sud et l'axe Espagne – France – Italie. La région possède également deux aéroports internationaux, l'Aéroport Marseille Provence à Marignane et l'aéroport Nice Côte d'Azur. Le trafic maritime est également important, en particulier pour les ports de Marseille, Nice et Toulon. Ces différents modes de transport sont fortement utilisés durant toute l'année du fait de l'attractivité touristique de la région (350 000 touristes en moyenne et plus de 800 000 au mois d'août). L'évolution technologique des carburants et des moteurs a permis de diminuer notablement les émissions routières de certains polluants (dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, plomb et benzène) mais d'autres émissions persistent voire augmentent (dioxyde d'azote et particules) ;
- **Les industries** – de nombreuses et importantes sources de pollution industrielles sont localisées aux abords de l'étang de Berre et impactent l'ensemble des Bouches-du-Rhône et les départements limitrophes. Les substances rejetées dans l'air par les industries sont très nombreuses et seules quelques-unes sont des polluants réglementés dans l'air ambiant, même si d'autres sont potentiellement toxiques ;
- **Le milieu rural** – il regroupe ce qui n'est pas urbain, trafic ou industriel, c'est-à-dire les zones boisées et agricoles, mais aussi les petites agglomérations et les grands espaces montagnards. Ce domaine est d'autant plus sensible aux émissions naturelles qu'il subit moins les émissions d'origine anthropique hormis celles directement issues de l'agriculture. Les polluants rencontrés en quantité importante diffèrent, pour certains des trois précédents environnements de vie : COVNM (forêts de conifères), méthane, ammoniac et protoxyde d'azote (agriculture).

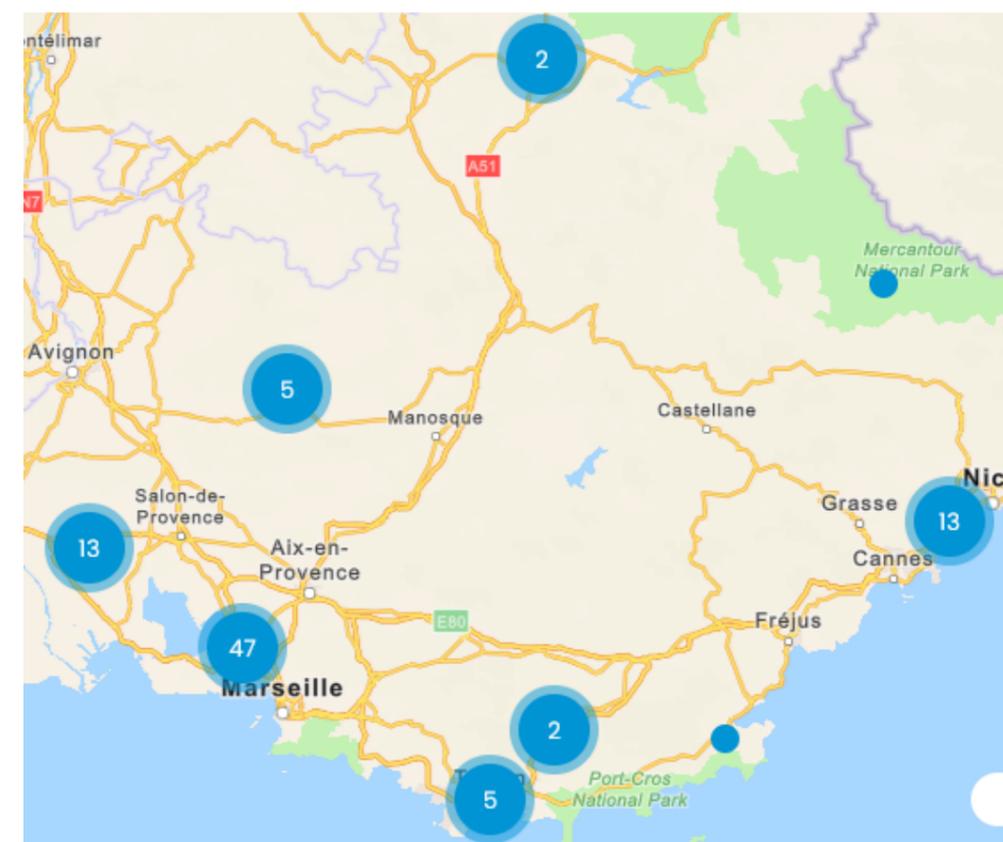


FIGURE 34 : RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA REGION PACA

#### 2.3.1.2 - Qualité de l'air à l'échelle régionale

D'après ATMOSud, dans la région la qualité de l'air tend à s'améliorer depuis les 20 dernières années. Cette amélioration est attribuée à une réduction des émissions dans tous les secteurs d'activité (Cf. Figure 35). Le dioxyde de soufre est le polluant qui a connu la plus importante baisse avec une diminution de près de 90 % au cours des 20 dernières années. Les PM10, PM2.5 et NO<sub>2</sub> sont en recul de l'ordre de 40 à 50 %. À noter que les concentrations d'ozone sont quasi stables durant cette même période.

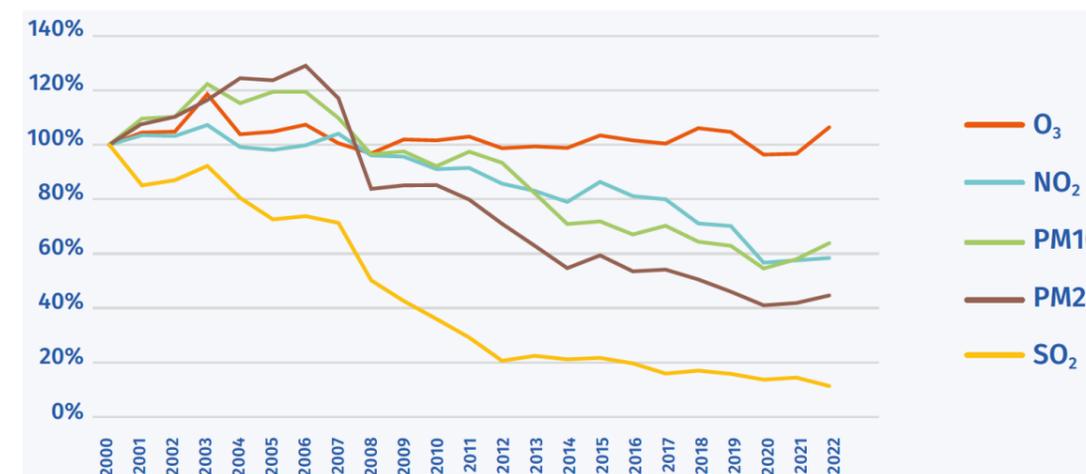


FIGURE 35 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS REGLEMENTES PAR RAPPORT A L'ANNEE 2000 (SOURCE : ATMOSUD)

<sup>5</sup> D'après le Bilan d'activités 2022 – ATMO Sud - 2023



Les moyennes annuelles 2022 relevées par ATMOSud sur les stations régionales sont présentées dans le Tableau 8.

Pour la première fois, le seuil réglementaire pour le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> est respecté en 2022 sur toutes les stations de mesure d'ATMOSud. Les autres polluants (dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, particules PM10 et PM2.5, benzène, hydrocarbures aromatiques polycycliques et métaux) respectaient déjà leurs valeurs réglementaires respectives.

L'objectif de qualité de :

- 30 µg/m<sup>3</sup> pour les PM10 n'est toutefois pas respecté sur les stations de Marseille Jean Moulin (38,3 µg/m<sup>3</sup>), Marseille Rabatau (35,9 µg/m<sup>3</sup>) et Avignon Rocade CDG (32,6 µg/m<sup>3</sup> sur 3 mois uniquement disponible) ;
- 10 µg/m<sup>3</sup> pour les PM2,5 n'est toutefois pas respecté sur 17 des 25 stations mesurant ce polluant ;
- 2 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène n'est toutefois pas respecté sur la station de la Vallée de l'Huveaune (2,1 µg/m<sup>3</sup>).

Par ailleurs, les lignes directrices OMS sont dépassées pour :

- Le dioxyde d'azote (10 µg/m<sup>3</sup>) et l'ensemble des stations régionales à l'exception des stations de Manosque (8,7 µg/m<sup>3</sup>) et de l'Esterel (8,8 µg/m<sup>3</sup>) ;
- Les particules PM10 (15 µg/m<sup>3</sup>) et l'ensemble des stations régionales à l'exception de la station de l'Observatoire de Haute-Provence (11,4 µg/m<sup>3</sup>) ;
- Les particules PM2,5 (5 µg/m<sup>3</sup>) et l'ensemble des stations régionales ;

L'ozone, quant à lui, reste une problématique chronique pour l'ensemble de la région. La valeur cible pour la protection de la santé (120 µg/m<sup>3</sup> 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) a de nouveau été largement dépassée en 2022 sur une majeure partie de la région, sans que les valeurs moyennes annuelles n'en soient affectées.

		Dioxyde d'azote µg/m <sup>3</sup> VL = 40 OQ = 40 OMS = 10	Dioxyde de soufre µg/m <sup>3</sup> VL = 40 OQ = 50 OMS = 40	Benzène µg/m <sup>3</sup> VL = 5 OQ = 2	PM10 µg/m <sup>3</sup> VL = 40 OQ = 30 OMS = 15	PM2,5 µg/m <sup>3</sup> VL = 25 OQ = 10 OMS = 5	Ozone µg/m <sup>3</sup> SP = 120	Ammoniac µg/m <sup>3</sup>	Arsenic ng/m <sup>3</sup> VC = 6	Nickel ng/m <sup>3</sup> VC = 20	Cadmium ng/m <sup>3</sup> VC = 5	Benzo(a) pyrène ng/m <sup>3</sup> VC = 1
Alpes-de-Haute-Provence	Manosque	8.7			15.9	9.3	67.5					
	Observatoire de Haute-Provence				11.4	6.6	85.9					
Hautes-Alpes	Gap Commanderie	16.1			19.9	12.5	53.1					
	Gap Jean Jaurès	22.8			17.9	10.0						
	Antibes Jean Moulin	22.7					55.7					
Alpes-Maritimes	Cannes Broussailles	17.4			16.3	10.0	66.4					
	Cheiron						87.0					
	Cians						78.4					
	Contes	11.2			22.5							
	Nice Arson	25.2			19.2	10.4	52.6					
	Nice Aéroport	15.7			20.2	9.3	56.6					
	Nice Botanique						72.7					
	Nice Port Quai du Commerce	27.9	0.7		20.4		53.5					
	Nice Promenade des Anglais	26.5			28.7	11.2						
	Peillon				23.7	12.6						
Bouches-du-Rhône	Aix Ecole d'Art	17.8			19.5	9.5						
	Aix Platanes						60.1					
	Aix Roy René	27.8			23.1							
	Arles	14.9			19.0		63.1					
	Aubagne Les Passons	14.8					66.5					
	Berre-l'Étang			1.7			65.9					
	Bouc-Bel-Air LFG Sousquières	16.4	1.9		18.7	10.5						
	Cabriès											
	Châteauneuf-la-Mède				23.3							
	Fos Carabins		1.1	1.0		9.7						
	Fos Hauteure		3.7									
	Fos-sur-Mer			1.2								
	Gardanne				23.0	12.7						
	Istres						65.2					
	Marignane	19.1			22.2	12.2	56.6					
Bouches-du-Rhône	Marseille - Château Saint-Antoine			1.4								
	Marseille Jean Moulin	35.9			38.3							
	Marseille L2 Kaddouz	35.8			25.7							
	Marseille Longchamps	23.2			20.5	10.7	57.7					
	Marseille Place Vermeuil	32.4	1.5		19.3	10.4						
	Marseille Rabatau	39.4			35.9	12.5						
	Marseille Saint-Louis	31.4			25.8	11.9						
	Martigues Caravelle			0.8								
	Martigues Gatasse		1.5									
	Martigues Laurons		1.7									
	Martigues Lavéra		3.1	1.0								
	Martigues Notre-Dame-des-Marins		1.0				74.0					
	Port-de-Bouc La Lègue		2.9		24.1	9.5					0.12	
	Port-de-Bouc Milan	20.9										
	Port-Saint-Louis-du-Rhône				20.1							
QAPA - Stock Coke			0.8									
Rognac Barjaquets					8.0	67.8						
Saint-Chamas - Mas du Roseau								0.42		0.05	0.78	
Salon	11.9			17.9	10.4	65.0						
Sausset-les-Pins		2.1				75.2						
Septèmes-lès-Vallons - 18 avenue Nelson Mandela	19.8						0.2	0.27				
Septèmes-lès-Vallons - 67 avenue Baptistin Raphaël	21.3											
Var	Vallée de l'Huveaune			2.1			54.2					
	Brignoles				18.0		66.1					
	Esterel	8.8			19.8	10.5	62.1					
	Hyères				17.9		73.9					
	La Seyne Genoud	15.1										
	Plan d'Aups - Sainte-Baume						83.4					
	Toulon Claret	18.8			22.3	8.6	64.9					
Vaucluse	Toulon Foch	31.1			27.3							
	Toulon TCA	32.9	1.1			10.8						
	Apt						60.7					
	Avignon Mairie	13.7			18.9	11.5	60.9					
	Avignon Rocade CDG	35.0			32.6							
Vaucluse	Avignon Semard	24.3			23.4							
	Carpentras						63.6					
	Le Pontet	15.5						0.44	0.83	0.13	0.27	

Source : ATMOSud

TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS MOYENNES POUR L'ANNEE 2022 SUR LES STATIONS ATMO SUD

La lecture du Tableau 8 s'appuie sur les indications suivantes :

- Les valeurs en rouge concernent les dépassements des valeurs limites (VL), des valeurs cibles (VC) ou du seuil de protection pour la santé (SP) ;
- Les valeurs en orange concernent les dépassements des objectifs de qualité (OQ) ;
- Les valeurs en bleu concernent les dépassements des recommandations de l'OMS ;
- Les données sont incomplètes sur l'année 2022 pour les stations :



- Nice Aéroport – absence de données pour les PM<sub>2,5</sub> de mai à novembre ;
- Berre-l'Étang – absence de données pour le benzène de janvier à mars et en novembre ;
- Martigues Caravelle – absence de données pour le benzène de janvier à juin et d'octobre à novembre ;
- Port-de-Bouc Milan – absence de données pour le dioxyde d'azote de janvier à mars ;
- QAPA – Stock Coke – absence de données pour le benzène de janvier à juin et d'octobre à novembre ;
- Rognac Barjaquets – absence de données pour l'ozone de janvier à juin ;
- Toulon TCA – absence de données pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et les PM<sub>2,5</sub> de novembre à décembre ;
- Avignon Rocade CDG – absence de données pour le dioxyde d'azote et les PM<sub>10</sub> de janvier à septembre.

Les images de Figure 36 à Figure 39 montrent les modélisations réalisées par ATMOSud en dioxyde d'azote, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> et en ozone à l'échelle de la région. Ces cartes sont accessibles sur la plateforme open data d'ATMOSud<sup>6</sup>. La dernière année disponible à ce jour est 2021.

Concernant le dioxyde d'azote, les concentrations les plus élevées sont localisées à proximité d'axes routiers à fort trafic ainsi que dans les grandes villes (Cf. Figure 36). À noter des dépassements de la valeur limite (40 µg/m<sup>3</sup>) sur l'A57 et A8. Quelques dépassements sont à signaler dans les centres-villes de Marseille et de Nice.

Pour les particules fines PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub><sup>7</sup>, les concentrations sont plus élevées le long du littoral (forte densité) et sur la partie ouest de la région surtout pour les PM<sub>2,5</sub> (Cf. Figure 37 et Figure 38). À noter des dépassements de la valeur limite (40 µg/m<sup>3</sup>) sur l'A57 et A8. Quelques dépassements sont à signaler dans le centre-ville de Marseille.

Pour l'ozone (Cf. Figure 39), des dépassements de la valeur réglementaire ont été enregistrés sur les côtes et les massifs non alpins (dépassement de la valeur réglementaire de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par an).

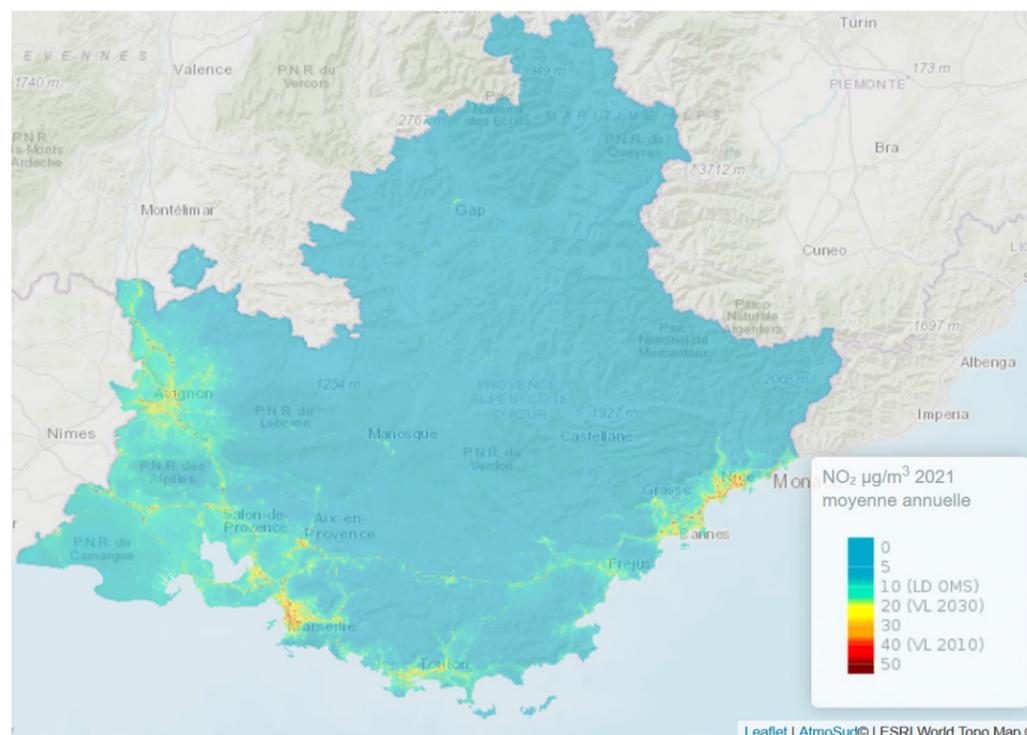


FIGURE 36 : ESTIMATION DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMOSUD)

<sup>6</sup> <https://opendata.atmosud.org/viewer.php?categorie=modelisation>

<sup>7</sup> AtmoSud ne fournit aucune légende pour la modélisation du PM<sub>2,5</sub>, toutefois les dépassements de la valeur limite sont indiqués

par la couleur rouge comme pour les autres polluants



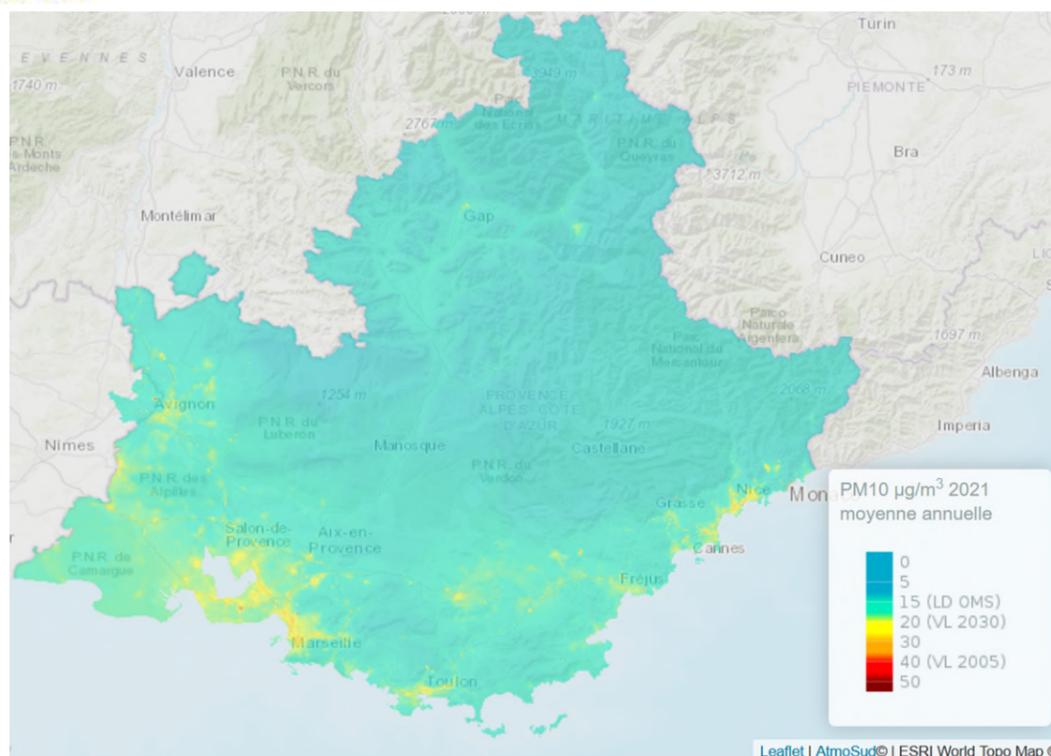


FIGURE 37 : ESTIMATIONS DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN PM10 DANS LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD)

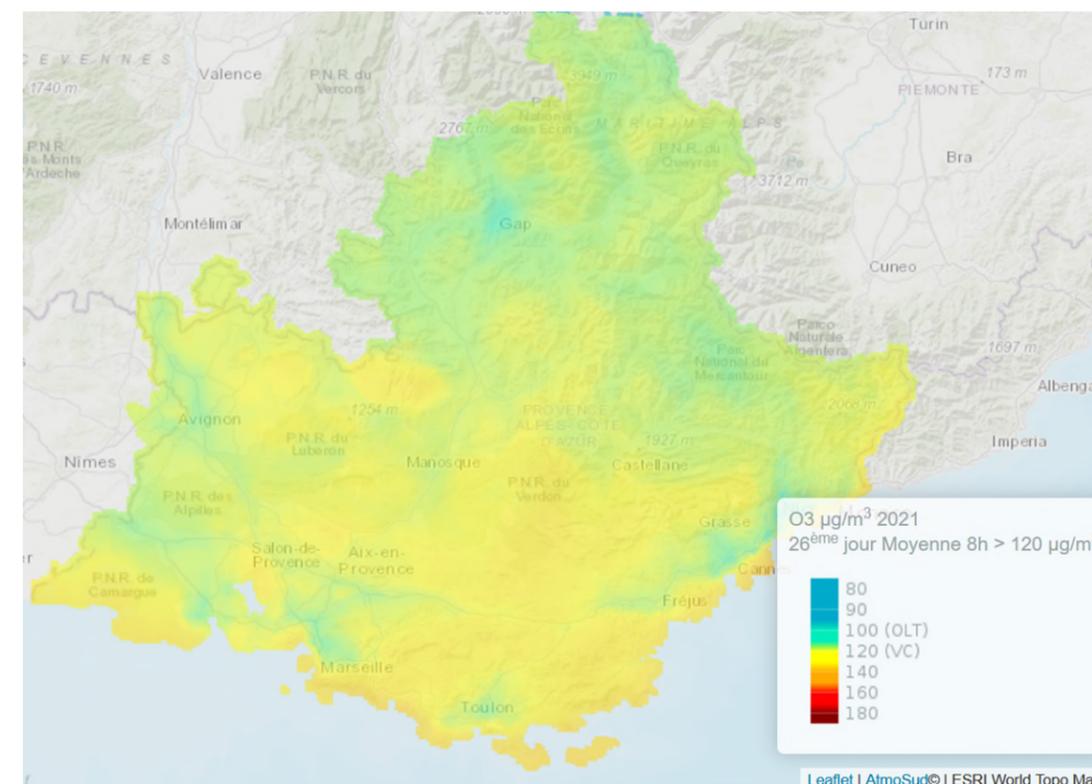


FIGURE 39 : ESTIMATION DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN OZONE LE 26<sup>ÈME</sup> JOUR MOYEN (SUR 8H) DANS LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD)

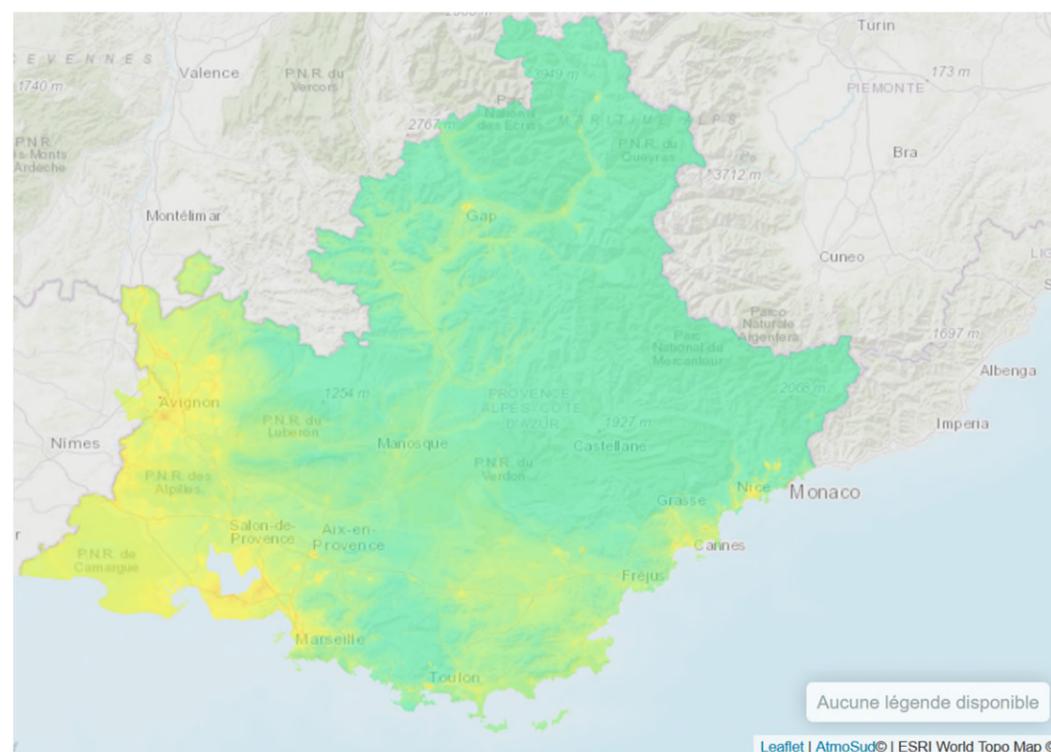


FIGURE 38 : ESTIMATIONS DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN PM2,5 DANS LA REGION PACA EN 2021 (SOURCE : ATMO SUD)

### 2.3.1.3 - Qualité de l'air à l'échelle de la zone d'étude

D'après les modélisations d'ATMOsud, à l'échelle de la zone d'étude, les teneurs en dioxyde d'azote sont les plus élevées le long des grands axes routiers (A50, A57 et A570 notamment). Des dépassements de valeur limite réglementaires ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont observés le long de ces axes. Des teneurs moyennes, comprises entre  $20$  et  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sont situées au niveau des centres urbains (Toulon, La Seyne-sur-Mer, La Garde, ...) (Cf. Figure 40).

Pour les particules PM10 et PM2,5<sup>8</sup>, les modélisations d'ATMOsud montrent que les normes réglementaires sont respectées sur l'ensemble de la zone d'étude exceptés sur certaines portions de l'A50 et A57 (Cf. Figure 41 et Figure 42).

Enfin, pour l'ozone, la zone d'étude est peu concernée par des dépassements de la valeur réglementaire à l'exception d'une tendance haute sur le littoral immédiat (dépassement de la valeur réglementaire de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par an) (Cf. Figure 43).

<sup>8</sup> AtmoSud ne fournit aucune légende pour la modélisation du PM2,5, toutefois les dépassements de la valeur limite sont indiqués

par la couleur rouge comme pour les autres polluants



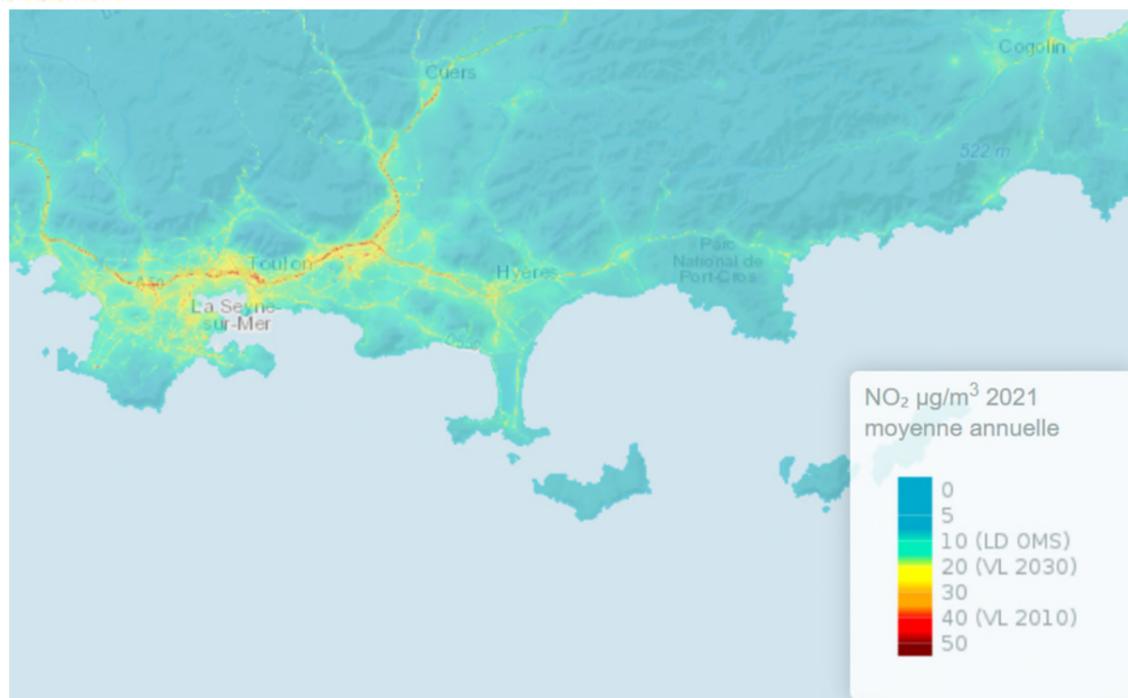


FIGURE 40 : ESTIMATION DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN DIOXYDE D'AZOTE A L'ECHELLE DE LA ZONE D'ETUDE  
SOURCE : ATMOSUD

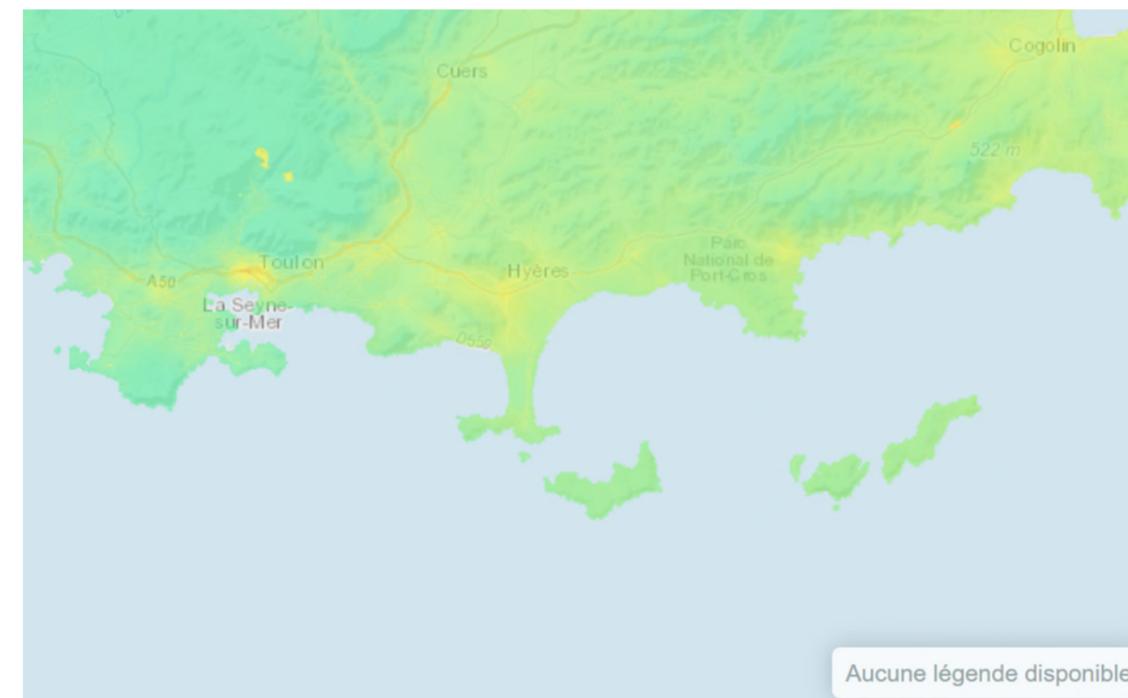


FIGURE 42 : ESTIMATION DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN PM2,5 A L'ECHELLE DE LA ZONE D'ETUDE  
SOURCE : ATMO SUD

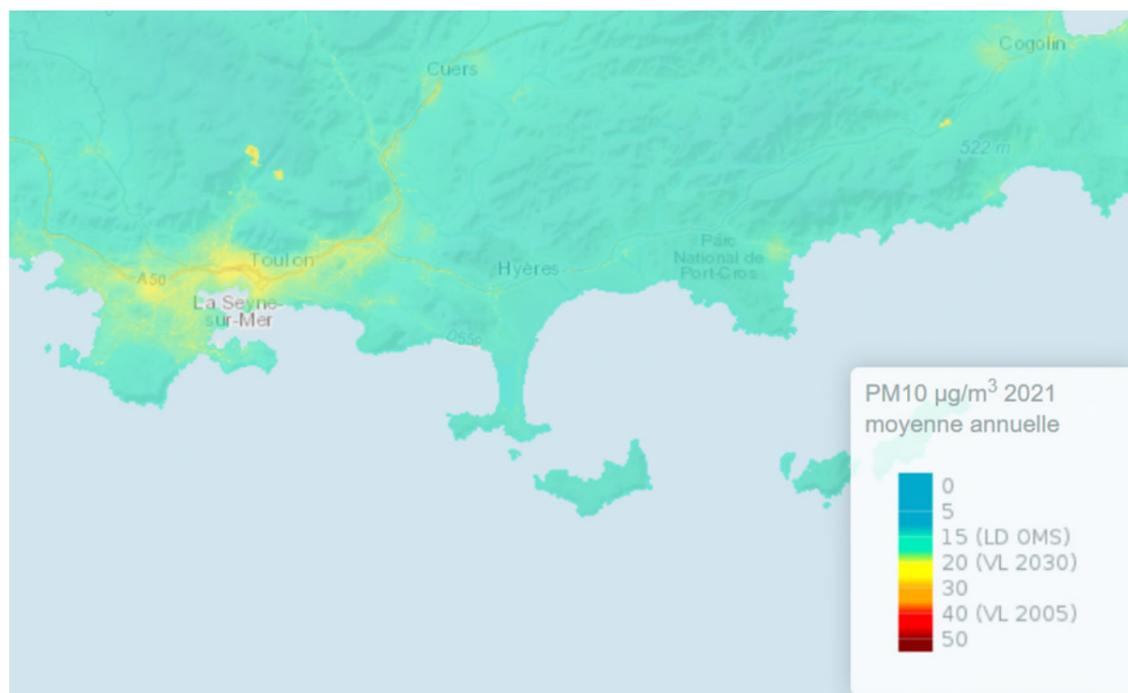


FIGURE 41 : ESTIMATION DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN PM10 A L'ECHELLE DE LA ZONE D'ETUDE  
SOURCE : ATMO SUD

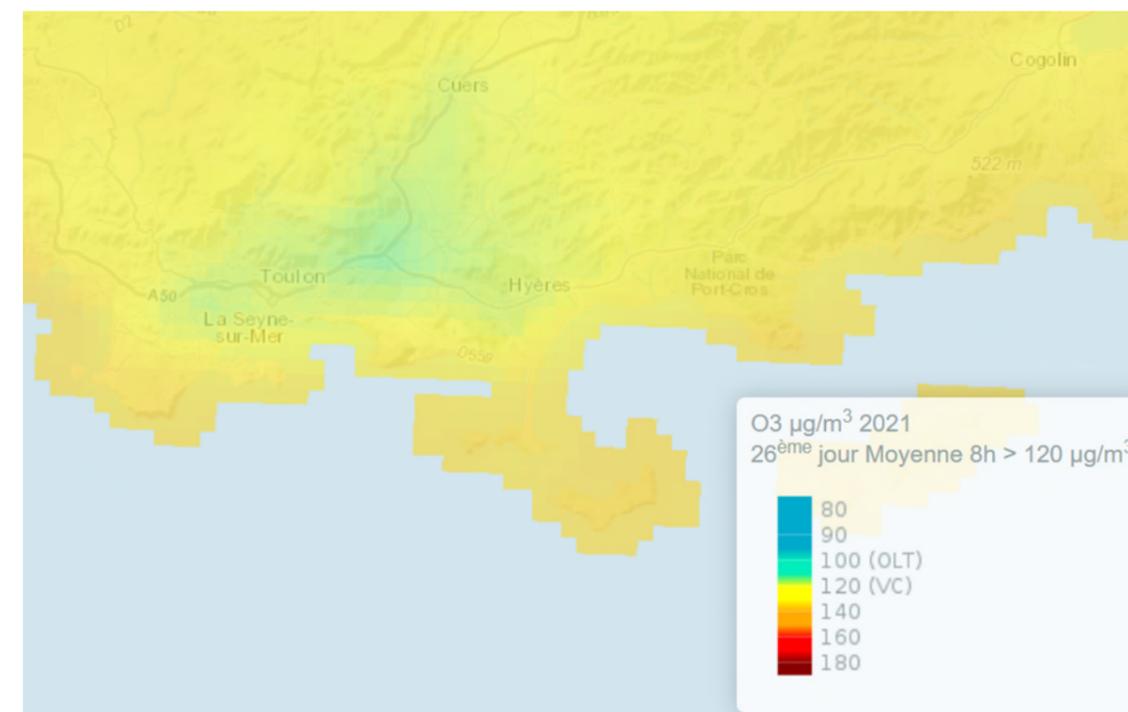


FIGURE 43 : ESTIMATION DES NIVEAUX DE CONCENTRATION EN OZONE A L'ECHELLE DE LA ZONE D'ETUDE  
SOURCE : ATMO SUD



### 2.3.2 - Surveillance permanente dans la zone d'étude

Les stations permanentes de mesures d'ATMOSud les plus proches du projet sont :

- La station Toulon Foch en influence trafic urbain dans la bande d'étude ;
- La station La Valette en fond périurbain, située dans la bande d'étude ;
- La station La Seyne Genoud en fond urbain, située à 100 m du projet ;
- La station Toulon Claret en fond urbain, située à environ 200 m au nord du projet ;

Ces stations sont localisées sur la Figure 44.

Les teneurs moyennes annuelles 2021, 2022 et 2023 des polluants mesurés par ces différentes stations, en dioxyde d'azote, PM10, PM2,5 sont synthétisées, pour chaque station de mesures, dans le Tableau 21 et comparées aux valeurs limites, objectifs de qualité et seuils OMS en moyennes annuelles.

Sur ces stations, les teneurs moyennes annuelles mesurées respectent les valeurs limites réglementaires pour l'ensemble de ces polluants en 2021, 2022 et 2023.

À titre indicatif, la station Toulon Foch (influence trafic) dépasse les futures valeurs limites réglementaires applicables en 2030 pour le dioxyde d'azote ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et PM10 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La station Toulon Claret dépasse les valeurs limites réglementaires applicables en 2030 pour les PM10 en 2021 et 2022.

Les seuils recommandés par l'OMS sont dépassés pour le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2,5 quelle que soit la station de mesures.





FIGURE 44 : STATIONS DE MESURES ATMO SUD (SOURCE : ATMO SUD)



Polluants		La Valette	Toulon Claret			Toulon Foch			la Seyne Genoud			Valeurs limites en vigueur	Valeurs limites 2030 en moyenne annuelle	Objectif de qualité	Recommandations OMS 2021
		2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023				
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>		18	19	17	31	31	30	16	15	14	40	20	40	10
PM10	µg/m <sup>3</sup>		21	22	20	25	27	27				40	20	30	15
PM2,5	µg/m <sup>3</sup>	9	8	9	8							25	10	10	5

Source : ATMO Sud - Egis

TABLEAU 9 : MOYENNES ANNUELLES DES POLLUANTS MESUREES PAR LES STATIONS ATMO SUD SITUEES A PROXIMITE DU PROJET



### 2.3.3 - Indice ATMO

L'indice de la qualité de l'air est destiné à qualifier globalement, chaque jour, la qualité de l'air d'une ville ou d'une agglomération. Il est dénommé Indice ATMO lorsqu'il concerne les agglomérations de plus de 100 000 habitants et qu'il répond à tous les critères de calcul définis par l'arrêté ministériel du 22 juillet 2004, entré en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2005.

Cet indice est calculé à partir des concentrations en polluants relevées sur les stations urbaines et périurbaines représentatives de zones de pollution homogène. Son calcul fait intervenir quatre polluants :

- Les particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) ;
- Le dioxyde d'azote (NO2);
- L'ozone (O3);
- Le dioxyde de soufre (SO2).

Comme tout indicateur, l'indice présente des limites. Il ne peut être représentatif de situations particulières et des pointes de pollution qui peuvent être rencontrées au voisinage immédiat de sources (trafic routier ou industrie).

Depuis le 1er janvier 2021, un nouvel indice ATMO a été adopté par le Ministère de la Transition Écologique après consultation du Conseil National de l'Air et des AASQA.

Les principales évolutions concernent :

- L'intégration des particules PM2,5 ;
- Une évolution des qualificatifs et un changement des seuils, en lien avec les recommandations sanitaires ;
- Un changement du mode de calcul, qui s'appuie maintenant sur les concentrations maximales et non plus les concentrations moyennes ;
- Un changement de la zone géographique. L'indice ATMO n'est plus calculé à l'échelle de l'agglomération, il se décline à une échelle plus fine (commune ou EPCI).

La définition et les modalités de calcul de cet indice sont précisées dans l'arrêté du 10 juillet 2020 relatif à l'indice de la qualité de l'air ambiant.

Ces évolutions vont entraîner une augmentation du nombre d'indices de qualité de l'air qualifiés de « Mauvais » et « Très Mauvais ».

La Figure 45 présente les correspondances entre concentrations en polluants et indices ATMO 2021.

	BON	MOYEN	DÉGRADÉ	MAUVAIS	TRÈS MAUVAIS	EXTRÊMEMENT MAUVAIS
PM2,5 - moyenne journalière	0 - 10	10 - 20	20 - 25	25 - 50	50 - 75	> 75
PM10 - moyenne journalière	0 - 20	20 - 40	40 - 50	50 - 100	100 - 150	> 150
O <sub>3</sub> - maximum horaire	0 - 50	50 - 100	100 - 130	130 - 240	240 - 280	> 280
NO <sub>2</sub> - maximum horaire	0 - 40	40 - 90	90 - 120	120 - 230	230 - 340	> 340
SO <sub>2</sub> - maximum horaire	0 - 100	100 - 200	200 - 350	350 - 500	500 - 750	> 750

▲ Correspondance entre concentrations (µg/m<sup>3</sup>) et sous-indices

FIGURE 45 : CORRESPONDANCE ENTRE CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ET INDICES ATMO  
SOURCE : ATMO BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE

La qualité de l'air a été moyenne 1 jour sur 2 et dégradée à mauvaise également près de 1 jour sur 2 à Toulon en 2022. L'ozone est responsable à près de 85 % des indices ATMO dégradé et Mauvais.

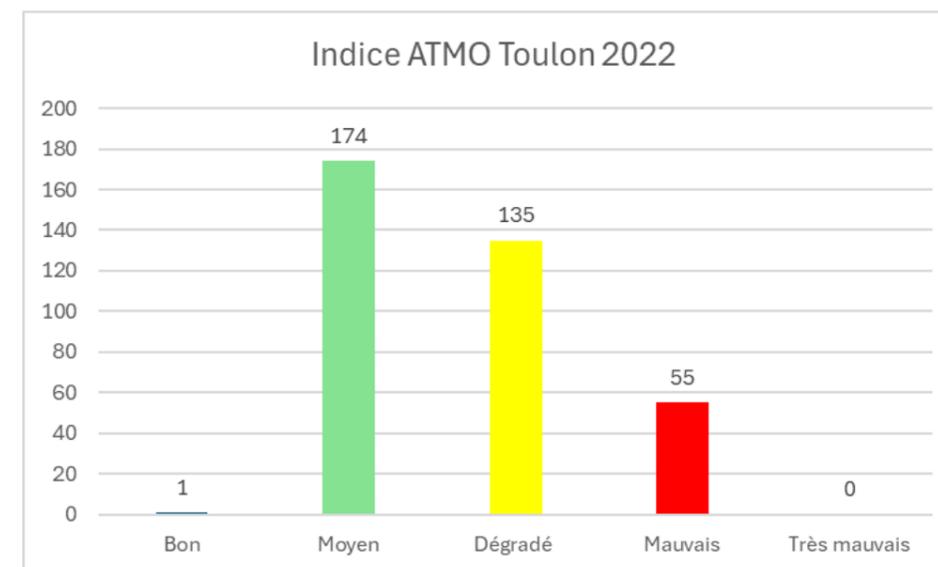


FIGURE 46 : INDICE ATMO A TOULON EN 2022

### 2.3.4 - Documents de planification pour l'air et la santé

La zone d'étude est soumise à des outils de planification au niveau régional et local concernant la qualité de l'air et la santé. Ces outils fixent des orientations et/ou des actions pour limiter et prévenir la pollution atmosphérique :

- Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) ;
- Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) ;
- Le Plan de Protection de l'Atmosphère du Var (PPA) ;
- Le Plan Climat Énergie Territorial Métropole Toulon Provence Méditerranée (PCAET) ;

Et la santé :

- Le Plan Régional Santé Environnement 3 de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PRSE4) ;
- Le Plan National Santé Environnement (PNSE 4).

#### 2.3.4.1 - Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)

Le PREPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

Tels que prévu par l'article 64 de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), le PREPA est composé :

- D'un décret fixant les objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 ;
- D'un arrêté établissant pour la période 2017-2021, les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

L'élaboration du plan s'appuie sur l'étude « aide à la décision pour l'élaboration du PREPA » réalisée entre 2015 et



2016. Pour sélectionner les mesures sectorielles (industrie, résidentiel tertiaire, transports et agriculture) les plus pertinentes, une analyse multicritère a été réalisée.

Pour chaque mesure, l'évaluation a porté sur le potentiel de réduction d'émissions au niveau national, le potentiel d'amélioration de qualité de l'air, la faisabilité juridique, le niveau de controverse, le ratio coût-bénéfices et les co-bénéfices.

Les parties prenantes et les membres du Conseil national de l'air ont été consultés tout au long de la démarche d'élaboration. La consultation du public a été réalisée du 6 au 27 avril 2017.

Le PREPA prévoit la poursuite et l'amplification des mesures de la LTECV et des mesures supplémentaires de réduction des émissions dans tous les secteurs, ainsi que des mesures de contrôle et de soutien des actions mises en œuvre :

- Industrie ; application des meilleures techniques disponibles (cimenteries, raffineries, installations de combustion...) et renforcement des contrôles ;
- Transports : poursuite de la convergence essence-gazole, généralisation de l'indemnité kilométrique vélo, mise en œuvre des certificats Crit'Air, renouvellement des flottes par des véhicules à faibles émissions, contrôles des émissions réelles des véhicules, initiative avec les pays méditerranéens pour mettre en place une zone à basses émissions en Méditerranée ;
- Résidentiel-tertiaire : baisse de la teneur en soufre du fioul domestique, cofinancement avec les collectivités d'aides au renouvellement des équipements de chauffage peu performants, accompagnement des collectivités pour le développement d'alternatives au brûlage des déchets verts ;
- Agriculture : réduction des émissions d'ammoniac (utilisation d'engrais moins émissifs ; utilisation de pendillards ou enfouissement des effluents d'élevage...), développement de filières alternatives au brûlage des résidus agricoles, mesure des produits phytosanitaires dans l'air, contrôle de l'interdiction des épandages aériens, accompagnement du secteur agricole par la diffusion des bonnes pratiques, le financement de projets pilote et la mobilisation des financements européens.

Le PREPA prévoit également des actions d'amélioration des connaissances, de modélisation des acteurs locaux et des territoires, et la pérennisation des financements en faveur de la qualité de l'air.

Les objectifs du PREPA sont fixés à l'horizon 2020 et 2030 conformément à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et à la directive 2016/2284 (Cf. Figure 47).

RÉDUCTION  
DES ÉMISSIONS  
PAR RAPPORT À 2005

POLLUANT	À partir de 2020	À partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	-55 %	-77 %
Oxydes d'azote (NOx)	-50 %	-69 %
Composés organiques volatils (COVNM)	-43 %	-52 %
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	-4 %	-13 %
Particules fines (PM <sub>2,5</sub> )	-27 %	-57 %

FIGURE 47 : REDUCTION DES EMISSIONS PAR RAPPORT A 2005  
SOURCE : MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER (PREPA)

La mise en œuvre du PREPA permettra :

- De limiter très fortement les dépassements des valeurs limites dans l'air : ceux-ci sont réduits fortement dès 2020, et quasiment supprimés à l'horizon 2030. La concentration moyenne en particules fines baissera d'environ 20 % d'ici 2030 (Cf. Figure 48) ;
- D'atteindre les objectifs de réduction des émissions à 2020 et 2030. Les mesures du PREPA sont tout particulièrement indispensables pour atteindre les objectifs de réduction des émissions d'ammoniac ;
- De diminuer le nombre de décès prématurés liés à une exposition chronique aux particules fines d'environ 11 200 cas/an à l'horizon 2030.

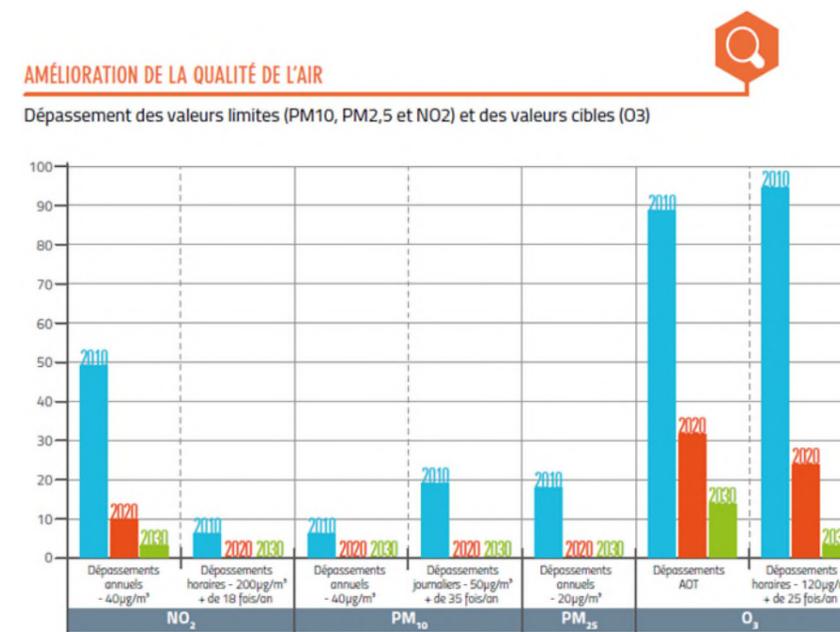


FIGURE 48 : AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'AIR  
SOURCE : MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER - PREPA

### 2.3.4.2 - Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)

Créé par la loi NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République) du 7 août 2015, ce document organise la stratégie régionale pour l'avenir des territoires à moyen et long terme (2030 et 2050).

Le projet de Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires a été arrêté lors de l'assemblée régionale du 18 octobre 2018. Ce projet ambitieux est le résultat de 2 ans de travail, de concertation et de co-construction avec les partenaires régionaux. Il fusionne plusieurs documents sectoriels ou schémas existants : le schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (SRADDT), le plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD), le schéma régional de l'intermodalité (SRI), le schéma régional climat air énergie (SRCAE) et SRCE.

Le 26 juin 2019, l'Assemblée régionale a voté le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), qui déploie la stratégie de la Région sud pour 2030 et 2050. L'objectif de ce plan ambitieux est de bâtir un nouveau modèle d'aménagement du territoire en coordonnant l'action régionale dans 11 domaines définis par la loi.

Le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a rendu son arrêté portant approbation du Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires le 15 octobre 2019. Le SRADDET est désormais pleinement applicable et opposable aux documents de planification territoriaux infrarégionaux.



Le SRADDET pose un certain nombre d'objectifs :

- Diminuer de 50 % le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers agricoles 375 ha/an à horizon 2030 ;
- Démographie : un objectif de + 0,4 % à horizon 2030 et 2050 ;
- Atteindre 0 perte de surface agricole irriguée ;
- Horizon 2030 : + 30 000 logements par an dont 50 % de logements abordables ;
- Horizon 2050 : rénovation thermique et énergétique de 50 % du parc ancien ;
- Une région neutre en carbone en 2050 ;
- Une offre de transports intermodale à l'horizon 2022

Les objectifs en relation avec la qualité de l'air sont décrits dans la « ligne directrice 1 Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional », « Axe 3 Conforter la transition environnementale et énergétique : vers une économie de la ressource », « Orientation 2 : Améliorer la qualité de l'air et contribuer au développement de nouvelles pratiques de mobilité » :

- Objectif 21 : Améliorer la qualité de l'air et préservé la santé de la population ;
- Objectif 22 : Contribuer au développement de mode de déplacement propres et au développement des nouvelles mobilités ;
- Objectif 23 : Faciliter tous les types de reports de la voiture individuelle vers d'autre modes plus collectifs et durables.

### 2.3.4.3 - Le Plan de Protection de l'Atmosphère du Var

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

En droit français, des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être. L'application de ces dispositions relève des articles L.222-4 à L.222-7 et R.222-13 à R.222-36 du code de l'environnement.

Le PPA est un plan d'actions, arrêté par le préfet, qui a pour objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener dans la zone du PPA concernée les concentrations en polluant à des niveaux inférieurs aux normes fixées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

Un premier PPA du Var a été élaboré en 2007, puis un second en 2013 pour la période 2013-2018. Suite à l'évaluation du PPA 2013-2018 en vigueur, et dans la mesure où quelques dépassements des normes de la qualité de l'air perdurent malgré une amélioration constatée, le préfet du Var a engagé la révision du PPA le 17 janvier 2019, parallèlement à celles des PPA des Bouches-du-Rhône et des Alpes-Maritimes.

Le périmètre du PPA du Var est centré sur l'agglomération toulonnaise et correspond au SCoT Provence Méditerranée composé des quatre EPCI suivants (Cf. Figure 47) :

- Communauté d'Agglomération sud Sainte-Baume ;
- Métropole Toulon Provence Méditerranée ;
- Communauté de Communes de la Vallée du Gapeau ;

- Communauté de Communes Méditerranée Porte des Maures.

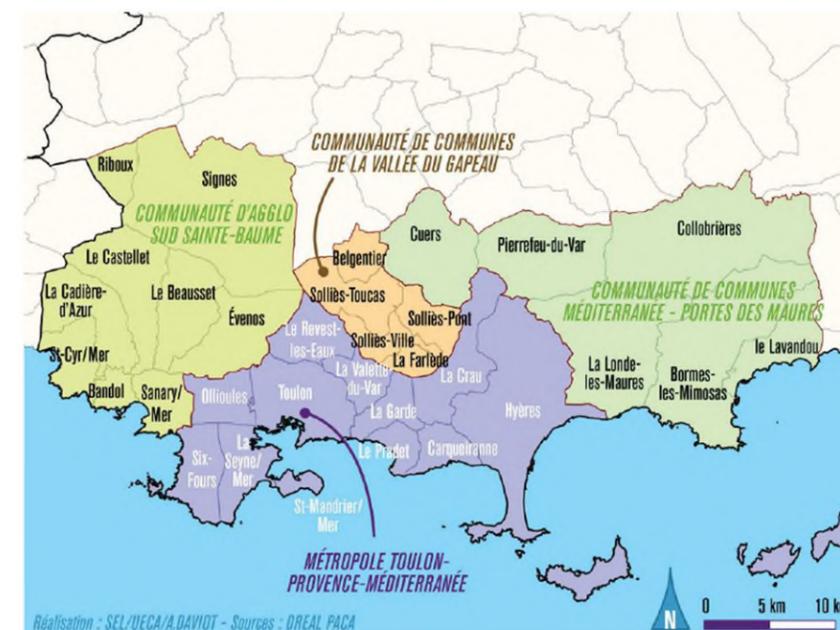


FIGURE 49 : TERRITOIRE COUVERT PAR LE PPA DU VAR (SOURCE : PPA 83 – OBJECTIFS 2025)

Pour améliorer durablement la qualité de l'air, 60 actions regroupées en 20 défis selon 6 thématiques sont mises en œuvre :

- Maritime (8 actions) :
  - Réduire les émissions à quai ;
  - Réduire les émissions en mer ;
  - Contrôler les émissions ;
  - Améliorer la connaissance.
- Transport terrestre (28 actions) :
  - Réduire la pollution dans les zones densément peuplées ;
  - Densifier et améliorer les transports en commun ;
  - Développer les alternatives à la voiture individuelle ;
  - Encourager la conversion des flottes vers des véhicules propres ;
  - Soutenir le report modal du transport routier de marchandise vers le rail et le fleuve ;
  - Soutenir la mise en œuvre des plans de mobilité ;
  - Encourager la marche à pied ;
  - Contrôler les émissions liées aux poids lourds.
- Industrie (2 actions) :
  - Contrôler la mise en œuvre de prescriptions réglementaires visant à réduire les émissions.
- Biomasse (13 actions) :
  - Renforcer la pédagogie pour des pratiques favorables à la qualité de l'air ;
  - Valoriser la biomasse en matière organique ou en énergie ;



- Agir sur la réglementation et renforcer les contrôles.
- Résidentiel (5 actions) :
  - Aménager nos territoires pour mieux respirer ;
  - Améliorer l’empreinte environnementale du bâti et réduire l’impact du chauffage.
- Communication (4 actions) :
  - Poursuivre la mobilisation des partenaires sur la qualité de l’air ;
  - Poursuivre la mobilisation du public sur la qualité de l’air.

Les objectifs du PPA du Var sont de conserver sur toute la durée du PPA le respect des seuils réglementaires pour l’ensemble des stations fixes de surveillance de la qualité :

- À l’horizon 2025, plus aucune population exposée à des dépassements des valeurs limites réglementaires ;
- À l’horizon 2025, tendre vers les seuils recommandés par l’OMS pour les PM10 et PM2,5.

#### 2.3.4.4 - Le Plan Climat Énergie Territorial de la Métropole Toulon Provence Méditerranée (PCAET)

Le Plan Climat Énergie Territorial est un document cadre de planification et de coordination de la transition énergétique et de lutte contre le changement climatique sur le territoire.

La métropole Toulon-Provence-Méditerranée a adopté son PCAET le 29 septembre 2022.

Le programme contient 8 axes :

- Renforcer l’intégration du développement durable dans le fonctionnement interne de TPM.
- Organiser la gouvernance, la communication et l’animation du PCAET.
- Réduire la consommation énergétique des bâtiments des secteurs résidentiel et tertiaire (dont bâtiments communaux).
- Poursuivre la politique de mobilité durable à l’échelle du territoire.
- Poursuivre la politique d’aménagement durable du territoire.
- Développer la production et l’utilisation des énergies renouvelables.
- Pérenniser les activités économiques du territoire en renforçant les mesures d’adaptation et en développant une économie circulaire.
- Renforcer la préservation des milieux naturels.

Plusieurs actions du PCAET ont déjà été mises en œuvre :

- L’étude de faisabilité concernant la création d’une ressourcerie, dont l’enjeu est de récupérer et réparer les objets afin de leur donner une seconde vie.
- La démarche Cit’ergie, labellisation associée aux thématiques air-énergie-climat.
- L’élaboration du schéma directeur énergie, qui établit un diagnostic des réseaux énergétiques existants et définit leur stratégie de développement à l’échelle du territoire. L’enjeu est d’intégrer l’emploi d’énergies renouvelables et d’orienter l’aménagement du territoire en fonction des ressources énergétiques disponibles.
- La démarche « Îles d’Hyères durables ». Il s’agit de renforcer le déploiement des actions de développement durable à l’échelle des Îles d’Hyères (Port-Cros, Porquerolles, Le Levant).
- Le soutien à l’acquisition de vélos électriques pour les habitants du territoire.
- La plateforme de rénovation énergétique.

#### 2.3.4.5 - Le Plan National et le Plan Régional Santé Environnement (PNSE4 et PRSE3)

Ces deux plans s’inscrivent dans la continuité des documents de planification suscités et définissent des actions pour réduire et éviter l’impact sur la santé des pollutions environnementales.

Le Plan National Santé Environnement (PNSE4) est prévu pour la période (2020-2024). Il s’articule autour de 4 objectifs prioritaires et 19 actions pour réduire et éviter l’impact sur la santé des pollutions environnementales.

- S’informer sur l’état de son environnement et les bons gestes à adopter ;
- Réduire les expositions environnementales affectant notre santé ;
- Démultiplier les actions concrètes menées dans les territoires ;
- Mieux connaître les expositions et les effets de l’environnement sur la santé des populations.

Le PRSE3 de la région PACA, a été adopté en avril 2024 et sera en vigueur jusqu’en 2027. Le PRSE4 s’inscrit dans les orientations du PNSE4. Un plan à 8 actions a été mis en place :

- Promouvoir la santé environnementale auprès des jeunes : information, connaissances et engagement
- Intégrer la santé environnementale dans l’exercice des professionnels de santé et médico-sociaux, de la diffusion des messages de prévention à la qualité de la prise en charge
- Accompagner les établissements de santé dans leur adaptation au changement climatique et dans leur transition écologique
- Accompagner l’évolution des pratiques d’aménagement et d’urbanisme pour placer la santé et l’environnement au cœur de la prise de décision
- Réduire l’exposition des populations - en particulier des publics les plus vulnérables - à la pollution de l’air extérieur
- Développer des habitats favorables à la santé : agir sur la qualité de l’air intérieur (QAI)
- Anticiper et réduire les impacts sur la santé des différents usages de l’eau
- Santé et biodiversité, de la réduction des risques à une approche fondée sur les 21 co-bénéfices

Certaines actions sont plus orientées sur la qualité de l’air :

- Action 1.1 : Réduire les émissions polluantes issues de l’industrie et des transports ;
- Action 1.2 : Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports ;
- Action 1.3 : Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles ;
- Action 1.4 : Adapter la prise en charge des pathologies liées aux expositions professionnelles et environnementales.



### 2.3.5 - Mesures in situ de la qualité de l'air

Afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans la zone d'étude, deux campagnes de mesures de 4 semaines in situ ont été réalisées.

Ces campagnes ont un triple objectif :

- Caractériser la qualité de l'air de la zone d'étude ;
- Situer les différents polluants par rapport aux normes de qualité de l'air en vigueur, durant la période d'exposition des dispositifs de mesures ;
- Définir les valeurs de fond utilisées lors de la modélisation de la dispersion des polluants (cf. Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air) et dans l'Évaluation des Risques Sanitaires (cf. Évaluation des risques sanitaires).

En accord avec la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, et compte tenu de la problématique routière, les polluants suivants ont été retenus pour la campagne de mesures :

- Le dioxyde d'azote,
- Les particules PM10 et PM2,5,
- Le benzène,
- Le 1,3-butadiène,
- Le chrome
- Le nickel,
- L'arsenic,
- Les 16 HAP :
  - Acénaphthène,
  - Acénaphthylène,
  - Anthracène,
  - Benzo(a)anthracène,
  - Benzo(a)pyrène,
  - Benzo(b)fluoranthène,
  - Benzo(k)fluoranthène,
  - Benzo(ghi)pérylène,
  - Benzo(j)fluoranthène,
  - Chrysène,
  - Dibenzo(a,h)anthracène,
  - Fluorène,
  - Fluoranthène,
  - Indéno(1,2,3-cd)pyrène,
  - Phénanthrène,
  - Pyrène.

La mise en œuvre et les résultats de ces mesures sont présentés ci-après.

#### 2.3.5.1 - Périodes et moyens de mesures

Les campagnes de mesures se sont déroulées en deux fois quatre semaines :

- Du 20/10/2021 au 18/11/2021 (période automnale) ;
- Et du 25/04/2022 au 23/05/2022 (période printanière).

Ces périodes rendent compte des trafics représentatifs du réseau routier dans la zone d'étude.

##### 2.3.5.1.1 - Les capteurs passifs

Les mesures ont été réalisées par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote, le benzène et le 1,3-butadiène. Ces moyens de mesure, peu encombrants et relativement simples à mettre en place, permettent d'instrumenter simultanément un nombre important de sites.

Le principe de l'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre, sur une période donnée, à environ 2-3 mètres de hauteur, des cartouches absorbantes (triéthanolamine pour le dioxyde d'azote, tétrachloroéthylène pour le benzène et par corps diffusif jaune pour le 1,3-butadiène) qui, par simple diffusion du polluant dans l'atmosphère, vont piéger celui-ci (cf. Figure 50). La quantité de polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.

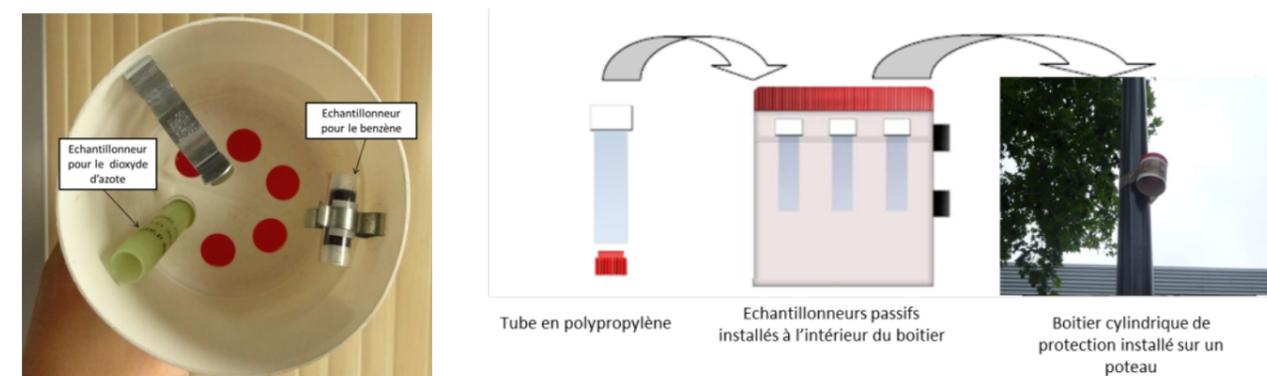


FIGURE 50 : DISPOSITION DES CAPTEURS DE DIOXYDE D'AZOTE ET DE BENZENE DANS LE BOITIER (SOURCE : EGIS)

Sur chaque site de mesure, les échantillonneurs passifs ont ainsi été exposés au minimum 14 jours, puis rebouchés hermétiquement et analysés en laboratoire (colorimétrie pour le dioxyde d'azote, chromatographie en phase gazeuse pour le benzène et le chlorure de palladium et par TD/GC-FID après prélèvement sur support code 141 pour le 1,3-butadiène).

Les analyses du dioxyde d'azote, du benzène et du 1,3-butadiène sont réalisées suivant :

- la norme EN 13528 (Qualité de l'air - Échantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs) ;
- la norme EN-14662-5 : 2005 (Qualité de l'air ambiant. Méthode pour le mesurage des concentrations en benzène. Échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption au solvant et d'une chromatographie en phase gazeuse) ;
- la méthode Saltzman (colorimétrie après réaction avec l'acide sulfanilique et le dichlorate de N-(naphtyl-1) éthylendiamine)<sup>9</sup>.

71).

<sup>9</sup> La méthodologie Passam est reconnue par le Joint Research Centre de la Commission Européenne (JRC) dans le document Review of the Application of Diffusive Samplers for the Measurement of Nitrogen Dioxide in Ambient Air in the European Union de 2009. ([http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC51106/reqno\\_jrc51106\\_eur\\_23793.pdf\[1\].pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC51106/reqno_jrc51106_eur_23793.pdf[1].pdf), page



Suite aux 14 jours de prélèvement, les échantillonneurs sont remplacés par une nouvelle série de capteurs pour, de nouveau, 2 semaines de prélèvement.

À l'issue des analyses, une teneur moyenne en polluants pour chaque site de mesure est établie pour la période d'exposition. Durant la période d'instrumentation, les capteurs ont été placés dans des boîtiers afin de les préserver des intempéries (cf. Figure 50). Tous les capteurs ont été installés sur le site le premier jour et retirés le dernier jour afin d'harmoniser les temps d'exposition pour l'ensemble des capteurs.

Les échantillonneurs passifs ont été fournis et analysés par les sociétés PASSAM AG et Tera Environnement, laboratoires de mesure accrédités EN 45000.

Suivant le laboratoire qui réalise l'analyse des capteurs passifs à l'issue des campagnes de mesures *in situ*, l'incertitude des mesures par échantillonneurs passifs est :

- pour le dioxyde d'azote :  $\pm 23,4\%$  pour un niveau de concentration dans l'air de 20 - 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- pour le benzène :  $\pm 27,1\%$  pour un niveau de concentration dans l'air de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- pour le 1,3-butadiène :  $\pm 30\%$ .
- Les limites de quantification pour l'analyse des polluants sont :
  - pour le dioxyde d'azote :  $< 0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
  - pour le benzène :  $< 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
  - pour le 1,3-butadiène :  $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les mesures par échantillonneur passif ont pour résultats des valeurs moyennes sur la durée d'exposition des capteurs. Ces valeurs permettent ainsi de comparer et de hiérarchiser les sites de mesures instrumentés. Ces résultats peuvent être très différents des concentrations mesurées par analyseurs dynamiques, puisque ces derniers sont soumis aux variations temporelles.

### 2.3.5.1.2 - Les analyseurs automatiques

Les mesures des métaux, des particules PM10 et PM2,5 et des HAP ont été réalisées par analyseurs automatiques de type PARTISOL PLUS 2025<sup>10</sup> (Figure 51) fournis par la société Ecomesure, suivant la norme prEN 15549 :

- L'échantillonneur doit être équivalent au standard PM-10 EN 12341 ;
- La durée d'échantillonnage est limitée à 24 heures par filtres ;
- Des échantillons individuels prélevés sur 24h peuvent être combinés et analysés simultanément pour obtenir une valeur moyenne (sous certaines conditions indiquées plus loin) ;
- Les échantillons doivent être stockés à une température inférieure à 20°C après échantillonnage ;
- Minimisation des artefacts, et notamment de la dégradation par l'ozone.

Le PARTISOL PLUS 2025 est équipé de filtres, fournis par Tera Environnement, afin de réaliser des campagnes de mesures de 4 semaines. À l'issue de chaque semaine, un nouveau filtre est réinstallé.

À l'issue de la campagne de mesures, les filtres ont été analysés par Tera Environnement :

- Les particules PM10 et PM2,5 sont analysées par gravimétrie avec pesée sur filtres quartz (calcinés pour les PM10 et classiques pour les PM2,5). La limite de quantification est de  $0,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- Le nickel, l'arsenic et le chrome sont analysés sur une première série de filtres PM10 (correspondant aux deux premières semaines de prélèvement), par ICPMS, après prélèvement sur filtres quartz 47 mm. Les limites de quantification sont :
  - 0,07 ng/m<sup>3</sup> pour l'arsenic ;

- 1,7 ng/m<sup>3</sup> pour le chrome ;
- 0,14 ng/m<sup>3</sup> pour le nickel.
- Les HAP sont analysés sur les autres filtres de PM10 par extraction ASE + CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> – HPLC après prélèvement sur demi-filtre en fibre de quartz calciné 47 mm. Les limites de quantifications sont de 0,06 ng/m<sup>3</sup> et 0,6 ng/m<sup>3</sup> pour l'acénaphthylène.
- Pour pouvoir disposer d'une valeur de concentration en chrome VI, le chrome a également été prélevé sur filtre PTFE 47 mm pendant 48h et analysé par micro-ondes. Le chrome est différencié en chrome total et chrome VI. Les limites de quantification sont :
  - 2 ng/m<sup>3</sup> pour le chrome total ;
  - 0,04 ng/m<sup>3</sup> pour le chrome VI.

Les particules PM10 et PM2,5 sont mesurées chaque semaine à partir de filtres changés automatiquement hebdomadairement. Les analyseurs n'étant pas dichotomiques, (pas de prélèvements en parallèle de PM10 et PM2,5) sur une période de 4 semaines, un premier partisol mesure exclusivement les PM10 et le deuxième ne mesure que les PM2,5.



FIGURE 51 : PARTISOL PLUS 2025i BAP (SOURCE : ECOMESURE)

### 2.3.5.1.3 - Choix et répartition des sites

Au total, afin de caractériser la qualité de l'air, 28 sites sont instrumentés de capteurs passifs durant la première campagne. Six points supplémentaires ont été ajoutés à la demande de la métropole Toulon Provence Méditerranée, portant à 34 sites instrumentés durant la deuxième campagne :

#### Campagne automnale :

- 28 capteurs pour la mesure du dioxyde d'azote ;
- 10 capteurs pour la mesure du benzène ;
- 10 capteurs pour la mesure du 1,3-butadiène

#### Campagne printanière :

- 34 capteurs pour la mesure du dioxyde d'azote ;
- 12 capteurs pour la mesure du benzène ;

<sup>10</sup> EcoMesure – Préleveur séquentiel de poussières en suspension – PARTISOL PLUS 2025i BaP



- 12 capteurs pour la mesure du 1,3-butadiène

Ces capteurs sont localisés :

- En proximité routière : 18 sites représentatifs de la qualité de l'air en situation de proximité routière (sites 01, 04, 06, 09, 10, 11, 13, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 28, 30, 31, 32 et 34) ;
- En situation de fond, à distance de toute source directe de pollution : 14 sites représentatifs des niveaux moyens de pollution en fond urbain (sites 02, 03, 07, 08, 12, 14, 17, 18, 21, 24, 25, 26, 29 et 33)
- En situation de fond rural, 2 sites représentatif des niveaux moyens de pollution en fond rural (site 05 et 27)

Afin de mesurer les teneurs en particules, métaux et HAP, le site 27 est instrumenté de deux partisols.

Les critères de localisation de chacun des sites de mesures sont décrits dans le Tableau 9 et le Tableau 10 et les sites de mesures localisés sur le plan d'échantillonnage de la Figure 52.

NOM	POLLUANTS	AMBIANCE	INTERET	ADRESSE	COMMUNE
Site 01	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic - Route de Marseille	157 route de Marseille	Toulon
Site 02	NO2	Fond urbain	Transect - Habitations	Rue Robert Surcouf	Toulon
Site 03	NO2	Fond urbain	Transect - Habitations	Chemin des Antilles	Toulon
Site 04	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Transect - Autoroute A50	Chemin René Grailles	Toulon
Site 05	NO2	Fond rural	Valeur de Fond	Chemin de la Bouyère	Ollioules
Site 06	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic - Littoral	Av. 1ère Armée Rhin Danube	La Seine-sur-Mer
Site 07	NO2 - Benzène - Butadiène	Fond urbain	Ecole maternelle Pierre Semard / Crèche Elsa Triolet	Rue Charles Fourier	La Seine-sur-Mer
Site 08	NO2	Fond urbain	Habitations	Avenue Estienne d'Orves	La Seine-sur-Mer
Site 09	NO2	Proximité routière	EHPAD Toussaint Merle	Boulevard du Maréchal Alphonse Juin	La Seine-sur-Mer
Site 10	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic - Avenue Youri Gagarine	Avenue Youri Gagarine	La Seine-sur-Mer
Site 11	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic - Boulevard Toussaint Merle	Boulevard Toussaint Merle	La Seine-sur-Mer
Site 12	NO2 - Benzène - Butadiène	Fond urbain	Habitations / Aire de jeux	Rue Félix Mayol	Toulon
Site 13	NO2	Proximité routière	Trafic - Station AtmoSud	Avenue Maréchal Foch	Toulon
Site 14	NO2	Fond urbain	Habitations	Avenue Colonel Duboin	Toulon
Site 15	NO2	Proximité routière	Trafic - Boulevard du Commandant Nicolas	Boulevard du Commandant Nicolas	Toulon
Site 16	NO2	Proximité routière	Groupe Scolaire Jules Muraire	Boulevard de Strasbourg	Toulon

TABLEAU 10 : CRITERES DE LOCALISATION DES SITES DE MESURES EGIS

NOM	POLLUANTS	AMBIANCE	INTERET	ADRESSE	COMMUNE
Site 17	NO2	Fond urbain	EHPAD Mayol	Rue du Mûrier	Toulon
Site 18	NO2	Fond urbain	Habitations	Avenue Louis Bozzo	Toulon
Site 19	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Hôpital privé Saint-Jean	Avenue François Cuzin	Toulon
Site 20	NO2	Proximité routière	Trafic - A50	A50 / av. du Général Pruneau	Toulon
Site 21	NO2	Fond urbain	Habitations	Rue Jules Védrières	Toulon
Site 22	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic rue André Blondel / A50	Rue André Blondel	Toulon
Site 23	NO2	Proximité routière	Maison de retraite	Avenue Pierre Brossolette	La Valette-du-Var
Site 24	NO2	Fond urbain	Ecole maternelle Frédéric Mistral	11 Coupiane	La Valette-du-Var
Site 25	NO2	Fond urbain	Habitations	Allée des Cactus	La Garde
Site 26	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Gare de La Garde	Avenue du 14 Juillet 1789	La Garde
Site 27	NO2 - Benzène - Butadiène - Particules - Métaux - HAP	Fond rural	Valeur de fond	519B Av. du 14 Juillet 1789	La Garde
Site 28	NO2	Proximité routière	Trafic - Avenue de Draguignan	Avenue de Draguignan	La Garde
Site 29	NO2	Fond urbain	Habitations	Chemin de la Juliette	Ollioules
Site 30	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic - Rond-Point de la Pyrotechnie	Rond-Point de la Pyrotechnie	La Seyne-sur-Mer
Site 31	NO2	Proximité routière	Trafic - D559 Est	D559	Toulon
Site 32	NO2 - Benzène - Butadiène	Proximité routière	Trafic - D559 Ouest	D559	Toulon
Site 33	NO2	Fond urbain	ZA Lagoubran	Chemin de Tombouctou	Toulon
Site 34	NO2	Proximité routière	École Maternelle	Rue Commandant Morazzani	Toulon

Source : Egis



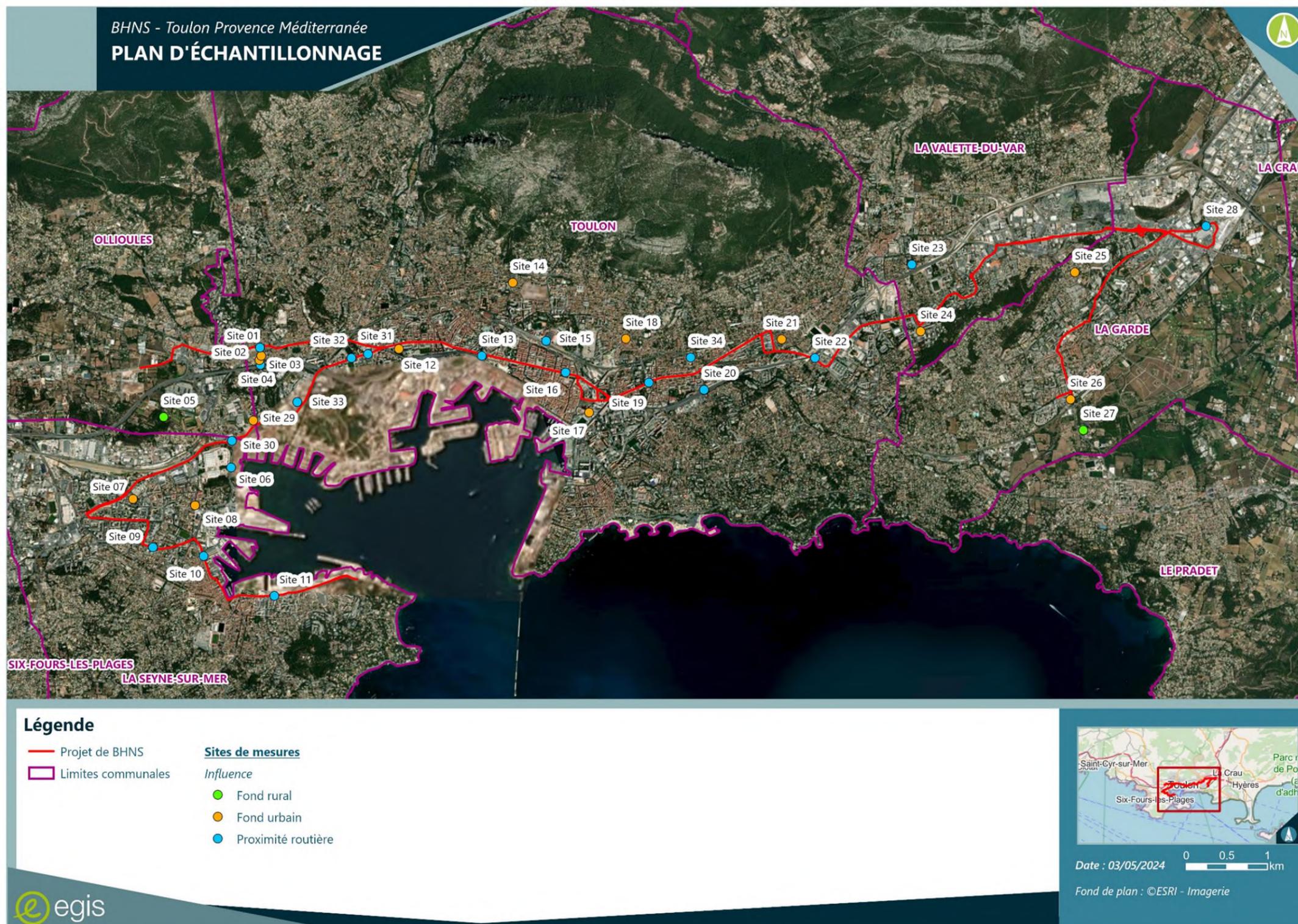


FIGURE 52 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE (SOURCE : EGIS)



## 2.3.6 - Campagnes de mesures

### 2.3.6.1 - Conditions météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques observées lors des campagnes de mesures permet de mieux apprécier l'influence de celles-ci sur les teneurs mesurées.

La qualité de l'air dépend effectivement à la fois des émissions des différentes sources (industries, transports, tertiaire) et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent...) qui, avec la topographie, influencent le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

Les principes météorologiques reposent principalement sur trois paramètres : le vent, la pluie et la température. Ces trois paramètres ont un effet direct sur la qualité de l'air et la dispersion des polluants.

#### 2.3.6.1.1 - Vent

Le vent intervient autant par sa direction pour orienter les panaches de fumées que par sa vitesse pour déplacer les polluants.

Plus la vitesse du vent est faible et plus les polluants risquent de s'accumuler. Cependant un vent fort et de direction clairement définie peut diriger un panache vers une zone spécifique et y concentrer ainsi la pollution. C'est parfois le cas des panaches industriels.

La vitesse du vent augmente généralement avec l'altitude. Ainsi, plus les polluants s'élèvent et plus leur dispersion est facilitée.

#### 2.3.6.1.2 - Pluie

Les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). Les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable, qui favorise une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Les précipitations « lessivent » l'atmosphère. Elles entraînent au sol les polluants les plus lourds.

#### 2.3.6.1.3 - Températures

La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des composés organiques volatils. Le froid, lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.

La chaleur estivale et l'ensoleillement favorisent les processus photochimiques, comme la formation d'ozone.

#### 2.3.6.1.4 - Conditions météorologiques première campagne – période automnale

La campagne de mesures automnale a été réalisée du 20 octobre 2021 au 18 novembre 2021.

Le Tableau 11 et la Figure 53 présentent la comparaison des températures, des précipitations et des vents (vitesse et direction) enregistrées pendant la campagne de mesures, aux normales saisonnières de la station Météo France de Toulon.

Les températures moyennes relevées lors des mesures sont cohérentes avec la moyenne des normales saisonnières sur octobre et novembre. Toutefois les amplitudes des températures sont nettement plus marquées lors de la campagne. Les précipitations sont supérieures aux normales saisonnières sur la campagne, donc favorables à une diminution des concentrations atmosphériques des polluants.

Paramètres		Campagne de mesures	Normales Octobre	Normales Novembre
		du 20/10 au 18/11/2021		
Températures en °C	Minimale	4.1	14.1	10.1
	Maximale	23.5	21.4	16.3
	Moyenne	15.6	17.8	13.2
Précipitations en mm		114	106	93.3

Source : Infoclimat

TABLEAU 11 : TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS RELEVÉES A LA STATION DE TOULON LORS DE LA CAMPAGNE AUTOMNALE DE MESURES COMPAREES AUX NORMALES SUR 30 ANS

D'après la Figure 53, les vents lors de la campagne étaient principalement de secteur Ouest et Est, en cohérence avec les normales sur 30 ans (cf. Figure 54). Les vents défavorables à la dispersion dans l'atmosphère sont les vents les plus faibles. Les vents plus forts sont observés de secteur Ouest en faible proportion. Les vitesses de vent étaient globalement faibles lors de la campagne, donc défavorables à la dispersion des polluants.

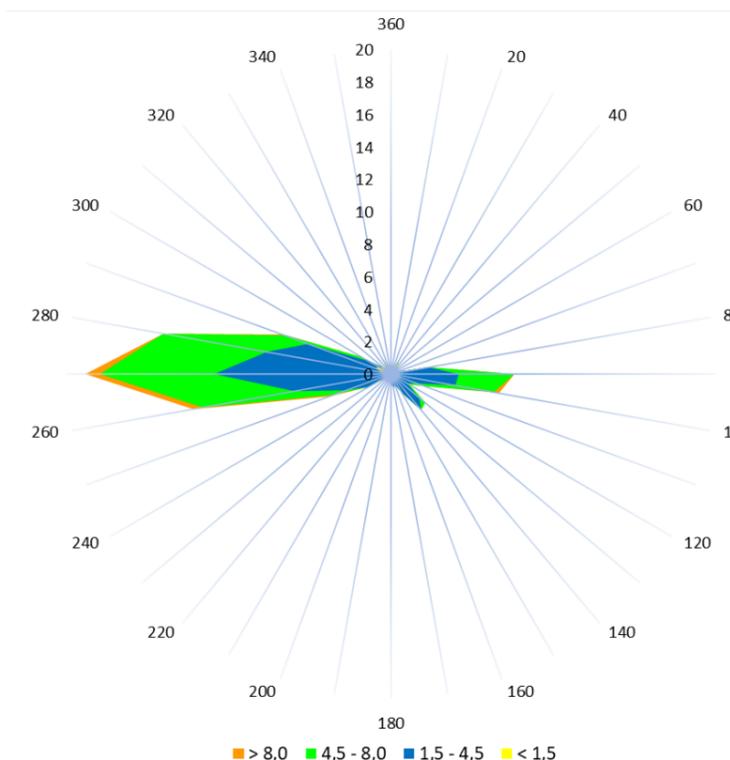


FIGURE 53 : ROSES DES VENTS LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURES AUTOMNALE SUR LA STATION DE TOULON  
SOURCE : METEO FRANCE



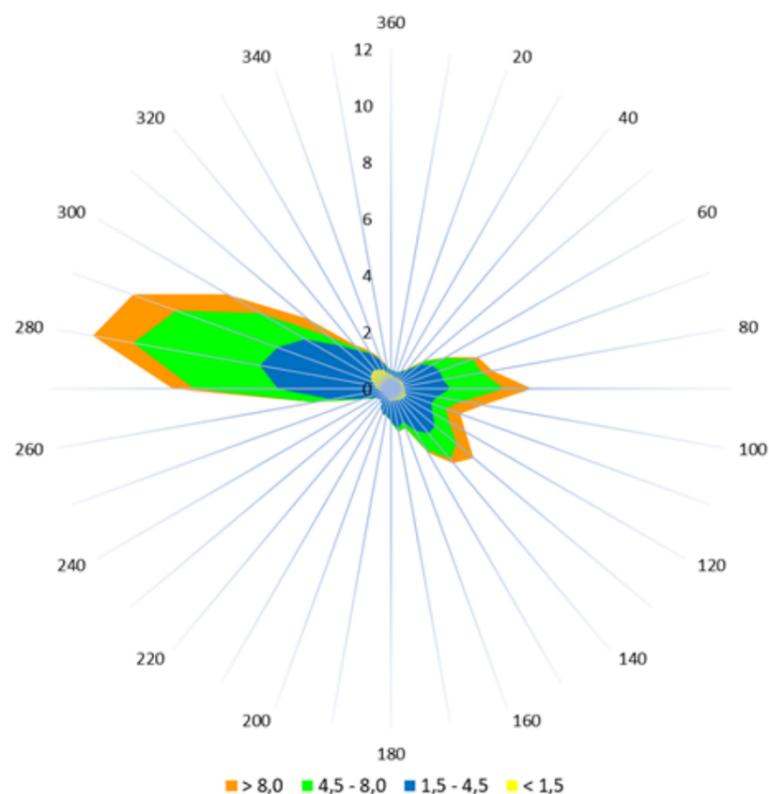


FIGURE 54 : ROSE DES VENTS MOYENNE 30 ANS SUR LA STATION DE TOULON  
SOURCE : METEO FRANCE

D'après la Figure 55, les vents lors de la campagne étaient principalement de secteur Sud-Sud-Est et Sud-Ouest et. La compose des vents en Sud-Est est majoritaire et en désaccord avec les directions de vent moyens sur 30 ans de la station (cf. Figure 54) témoignant de conditions météorologiques particulières.

Les vitesses de vent durant la campagne sont majoritairement faibles (< 4,5 m/s), donc peu favorables à la dispersion des polluants.

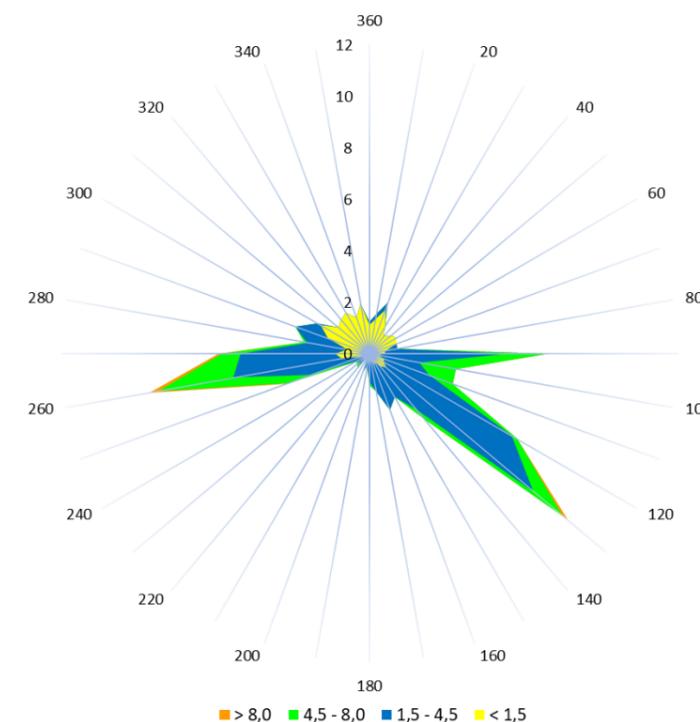


FIGURE 55 – ROSES DES VENTS LORS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE DE MESURES SUR LA STATION DE TOULON

### 2.3.6.1.5 - Conditions météorologiques deuxième campagne – période printanière

La deuxième campagne de mesures a été réalisée du 25 avril au 23 mai 2022.

Le Tableau 12 et la Figure 53 présentent la comparaison des températures, des précipitations et des vents (vitesse et direction) enregistrées pendant la campagne de mesures, aux normales saisonnières de la station Météo France de Toulon. La température moyennes relevée lors des mesures est cohérente avec les normales saisonnières. Comme lors de la campagne automnale, les amplitudes des températures sont plus marquées que lors des normales de saison. Les précipitations sont déficitaires pendant la campagne par rapport aux normales saisonnières, donc défavorables à une diminution des concentrations atmosphériques des polluants

Paramètres	Campagne de mesures		Normales Avril	Normales Mai
	25/04 au 23/05/2022			
Températures en °C	Minimale	9.3	10.5	13.9
	Maximale	26.5	18.8	22.6
	Moyenne	17.6	14.7	18.2
Précipitations en mm		22.2	55.4	40.2

Source : Infoclimat

TABLEAU 12 : TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS RELEVÉES A LA STATION DE TOULON LORS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE DE MESURES  
COMPAREES AUX NORMALES SUR 30 ANS

### 2.3.6.2 - Validité des points de mesure

#### Blanc de terrain

Des tubes témoins (un par période de campagne de mesures), appelés « blanc », ont permis de contrôler la qualité des résultats. Ces blancs, dont le bouchon n'a pas été ôté, ont suivi le parcours des autres tubes lors de la pose, de la dépose et du transport des tubes au laboratoire. Les concentrations mesurées sur ces tubes sont inférieures au seuil de quantification pour les deux campagnes.

Les échantillons n'ont donc pas été contaminés et il n'est pas nécessaire de retrancher la valeur des blancs aux autres mesures.

#### Répétabilité de la mesure

Afin d'évaluer la répétabilité des mesures, un doublon a été réalisé pour le dioxyde d'azote (site 12). Les valeurs mesurées durant la campagne automnale (respectivement 27.8 µg/m<sup>3</sup> et 27.2 µg/m<sup>3</sup>) présentent un écart moyen de 2.2 % et celles mesurées lors de la campagne hivernale (28.2 µg/m<sup>3</sup> et 28.1 µg/m<sup>3</sup>) présentent un écart moyen de 0.4 %. La répétabilité de la mesure est ainsi validée.



### 2.3.6.3 - Résultats des campagnes de mesures et interprétation

Les résultats des mesures in situ de qualité de l'air sont présentés par groupement de polluants dans les paragraphes suivants. Dans les tableaux suivants, les teneurs ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépassant la valeur limite réglementaire sont mises en évidence en rouge.

Certaines teneurs sont inférieures aux limites de quantification, elles sont notées «LQ ».

#### 2.3.6.3.1 - Teneurs en polluants gazeux

Les polluants gazeux, mesurés par échantillonneurs passifs, comprennent :

- le dioxyde d'azote ;
- le benzène ;
- le 1,3-butadiène.

Les concentrations mesurées pour les polluants gazeux pendant les campagnes de mesures, ainsi que la moyenne sont présentées dans le Tableau 13. La Figure 56 présente les moyennes des mesures par polluant et type d'ambiance (proximité routière, fond urbain, fond rural) pour les deux campagnes de mesures.

Les teneurs en dioxyde d'azote s'inscrivent dans un intervalle de valeurs qui reflète l'influence des émissions polluantes locales et, notamment celles du trafic routier :

#### **Résultats campagne de mesures – Période automnale :**

- en situation de proximité routière, sous l'influence directe des émissions routières, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  sont comprises entre  $27,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 01) et  $64,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 16). En moyenne, elles s'élèvent à  $40,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- en situation de fond urbain, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  sont plus faibles. Elles sont comprises entre  $18,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 26) et  $32,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 08). En moyenne, elles s'élèvent à  $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- en fond rural, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  sont les plus faibles et sont comprises entre  $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 27) et  $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 05). En moyenne, elles s'élèvent à  $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

#### **Résultats campagne de mesures – Période printanière :**

- en situation de proximité routière, sous l'influence directe des émissions routières, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  sont comprises entre  $18,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 34) et  $53,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 16). En moyenne, elles s'élèvent à  $36,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- en situation de fond urbain, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  sont plus faibles. Elles sont comprises entre  $11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 26) et  $37,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 08). En moyenne, elles s'élèvent à  $23,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- en fond rural, les teneurs moyennes en  $\text{NO}_2$  sont les plus faibles et s'élèvent à  $16,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (site 05). À noter que le site 27 a été contaminé durant la deuxième campagne de mesures ce qui rend les résultats inexploitable.

Les résultats de ces campagnes montrent par ailleurs que les mesures réalisées en période automnale conduisent à des concentrations en moyenne supérieures à celles de la campagne printanière en lien avec notamment des températures plus froides qui augmentent les émissions liées au chauffage domestique et à la surconsommation énergétique occasionnée par le chauffage des véhicules. Par ailleurs, des températures moins élevées augmentent les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.

Les teneurs moyennes des campagnes de mesure en benzène et 1,3-butadiène sont présentées sur Figure 57 et Figure 58.

Les teneurs en benzène sont assez similaires quelle que soit l'influence du milieu, à l'exception des sites en proximité routière (sites n°10 et 19), notamment lors de la campagne automnale.

Les teneurs en 1,3-butadiènes sont assez similaires quelle que soit l'influence du milieu, ce qui reflète le faible impact des sources locales et la forte influence d'une teneur de fond sur l'ensemble de la zone d'étude.



Polluants	Numéro Campagne	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	Site 06	Site 07	Site 08	Site 09	Site 10	Site 11	Site 12	Site 12	Site 13	Site 14	Site 15	Site 16	Site 17	Site 18	Site 19	Site 20
		Proximité routière	Urbain	Urbain	Proximité routière	Rural	Proximité routière	Urbain	Urbain	Proximité routière	Proximité routière	Proximité routière	Urbain	Urbain	Proximité routière	Urbain	Proximité routière	Proximité routière	Urbain	Urbain	Proximité routière	Proximité routière
Dioxyde d'azote en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 1	27.0	21.3	27.1	30.4	19.4	36.3	26.3	32.3	40.7	48.5	39.4	27.8	27.2	48.6	26.2	31.1	64.4	31.4	30.9	53.5	46.8
	Campagne 2	24.2	19.6	26.5	35.1	16.0	36.2	19.8	33.6	33.9	45.1	44.5	25.6	24.7	46.2	24.9	31.4	53.6	24.0	29.3	43.7	45.9
	<b>Moyenne</b>	<b>25.6</b>	<b>20.4</b>	<b>26.8</b>	<b>32.7</b>	<b>17.7</b>	<b>36.2</b>	<b>23.1</b>	<b>33.0</b>	<b>37.3</b>	<b>46.8</b>	<b>42.0</b>	<b>26.7</b>	<b>25.9</b>	<b>47.4</b>	<b>25.5</b>	<b>31.2</b>	<b>59.0</b>	<b>27.7</b>	<b>30.1</b>	<b>48.6</b>	<b>46.4</b>
Benzène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 1	1.1			1.1		1.1	1.2			2.1		1.1	1.1								1.9
	Campagne 2	0.9			0.8		0.8	0.6			0.9		0.6	0.6								1.3
	<b>Moyenne</b>	<b>1.0</b>			<b>0.9</b>		<b>0.9</b>	<b>0.9</b>			<b>1.5</b>		<b>0.8</b>	<b>0.8</b>								<b>1.6</b>
1,3 - butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 1	0.2			0.3		0.2	0.2			0.2		0.2	0.2								0.2
	Campagne 2	0.2			0.2		0.3	0.2			0.2		0.2	0.2								0.2
	<b>Moyenne</b>	<b>0.2</b>			<b>0.2</b>		<b>0.2</b>	<b>0.2</b>			<b>0.2</b>		<b>0.2</b>	<b>0.2</b>								<b>0.2</b>

Polluants	Numéro Campagne	Site 21	Site 22	Site 23	Site 24	Site 25	Site 26	Site 27	Site 28	Site 29	Site 30	Site 31	Site 32	Site 33	Site 34
		Urbain	Proximité routière	Proximité routière	Urbain	Urbain	Urbain	Rural	Proximité routière	Urbain	Proximité routière	Proximité routière	Proximité routière	Proximité routière	Urbain
Dioxyde d'azote en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 1	24.4	33.9	31.9	19.9	18.6	18.6	12.8	39.2						
	Campagne 2	20.2	27.0	32.2	14.4	14.7	11.4		35.1	32.4	37.3	32.8	28.4	21.1	18.8
	<b>Moyenne</b>	<b>22.3</b>	<b>30.5</b>	<b>32.1</b>	<b>17.1</b>	<b>16.6</b>	<b>15.0</b>	<b>12.8</b>	<b>37.1</b>	<b>32.4</b>	<b>37.3</b>	<b>32.8</b>	<b>28.4</b>	<b>21.1</b>	<b>18.8</b>
Benzène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 1	1.1	1.2					0.8							
	Campagne 2	0.9	0.9					0.6			0.9		1.0		
	<b>Moyenne</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>					<b>0.7</b>			<b>0.9</b>		<b>1.0</b>		
1,3 - butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 1	0.2	0.1					0.2							
	Campagne 2	0.2	0.1					0.1			0.2		0.2		
	<b>Moyenne</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>					<b>0.1</b>			<b>0.2</b>		<b>0.2</b>		

TABLEAU 13 : RESULTATS DES MESURES – POLLUANTS GAZEUX

À noter que les tubes passifs pour le dioxyde d'azote lors de la deuxième campagne du site 27 ont été contaminés. Les résultats ne peuvent être exploités et sont représentés en gris dans le tableau.



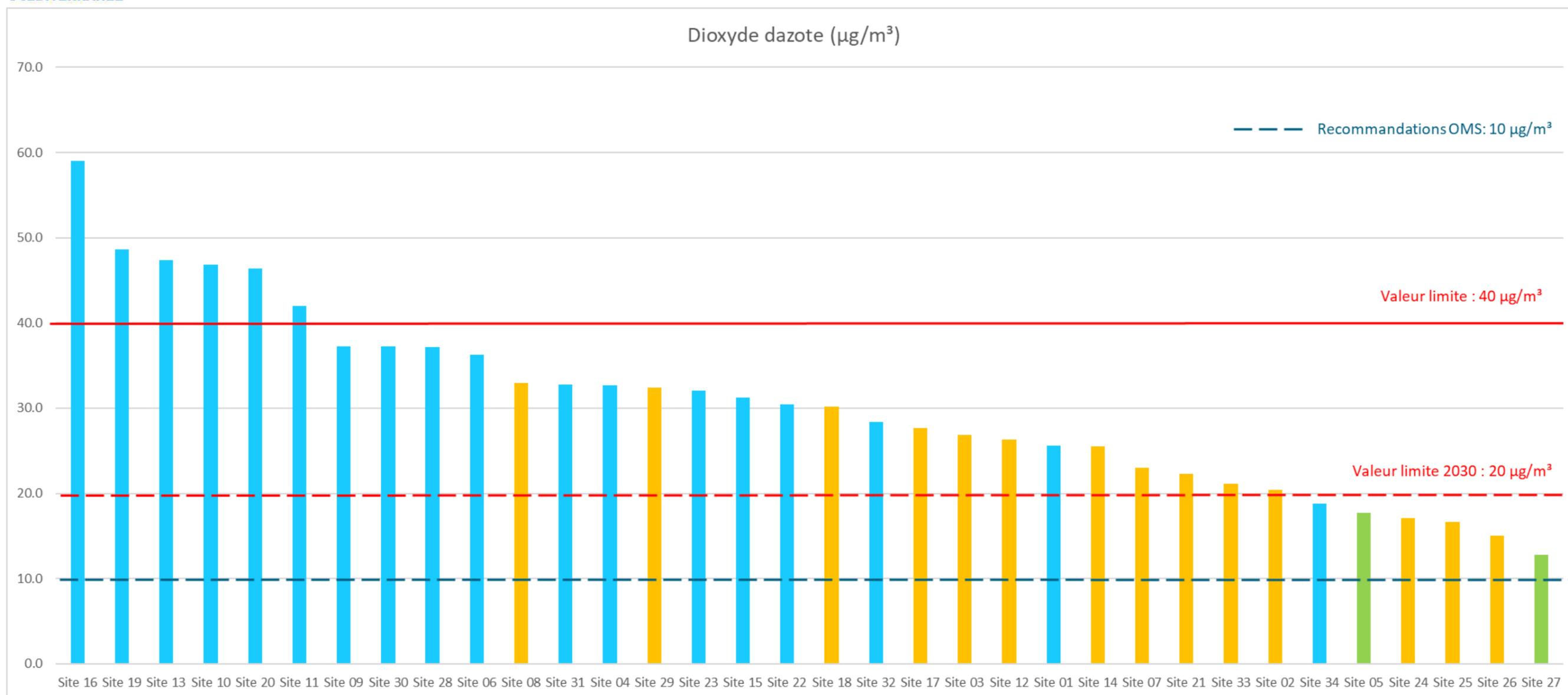


FIGURE 56 : RESULTATS DES MESURES MOYENNES EN DIOXYDE D'AZOTE DES CAMPAGNES DE MESURES (SOURCE : EGIS – PASSAM)

En bleu les sites de proximité routière, en orange les sites de fond urbain, en vert les sites de fond rural

À noter que les sites 28, 29, 30, 31, 32, 33 et 34 n'ont qu'une seule mesure, réalisées uniquement durant la campagne printanière.



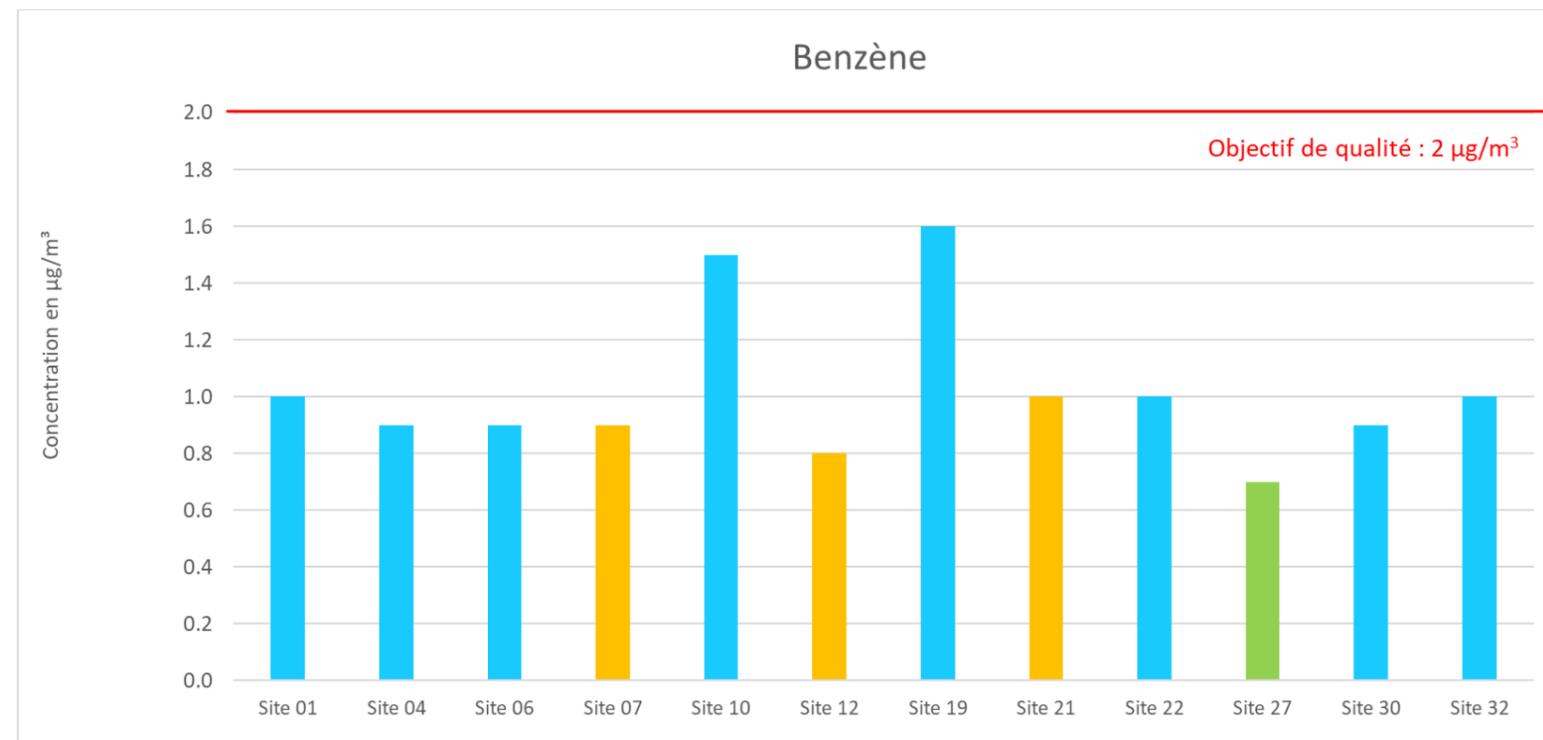


FIGURE 57 : RESULTATS DES MESURES EN BENZENE LORS DES CAMPAGNES DE MESURES

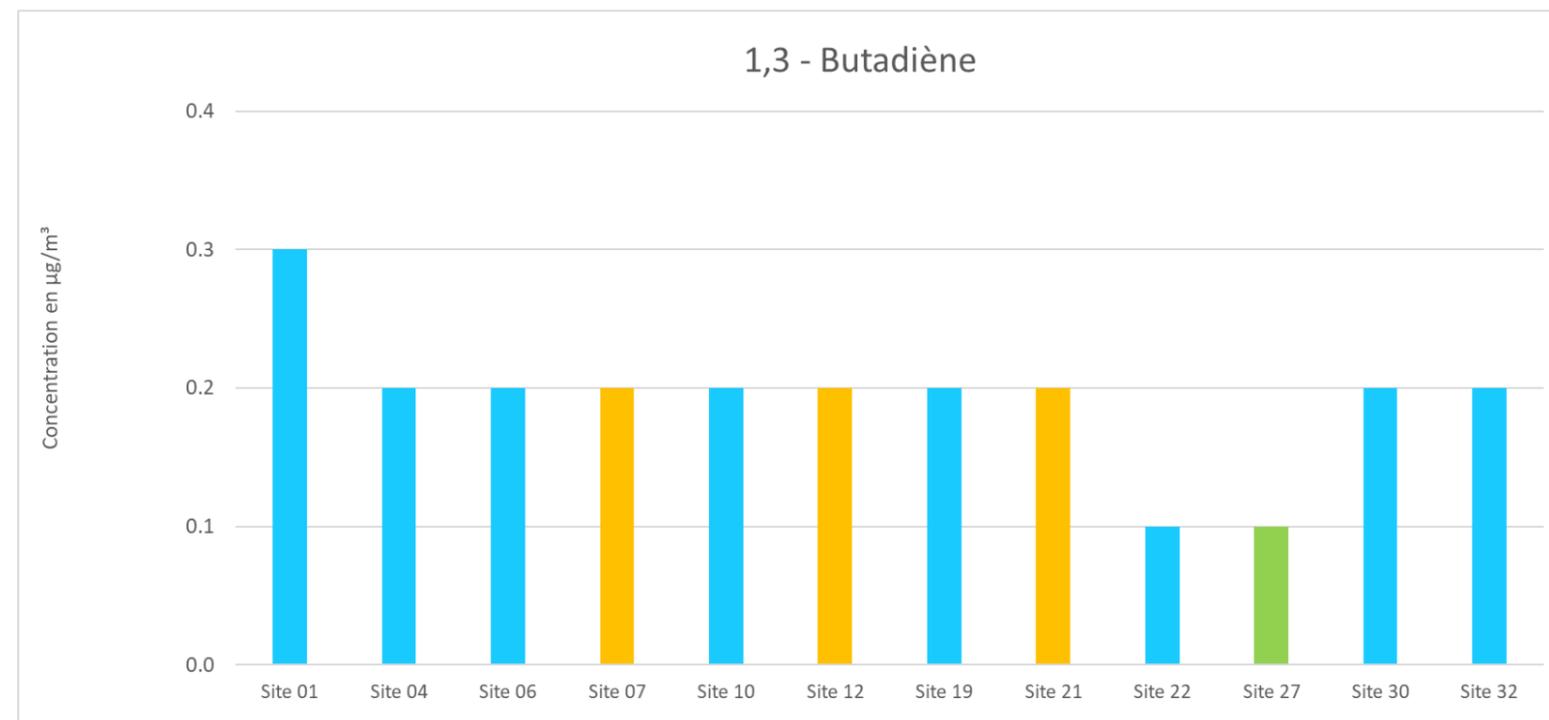


FIGURE 58 : RESULTATS DES MESURES EN 1,3 BUTADIENE LORS DES CAMPAGNES DE MESURES

En bleu les sites de proximité routière, en orange les sites de fond urbain, en vert les sites de fond rural.



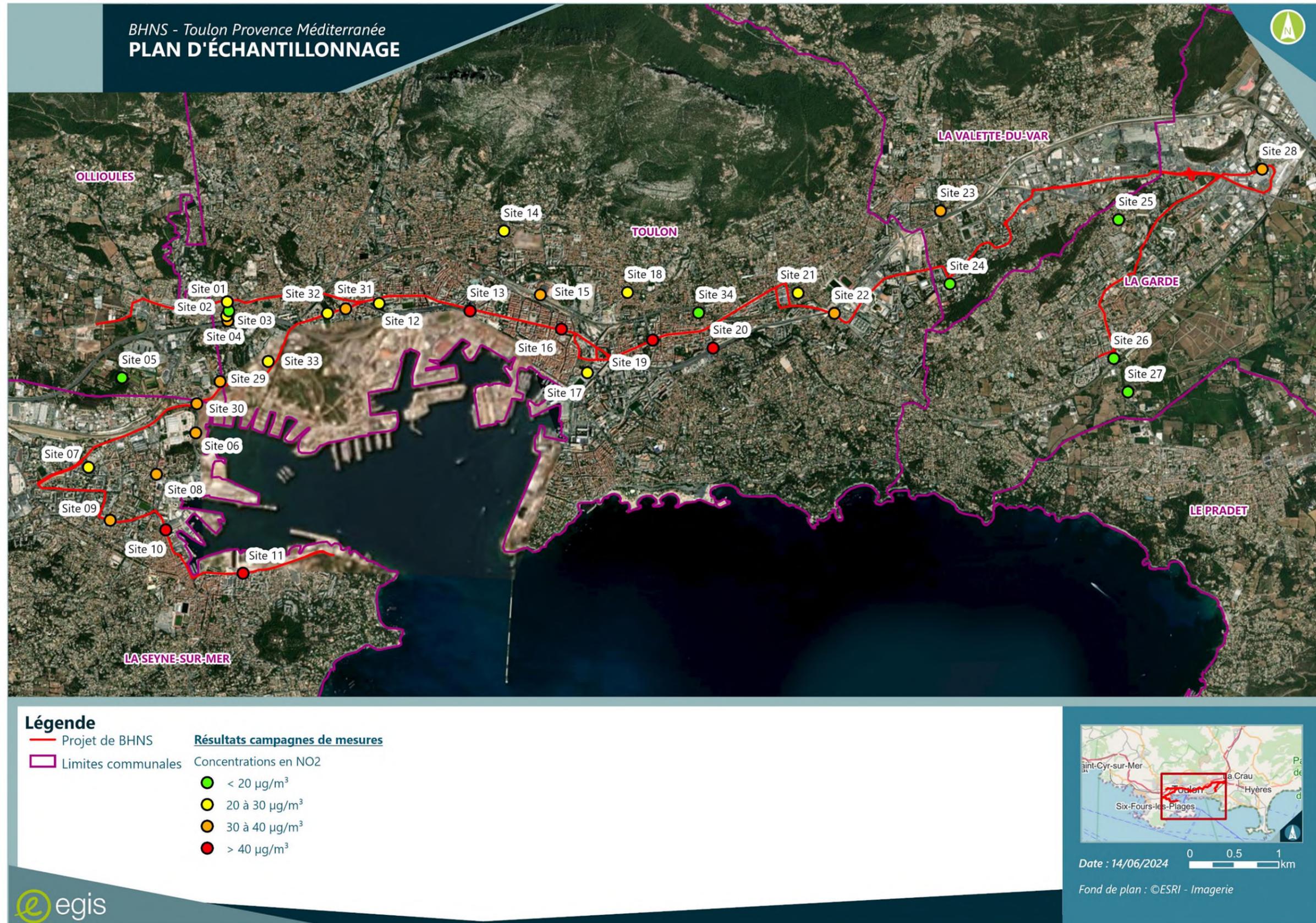


FIGURE 59 : RESULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES – CONCENTRATIONS MOYENNES (SOURCE : EGIS)



### 2.3.6.4 - Teneurs en particules PM10 et PM2,5

Le Tableau 14 présente les résultats en PM10 et PM2,5 des campagnes de mesures.

La teneur moyenne en PM10, mesurée sur le site instrumenté, est de 13,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur est inférieure à la valeur limite et à l'objectif de qualité (respectivement 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle). À titre indicatif, la valeur limite réglementaire (20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) applicable en 2030 n'est pas dépassée.

La teneur moyenne en PM2,5 mesurée sur le site instrumenté est de 7,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette valeur est inférieure à la valeur limite en PM2,5 (25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) et inférieure à l'objectif de qualité (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle). À noter que la valeur limite réglementaire (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) applicable en 2030 n'est pas dépassée.

Polluants	Numéro Campagne	Site 27
		Rural
<b>PM10</b> <i>en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></i>	Campagne Hivernale	12.5
	Campagne Estivale	14.1
	<b>Moyenne</b>	<b>13.3</b>
<b>PM2,5</b> <i>en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></i>	Campagne Hivernale	7.5
	Campagne Estivale	7.8
	<b>Moyenne</b>	<b>7.7</b>

TABLEAU 14 : RESULTATS DES MESURES EN PM10 ET PM2,5

### 2.3.6.5 - Teneurs en métaux

Les métaux mesurés sont le chrome (chrome total et chrome VI), le nickel et l'arsenic (cf. Tableau 15 et Tableau 16) :

La teneur moyenne estimée en chrome total est de :

- 0,4  $\text{ng}/\text{m}^3$  avec la méthode filtre PTFE ;
- 0,3  $\text{ng}/\text{m}^3$  avec la méthode filtre quartz ;
- La teneur estimée en chrome VI (filtre PTFE) est de 0,03  $\text{ng}/\text{m}^3$  (soit 1 % du chrome total)
- La teneur moyenne estimée en nickel est de 0,3  $\text{ng}/\text{m}^3$  ;
- La teneur moyenne estimée en arsenic est de 0,2  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Concernant le chrome, les résultats montrent un rapport de 100 entre les teneurs en chrome VI et en chrome total.

Les teneurs moyennes respectent les normes de qualité de l'air sur la zone d'étude <sup>11</sup>

<sup>11</sup> Arsenic : valeur cible : 6  $\text{ng}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle / Nickel : valeur cible : 20  $\text{ng}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle



Polluants	Numéro de campagne	Site 27
		Urbain
Chrome Total en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	
	Campagne 2	0.3
	<b>Moyenne</b>	<b>0.3</b>
Nickel en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.1
	Campagne 2	0.5
	<b>Moyenne</b>	<b>0.3</b>
Arsenic ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.1
	Campagne 2	0.3
	<b>Moyenne</b>	<b>0.2</b>

Source : Egis - Tera Environnement

TABLEAU 15 : TENEURS EN METAUX MESUREES AVEC FILTRES QUARTZ

Polluants	Numéro de campagne	Site 27
		Urbain
Chrome Total en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.3
	Campagne 2	0.4
	<b>Moyenne</b>	<b>0.4</b>
Chrome VI en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.04
	Campagne 2	0.02
	<b>Moyenne</b>	<b>0.03</b>

Source : Egis - Tera Environnement

TABLEAU 16 : TENEURS EN CHROME TOTAL ET CHROME VI MESUREES AVEC FILTRES PTFE

#### 2.3.6.5.1 - Teneurs en HAP

Les teneurs moyennes estimées en HAP mesurées sur le site instrumenté, sont inférieures à la limite de quantification pour plusieurs HAP (cf. Tableau 17) à l'exception du benzo(b+j)fluoranthène, du benzo(ghi)pérylène, et du fluoranthène lors de la première campagne de mesures.

Ces teneurs témoignent d'une bonne homogénéité et d'une faible concentration en HAP sur la zone d'étude. Les concentrations en HAP respectent les normes de la qualité de l'air.

Polluants	Numéro Campagne	Site 27
		Rural
Benzo(a)pyrène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Acénaphthène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Acénaphthylène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Anthracène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Benzo(a)anthracène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Benzo(b+j)fluoranthène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.1
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>0.1</b>
Benzo(k)fluoranthène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Benzo(ghi)pérylène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.1
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>0.1</b>
Chrysène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Dibenzo(a,h)anthracène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Fluorène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Fluoranthène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	0.1
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>0.1</b>
Indéno(1,2,3-cd)pyrène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Phénanthrène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>
Pyrène en ng/m <sup>3</sup>	Campagne 1	< LQ
	Campagne 2	< LQ
	<b>Moyenne</b>	<b>&lt; LQ</b>

Source : Egis - Tera Environnement

TABLEAU 17 : RESULTATS DES MESURES - HAP



### 2.3.6.5.2 - Comparaison aux normes en vigueur des campagnes de mesures

Au regard des résultats des campagnes de mesures menées du 20/10 au 18/11/2021 et du 25/04 au 23/05/2022, la **qualité de l'air est moyenne à dégradée en fonction des ambiances des sites de mesure** (Cf. Figure 59).

En proximité routière, les valeurs limites de qualité de l'air en vigueur ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont dépassées sur 6 des 18 sites mesurés (sites 10, 11, 13, 16, 19, et 20). En moyenne, les teneurs en dioxyde d'azote respectent les valeurs limites et s'élèvent à  $37,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En fond urbain, les valeurs limites réglementaires sont respectées mais restent élevées. Les teneurs des sites 08 et 29 s'élèvent à  $32,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $33,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant les deux campagnes de mesures. En moyenne, les teneurs en dioxyde s'élèvent à  $24,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

À noter que les valeurs limites réglementaires en dioxyde d'azote applicables en 2030 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont dépassées sur l'ensemble des sites exceptés pour les sites 05, 24, 25, 26 et 27.

Le seuil recommandé par l'OMS ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est dépassé sur tous les sites.

Les autres polluants respectent les normes réglementaires ainsi que celles de l'OMS.

Il est néanmoins important de noter que les normes réglementaires sont des moyennes annuelles.

## 2.4 - Conclusion

Le projet de BHNS de la métropole TPM se situe dans un environnement caractérisé principalement par des espaces urbains avec une densité de population relativement élevée. Dans la bande d'étude définie le long du tracé du projet et autour de chaque voie du réseau routier retenu potentiellement impacté, 112 établissements vulnérables ont été recensés.

À proximité du projet, l'AASQA ATMOSud dispose de quatre stations permanentes de mesures en fond urbain, périurbain et de proximité trafic : la station trafic Toulon Foch, la station en fond urbain Toulon Claret, la station en fond urbain La Seyne Genoud et la station en fond périurbain La Valette situées au sein du projet et entre 100 m et 200 m du projet.

Les teneurs moyennes annuelles mesurées respectent les normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote, les PM10 et PM2,5 en 2021, 2022 et 2023.

À noter que la station Toulon Foch (site trafic) dépasse les valeurs limites réglementaires applicables en 2030 pour le dioxyde d'azote ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et PM10 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 2021, 2022 et 2023. La station Toulon Claret dépasse les valeurs limites réglementaires de 2030 pour les PM10 en 2021, 2022 et 2023.

Les seuils recommandés par l'OMS sont dépassés pour le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2,5.

Afin de caractériser plus finement la qualité de l'air à proximité du projet, deux campagnes de mesures ont été réalisées en octobre-novembre 2021 et avril-mai 2022.

Au regard des résultats de la campagne de mesures, la qualité de l'air est moyenne à dégradée en fonction des ambiances des sites de mesures. Les teneurs moyennes en dioxyde d'azote s'élèvent à  $37,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant les campagnes de mesures en proximité routière. Les valeurs réglementaires sont dépassées sur 6 des 18 sites de mesures en proximité routière.

En fond urbain, les valeurs limites réglementaires sont respectées mais restent élevées. Les teneurs des sites 08 et 29 s'élèvent à  $33,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $32,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant les deux campagnes de mesures. En moyenne, les teneurs en dioxyde s'élèvent à  $24,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

À noter que les valeurs limites réglementaires en dioxyde d'azote applicables en 2030 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont dépassées sur l'ensemble des sites exceptés les sites 05, 24, 25, 26 et 27.

Le seuil recommandé par l'OMS ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est dépassé sur tous les sites.

Concernant les autres polluants mesurés, qui disposent de valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air (benzène, 1,3 - butadiène, PM10, PM2,5, les métaux (arsenic, nickel), le benzo(a)pyrène et HAP), leurs concentrations moyennes respectent les normes en vigueur.

Ainsi, au regard des résultats des campagnes de mesures menées en octobre-novembre 2021 et avril-mai 2022, la qualité de l'air est globalement moyenne à dégradée sur la zone d'étude.



## 3 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR

L'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air se déroule en trois étapes :

- L'évaluation des émissions polluantes induites par le trafic routier sur le projet et les axes routiers impactés par le projet, y compris les émissions polluantes des autres projets d'infrastructure routière existants ou approuvés présents dans la bande d'étude ;
- La modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions en polluants et l'évaluation des teneurs en polluants dans l'air ambiant dans la bande d'étude ;
- La comparaison de ces teneurs aux normes de qualité de l'air en vigueur.

Le chapitre 3.1 - Méthodologie a pour objet de présenter l'ensemble des données, hypothèses et logiciels utilisés dans le cadre de cette évaluation. Les résultats obtenus sont présentés dans le chapitre 3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air.

### 3.1 - Méthodologie

#### 3.1.1 - Réseau et trafics routiers

Les données de trafics sont issues des études réalisées par le bureau d'études TRAFALGARE mandaté par Egis. Le réseau routier retenu pour l'étude se compose, d'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA :

- Du projet routier retenu, y compris les différentes variantes de tracé ;
- De l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet :
  - Pour un TMJA > 5 000 véh/j les tronçons dont le trafic varie au minimum de  $\pm 10\%$  à l'horizon de mise en service ;
  - Pour un TMJA < 5 000 véh/j les tronçons dont le trafic varie au minimum de  $\pm 500$  véh/j ;
- De l'ensemble des projets d'infrastructure routière existants ou approuvés présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont ni impactants pour le projet, ni impactés par celui-ci.

À l'horizon 2022, l'étude porte sur la situation actuelle nommée **État initial (EI)**.

À l'horizon 2038, l'étude porte sur deux situations nommées :

- Fil de l'eau pour l'année 2038 (FE2038), à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service sans la réalisation du projet ;
- État projeté pour l'année 2038 (EP2038), à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service avec la réalisation du projet.

À l'horizon 2058, l'étude porte sur deux situations nommées :

- Fil de l'eau pour l'année 2058 (FE2058), à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service +20 ans sans la réalisation du projet ;
- État projeté pour l'année 2058 (EP2058), à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service +20 ans avec la réalisation du projet.

Le réseau routier retenu est présenté sur la Figure 60. Pour faciliter la compréhension et l'analyse des résultats,

l'ensemble des tronçons a été réparti en 2 groupes :

- Le groupe Projet compte 302 tronçons et un linéaire total de 29,8 km pour tous les horizons d'étude ;
- Le groupe Centre commercial Grand-Var compte 30 tronçons et un linéaire total de 2,2 km pour tous les horizons d'étude ;

Deux groupes supplémentaires ont été retenus car ils regroupent les axes les plus chargés de la zone d'étude et sont des sources de pollution non négligeables même si les trafics routiers de ces tronçons ne sont pas impactés par le projet : **A50** (33 tronçons et un linéaire total de 12.2 km) et **A57** (58 tronçons et un linéaire total de 25.2 km).

Les trafics de ces groupes sont détaillés, en annexe 1, dans le Tableau 76 et Tableau 77 pour les horizons sans projet et le Tableau 78 pour les horizons avec projet.



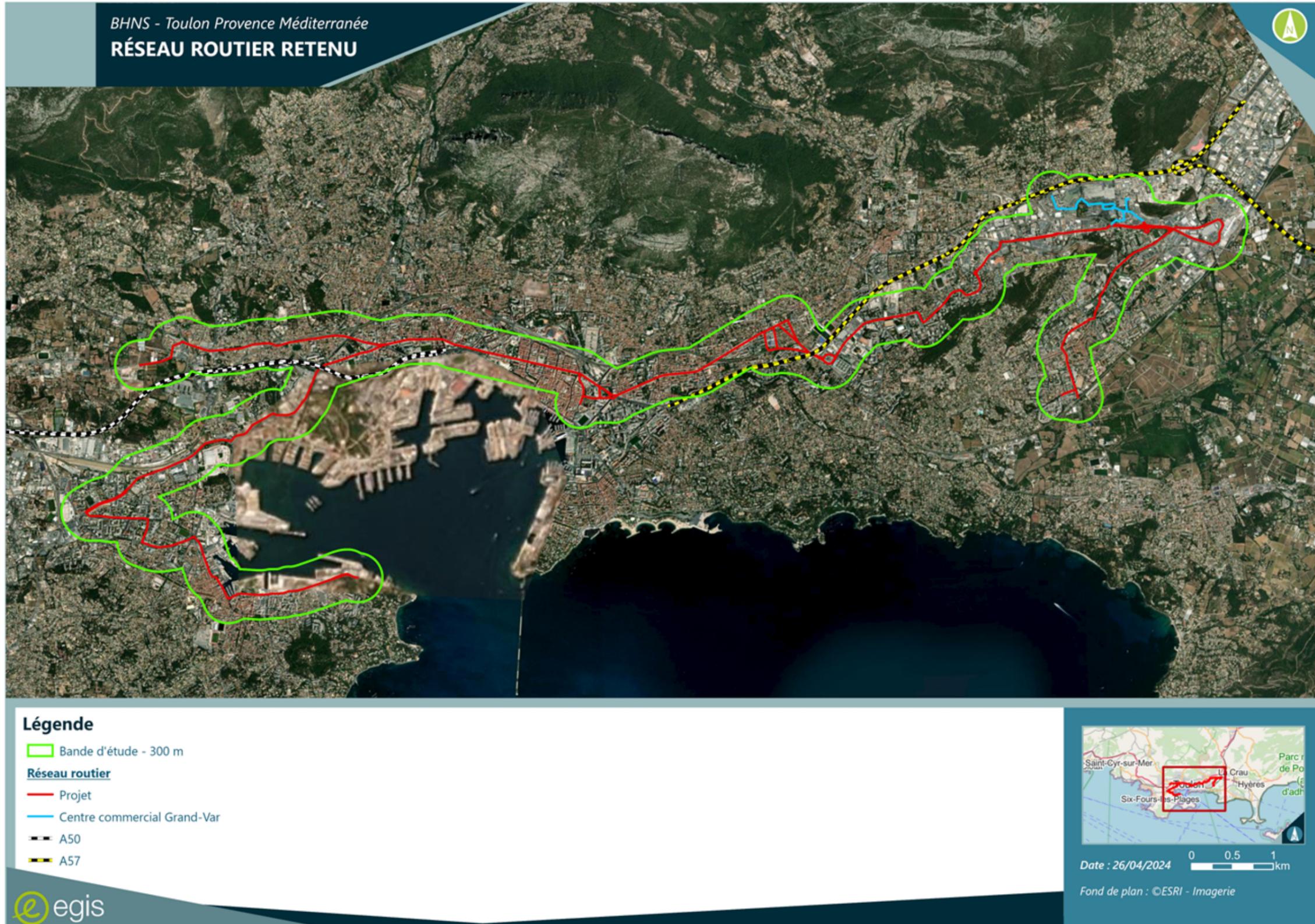


FIGURE 60 : RESEAU ROUTIER RETENU (SOURCE : EGIS)



Sur la base de ces trafics, l'évolution du kilométrage parcouru<sup>12</sup> (cf. Tableau 18 et Tableau 19) entre l'État initial 2022 et le Fil de l'eau 2038 serait en moyenne en faible augmentation (+8 %) sur le réseau routier étudié. Plus précisément, les variations sont comprises entre 7 % et 19 % suivant les groupes de tronçons :

- Augmentation faible (+7 %) pour les groupes *Projet* et *A50-A57 (Hors bande d'étude)*
- Augmentation modérée (+19 %) pour le groupe *Centre commercial Grand-Var*

Entre le Fil de l'eau 2038 et l'État projeté 2038, le kilométrage parcouru diminuerait de -2 %. Néanmoins, cette diminution cache des évolutions différentes par groupe de tronçons.

- Diminution faible (-9%) pour le groupe *Centre commercial Grand-Var*
- Variation non significative (-1%) pour les groupes *Projet* et *A50-A57 (Hors Bande d'étude)*

Entre le Fil de l'eau 2038 et le Fil de l'eau 2058, le kilométrage parcouru augmenterait de +5 %. Néanmoins, cette diminution cache des évolutions différentes par groupe de tronçons :

- Augmentation modérée (+12 %) pour le groupe *Centre commercial Grand-Var*.
- Augmentation faible (+4 % à +5 %) pour le groupe *Projet* et *A50-A57 (Hors Bande d'étude)*

Entre le Fil de l'eau 2058 et l'État projeté 2058, le kilométrage parcouru diminuerait de -2 %. Néanmoins, cette diminution cache des évolutions différentes par groupe de tronçons.

- Diminution modérée (-12 %) pour le groupe *Centre commercial Grand-Var*
- Variation non significative (-1%) pour les groupes *Projet* et *A50-A57 (Hors Bande d'étude)*

Par ailleurs, quel que soit l'horizon considéré, le groupe *Projet* contribue de façon extrêmement majoritaire au kilométrage parcouru et représente près de 97 % du kilométrage parcouru total (Cf. Figure 61).

Groupe	Kilométrage parcouru				
	État initial 2022	Fil de l'eau 2038	État projeté 2038	Fil de l'eau 2058	État projeté 2058
Centre commercial Grand-Var	8 766	10 394	9 427	11 591	10 198
Projet	319 705	343 355	338 456	358 644	354 037
<b>Total (Bande d'étude)</b>	<b>328 472</b>	<b>353 749</b>	<b>347 883</b>	<b>370 235</b>	<b>364 235</b>
A50-A57 (Hors bande d'étude)	1 542 838	1 610 092	1 600 439	1 685 055	1 673 157

Source : Egis

TABLEAU 18 : KILOMETRAGE PARCOURU SUR LE RESEAU ROUTIER RETENU (SOURCE : EGIS)

<sup>12</sup>Le kilométrage parcouru correspond, pour un tronçon donné, au produit du trafic (TMJA) et de la distance parcourue.



Groupe	Évolution kilométrage parcouru			
	(FE <sub>38</sub> - EI <sub>22</sub> )/EI <sub>22</sub>	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(FE <sub>58</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>
Centre commercial Grand-Var	19%	-9%	12%	-12%
Projet	7%	-1%	4%	-1%
<b>Total (Bande d'étude)</b>	<b>8%</b>	<b>-2%</b>	<b>5%</b>	<b>-2%</b>
A50-A57 (Hors bande d'étude)	4%	-1%	5%	-1%

Source : Egis

TABLEAU 19 : ÉVOLUTION DU KILOMETRAGE PARCOURU

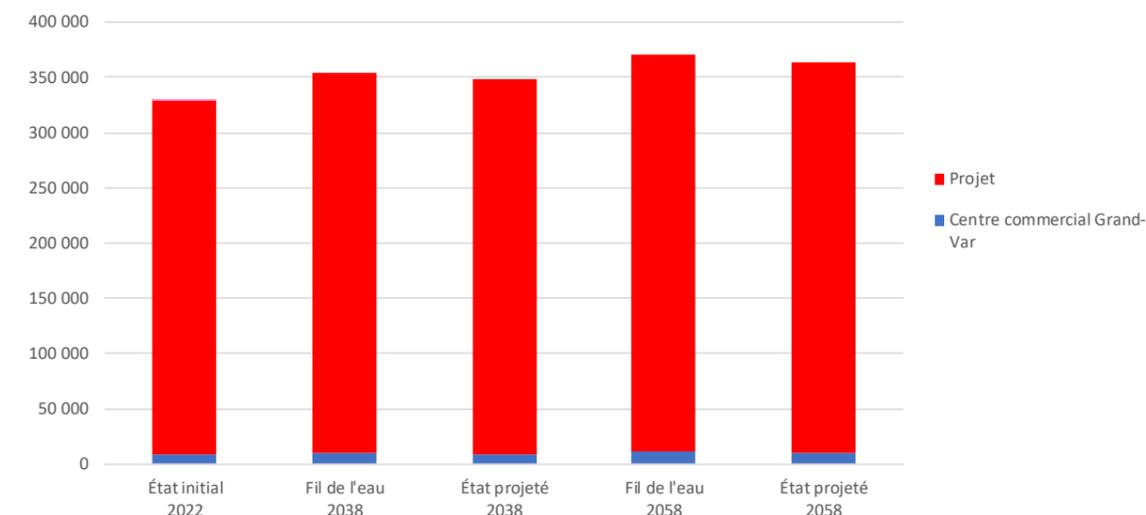


FIGURE 61 : ÉVOLUTION DU KILOMETRAGE PARCOURU (SOURCE : EGIS)

Des différences sont à noter entre l'évolution des kilométrages parcourus des véhicules légers, poids lourds et des bus liés au projet.

Les Tableau 20, Tableau 21 et Tableau 22 présentent les kilométrages parcourus des VL, PL et Bus.

Les kilométrages parcourus diminuent de -3 % pour les VL et PL aux horizons 2038 et 2058 avec et sans projet. Les kilométrages parcourus des bus augmentent de +68 % aux horizons 2038 et 2058 avec et sans projet en lien avec le projet.

Groupe	Fil de l'eau 2038	État projeté 2038	Fil de l'eau 2058	État projeté 2058	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>
	Centre commercial Grand-Var	10 203	9 252	11 379	10 010	-9%
Projet	328 713	319 358	343 617	334 575	-3%	-3%
<b>Total</b>	<b>338 916</b>	<b>328 610</b>	<b>354 996</b>	<b>344 585</b>	<b>-3%</b>	<b>-3%</b>

Source : Egis

TABLEAU 20 : ÉVOLUTION DU KILOMETRAGE PARCOURU PAR DES VL SUR LE RESEAU ROUTIER RETENU

Groupe	Fil de l'eau 2038	État projeté 2038	Fil de l'eau 2058	État projeté 2058	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>
Centre commercial Grand-Var	191	175	212	188	-9%	-11%
Projet	7 806	7 581	8 167	7 949	-3%	-3%
<b>Total</b>	<b>7 997</b>	<b>7 756</b>	<b>8 378</b>	<b>8 137</b>	<b>-3%</b>	<b>-3%</b>

Source : Egis

TABLEAU 21 : ÉVOLUTION DU KILOMETRAGE PARCOURU PAR DES PL SUR LE RESEAU ROUTIER RETENU

Groupe	Fil de l'eau 2038	État projeté 2038	Fil de l'eau 2058	État projeté 2058	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>
Centre commercial Grand-Var	0	0	0	0	-	-
Projet	6 836	11 516	6 860	11 512	68%	68%
<b>Total</b>	<b>6 836</b>	<b>11 516</b>	<b>6 860</b>	<b>11 512</b>	<b>68%</b>	<b>68%</b>

Source : Egis

TABLEAU 22 : ÉVOLUTION DU KILOMETRAGE PARCOURU PAR DES BUS SUR LE RESEAU ROUTIER RETENU

### 3.1.2 - Évaluation des émissions routières

Les émissions routières ont été évaluées selon la méthodologie COPERT (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Transport), dans sa version **COPERT 5.5**.

Le développement de COPERT est réalisé par EMISIA SA pour l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA) dans le cadre du consortium European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation.

Cette méthodologie comprend une bibliothèque de facteurs d'émissions unitaires qui expriment la quantité de polluants émis par un véhicule donné, sur un parcours donné d'un kilomètre, pour une année donnée. Ces facteurs d'émissions unitaires, exprimés en g/km, sont fonction de la catégorie du véhicule (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, bus, etc.), de son mode de carburant (essence, diesel), de sa cylindrée (ou de son poids total autorisé en charge pour les poids lourds), de sa date de mise en circulation (normes Euro) et de son âge, de sa vitesse et des conditions de circulation. Toutes ces caractéristiques sont déterminées par des parcs roulants. Pour déterminer ces émissions unitaires, des mesures des émissions sont effectuées en laboratoire pour différents cycles représentatifs de conditions réelles de circulation.

Concernant les particules, le calcul des émissions tient compte des émissions à l'échappement, ainsi que de celles provenant de l'abrasion des freins, des pneus, des routes. Actuellement, la méthodologie COPERT 5.5 n'inclut pas la mise en re-suspension des particules (PM10 et PM2,5).

Les parcs retenus sont les parcs roulants de l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) de 2022, 2038 et de 2050. Ces parcs ont été conçus à partir de travaux de recherche du début des années 2000 et sont régulièrement mis à jour. La dernière mise à jour a été réalisée en 2022 et couvre une période qui s'étend de 1970 à 2050.

La mise à jour 2022 des parcs roulants de l'IFSTTAR propose deux scénarios d'évolution du parc : S1-AME (Avec Mesures Existantes) qui reflète l'impact des politiques et mesures adoptées aujourd'hui et S2-AMS (Avec Mesures Supplémentaires) qui traduit l'impact de nouvelles mesures qui seraient mises en œuvre dans le futur de manière à atteindre des objectifs énergétiques et climatiques en France. Ces scénarios ont été construits en lien avec la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC). Pour cette étude, il a été retenu le scénario AME.

Les parcs de l'IFSTTAR sont adaptés à la structure de calcul des émissions de l'outil COPERT 5.5.

L'évaluation des émissions routières repose sur trois critères spécifiques présentant chacun un certain nombre d'incertitudes :

- Le trafic routier retenu sur le réseau routier étudié ;

Projet de Bus à Haut Niveau de Service (B.H.N.S.) de la Métropole TPM  
BHNSTPM\_VOLET\_H\_PIECE\_H10C\_Etude Air et Santé\_VAc.docx



- Les facteurs d'émissions sont incertains ou agrégés et ne prennent pas en compte avec assez de précision les spécificités locales (conditions météorologiques, topographie et état des routes, etc.) ou unitaires des véhicules (entretien, type de conduite, etc.) ;

- Les parcs roulants sont représentatifs des données nationales et ne considèrent pas les spécificités d'ancienneté, de typologie et d'usage relatives à la sectorisation géographique (Paris et les petites et grandes couronnes franciliennes vs les secteurs ruraux hors agglomération, par exemple). Par ailleurs, les parcs prévisionnels reposent sur des anticipations statistiquement probables mais souvent altérées a posteriori par des évolutions conjoncturelles, politiques et sociétales.

Le cumul de ces incertitudes doit conduire à utiliser les valeurs déterminées avec prudence en favorisant davantage une analyse relative des résultats plutôt qu'une analyse absolue.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, **la méthodologie COPERT constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.**

### 3.1.3 - Évaluation des teneurs en polluants

La dispersion des polluants et l'évaluation de leurs concentrations dans l'air ambiant ont été réalisées avec le modèle ADMS Roads v.5.0.1. Ce logiciel est un modèle de dispersion atmosphérique gaussien, dit de seconde génération, qui repose sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine de la qualité de l'air.

Utilisé, reconnu et validé en France et à l'international (plus de 1 000 utilisateurs), il bénéficie des résultats d'un groupe de chercheurs de Cambridge, le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), qui le développent depuis 1993. Il permet d'évaluer les teneurs des polluants réglementés en prenant en compte les effets complexes impliqués dans la dispersion atmosphérique : l'influence de la topographie, les effets « canyon », la description verticale de la turbulence atmosphérique, la nature des sols (rugosité), les phénomènes météorologiques complexes. Ce modèle permet ainsi de répondre de manière complète à l'objectif de l'étude : estimation des concentrations moyennes annuelles, comparaison aux valeurs seuils définies dans la réglementation et estimation de l'exposition de la population.

Les données météorologiques utilisées reposent sur des systèmes standards de métrologie utilisées par les acteurs mondiaux de ce secteur, dont Météo France, en particulier, pour le territoire français. Cette métrologie est effectuée avec des équipements régulièrement contrôlés et calibrés afin de réduire la plus possible l'incertitude liée aux mesures.

Toutefois, les données météorologiques mesurées en un point donné ne peuvent être strictement représentatives que de ce site, sur le plan géographique, et que lors des mesures, sur le plan temporel. Étendre les valeurs mesurées à des sites proches et de nature similaire, de même qu'extrapoler les mesures à des périodes (jours, mois, année) crée obligatoirement une approximation, toutefois acceptable dans la présente étude.

Par ailleurs, ces données météorologiques fluctuent d'une année sur l'autre et les données d'une année particulière ne sauraient refléter le changement climatique en cours, ni anticiper sur les conditions météorologiques des années de mise en service (2038) et de mise en service +20 ans (2058). L'usage d'un contexte météorologique identique pour les cinq scénarios crée donc un biais par rapport à la réalité, mais permet d'optimiser la comparaison de ces scénarios en s'affranchissant du critère météo.

Au-delà de l'incertitude liée à la météorologie retenue, les modèles gaussiens (dont ADMS, utilisé pour cette étude) présentent des limites pour les secteurs très proches des sources du fait de la turbulence importante inhérente à la création du panache de pollution et pour les secteurs très éloignés pour lesquels les proportions très faibles des polluants dans l'air sont difficilement quantifiables.

Dans les paramètres principaux utilisés par les modèles gaussiens, outre les émissions évoquées au paragraphe précédent et la météorologie (vent, stabilité atmosphérique) mentionnée ci-dessus, la rugosité joue un rôle

important. Elle permet de définir l'interaction des types de sol sur les écoulements des flux d'air : une surface importante d'eau (mer, lac) entravera très peu les déplacements des masses d'air, *a contrario* une futaie élevée ou les bâtiments d'une ville perturberont fortement les mouvements d'air et par conséquent la dispersion des polluants. Le plus souvent, une rugosité moyenne est retenue pour les modélisations de dispersion des polluants (c'est le cas dans la présente étude), mais la différenciation des typologies des sols peut s'avérer nécessaire pour des zones d'étude dont l'occupation des sols est très disparate, en termes de valeurs de rugosité. Mais quelle que soit la méthodologie retenue de détermination de la rugosité, l'approche demeure globale et ne tient pas compte précisément de l'échelle locale (haies, bâtiments, etc.).

Un autre critère, spécifique à ADMS, peut engendrer une nouvelle incertitude pouvant parfois être très importante. Il s'agit de la non-prise en compte des vents calmes (< 0.75 m/s) dans les calculs de modélisation. Dans certains contextes géographiques, cette proportion d'observations peut être majoritaire et conséquemment altérer les résultats de la dispersion. La version d'ADMS utilisée permet néanmoins de prendre en compte ces situations de vents calmes en utilisant des niveaux moyens de vents au droit des effluents.

Enfin, les valeurs de fond retenues pour les polluants proviennent de l'analyse des campagnes de mesure par capteurs passifs et analyseurs dynamiques et également des valeurs mesurées par l'AASQA locale pour les polluants et les stations disponibles. Le report des incertitudes lié aux mesures est ainsi transféré sur les évaluations des concentrations.

Comme pour les calculs d'émissions, les différentes incertitudes précisées ci-dessus ne permettent de pouvoir afficher avec exactitude des niveaux de concentration des polluants dans l'atmosphère. L'analyse permettra toutefois une analyse relative précise et juste entre les scénarios étudiés.

Les conditions d'utilisation du modèle et les paramètres retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau 23.

#### Résolution

La grille de calcul se compose d'un maillage régulier de 2 754 points, soit une résolution de 200 m sur l'ensemble de la zone d'étude.

À proximité des axes routiers, ce maillage a été affiné avec l'ajout de points de maillage placés sous forme de transects de part et d'autre du linéaire étudié :

- 10 977 points pour tous les horizons d'étude

Les teneurs en polluant ont été évaluées en chaque point de cette grille.

#### Nature des sols

La nature des sols peut influencer la progression des panaches de polluants.

Dans le cadre de cette étude, la nature des sols a été caractérisée par une rugosité de 1,5 mètre sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette rugosité correspond à des zones urbaines denses.

#### Topographie

Compte tenu du relief peu marqué sur la zone d'étude et son influence probable sur les champs de vent, la topographie du site n'a pas été prise en compte dans le calcul de la dispersion atmosphérique.

#### Caractéristiques des polluants étudiés

Les polluants de type gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et benzène, etc.) ont été assimilés à des gaz passifs. Les particules et les métaux lourds ont été assimilés à des particules d'une densité de 5 000 kg/m<sup>3</sup> et de diamètres respectifs 10 µm et 2,5 µm.

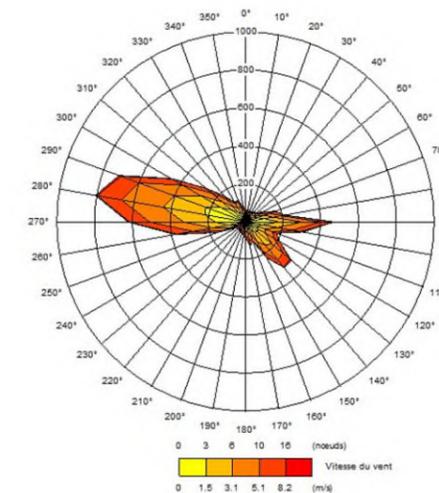
#### Teneurs de fond

Les teneurs de fond retenues correspondent aux teneurs moyennes des campagnes de mesures Egis. L'ensemble des teneurs de fond en polluants retenues, à l'exception du dioxyde d'azote, proviennent des mesures du site 27 en fond rural, seul site à avoir mesuré l'ensemble des polluants étudiés. La teneur de fond du dioxyde d'azote provient du site 05 qui est représentatif de la teneur moyenne en fond rural dans la zone d'étude.

- Dioxyde d'azote : 17,7 µg/m<sup>3</sup> : Egis - site 05
- Particules PM10 : 13,3 µg/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Particules PM2,5 : 7,7 µg/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Benzène : 0,7 µg/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- 1,3-butadiène : 0,12 µg/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Arsenic : 0,2 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Nickel : 0,3 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Chrome VI : 0,03 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Benzo(a)pyrène : 0,16 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Benzo(a)anthracène : 0,1 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Benzo(k)fluoranthène : 0,22 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Benzo(b+j)fluoranthène : 0,46 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Benzo(ghi)peryène : 0,22 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Chrysène : 0,22 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Fluoranthène : 0,08 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Indéno (1,2,3-cd)pyrène : 0,24 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Phénanthrène : 0,07 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27
- Pyrène : 0,1 ng/m<sup>3</sup> : Egis - site 27

#### Météorologie

Afin de décrire au mieux les conditions de dispersion, l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant s'est appuyée sur les données météorologiques tri-horaires (température, direction et vitesse du vent, nébulosité pour appréhender la stabilité Atmosphérique) relevées sur la station Météo France Toulon pour les années 2020, 2021 et 2022, années représentatives des moyennes saisonnières.



Rose des vents pour la station de Toulon - année 2020 à 2022

Source : Egis - Météo France

**TABLEAU 23 : PRINCIPAUX PARAMETRES POUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DANS ADMS ROADS**



## 3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

### 3.2.1 - Bilan des émissions routières dans la zone d'étude

Les émissions routières ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, aux horizons 2022 pour l'**État initial** (EI), 2038 pour l'horizon de mise en service pour le **Fil de l'eau** (FE) et l'**État projeté** (EP) et 2058 pour l'horizon de mise en service +20 ans pour le **Fil de l'eau** (FE<sub>38</sub>) et l'**État projeté** (FE<sub>58</sub>).

Dans le cadre de l'étude du BHNS de TPM, la motorisation des transports en commun aux différents horizons d'étude est présentée dans le Tableau 24 :

Horizons d'étude	% Hybride	% Gaz	% Diesel	% HVO*	% Electrique
2022	30	13	57	-	-
2038	-	-	-	17	83
2058	-	-	-	-	100

\*HVO : Bio carburant

TABLEAU 24 : REPARTITION DES MOTORISATIONS DES BUS BHNS AUX DIFFERENTS HORIZONS D'ETUDE (SOURCE : EGIS)

À noter que les parcs roulants fournis par l'IFSTAR ne prennent pas en compte les motorisations de type hybride. Ainsi, il a été fait le choix dans cette étude de reporter les bus de motorisation hybride en motorisation diesel (cf. Tableau). Cette hypothèse entraîne une majoration des émissions lié aux bus à l'horizon 2022 et sera à prendre en compte dans cette étude.

Horizons d'étude	% Hybride	% Gaz	% Diesel	% HVO*	% Electrique
2022	-	13	87	-	-
2038	-	-	-	17	83
2058	-	-	-	-	100

\*HVO : Bio carburant

TABLEAU 25 : HYPOTHESE FAITE PAR EGIS POUR LA REPARTITION DES MOTORISATIONS DES BUS BHNS AUX DIFFERENTS HORIZONS D'ETUDE (SOURCE : EGIS)

#### 3.2.1.1 - Analyse comparative des bilans des émissions entre l'État initial et l'horizon de mise en service sans projet

Les bilans des émissions routières aux horizons 2022 (**État initial**) et 2038 sans projet (**Fil de l'eau 2038**) sont présentés dans le Tableau 26 et le Tableau 27. Dans ce second tableau, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre l'**État initial** et le **Fil de l'eau** (noté  $(FE_{38}-EI_{22})/EI_{22}$ ).

L'analyse comparative des émissions polluantes à ces deux horizons met en évidence une diminution moyenne de -28 % des émissions en polluants. Cette diminution moyenne cache néanmoins des différences selon les polluants :

- Diminution très élevée (-77 %) pour le dioxyde d'azote et le benzène ;
- Diminution modérée (-32 % à -21 %) pour le monoxyde de carbone, le chrome et les COVNM ;
- Diminution faible (-13 % à -5 %) pour les PM2,5 et PM10 ;
- Augmentation faible (+5 %) pour l'arsenic ;
- Augmentation modérée (+13 % à +26 %) pour le dioxyde de soufre, nickel et 1,3-butadiène ;
- Variations comprises entre -51 % à -13 % pour les HAP.

Les émissions routières diminuent donc pour certains des polluants, malgré une augmentation du kilométrage parcouru (+4 %). Ces résultats montrent les effets positifs liés aux améliorations technologiques des véhicules et des motorisations. Le renouvellement du parc roulant est un facteur important de réductions des pollutions atmosphériques.

		Groupe de tronçons		TOTAL
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Dioxyde d'azote</b>	kg/j	1.42	54.82	<b>56.2</b>
<b>PM10</b>	kg/j	0.53	20.14	<b>20.7</b>
<b>PM2,5</b>	kg/j	0.35	13.26	<b>13.6</b>
<b>Monoxyde de carbone</b>	kg/j	2.55	104.42	<b>107.0</b>
<b>COVNM</b>	kg/j	0.18	7.16	<b>7.3</b>
<b>Benzène</b>	g/j	6.19	216.40	<b>222.6</b>
<b>Dioxyde de soufre</b>	kg/j	0.02	0.95	<b>1.0</b>
<b>Arsenic</b>	mg/j	0.11	4.30	<b>4.4</b>
<b>Nickel</b>	mg/j	0.59	22.33	<b>22.9</b>
<b>Chrome</b>	mg/j	5.10	210.91	<b>216.0</b>
<b>Benzo(a)pyrène</b>	mg/j	9.22	381.40	<b>390.6</b>
<b>Benzo(a)anthracène</b>	mg/j	15.70	657.27	<b>673.0</b>
<b>Benzo(b)fluoranthène</b>	mg/j	11.37	512.00	<b>523.4</b>
<b>Benzo(k)fluoranthène</b>	mg/j	8.79	413.97	<b>422.8</b>
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	mg/j	19.77	806.28	<b>826.1</b>
<b>Benzo(j)fluoranthène</b>	mg/j	5.94	366.12	<b>372.1</b>
<b>Acénaphène</b>	mg/j	152.33	6154.69	<b>6 307.0</b>
<b>Acénaphthylène</b>	mg/j	113.95	4604.03	<b>4 718.0</b>
<b>Anthracène</b>	mg/j	21.33	945.31	<b>966.6</b>
<b>Chrysène</b>	mg/j	26.49	1227.01	<b>1 253.5</b>
<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>	mg/j	0.91	36.96	<b>37.9</b>
<b>Fluorène</b>	mg/j	6.46	647.21	<b>653.7</b>
<b>Fluoranthène</b>	mg/j	152.53	6369.25	<b>6 521.8</b>
<b>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</b>	mg/j	9.49	397.11	<b>406.6</b>
<b>Phénanthrène</b>	mg/j	323.10	13276.19	<b>13 599.3</b>
<b>Pyrène</b>	mg/j	128.66	5503.14	<b>5 631.8</b>

Source : Egis

TABLEAU 26 : BILAN DES EMISSIONS ROUTIERES A L'ÉTAT INITIAL 2022



		Centre commercial Grand-Var	Projet	Total
<b>Dioxyde d'azote</b>	kg/j	0.36	12.35	<b>12.7</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-75%	-77%	<b>-77%</b>
<b>PM10</b>	kg/j	0.54	19.01	<b>19.6</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	1%	-6%	<b>-5%</b>
<b>PM2,5</b>	kg/j	0.32	11.56	<b>11.9</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-9%	-13%	<b>-13%</b>
<b>Monoxyde de carbone</b>	kg/j	1.90	71.43	<b>73.3</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-25%	-32%	<b>-31%</b>
<b>COVNM</b>	kg/j	0.07	4.90	<b>5.0</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-60%	-32%	<b>-32%</b>
<b>Benzène</b>	g/j	1.42	49.88	<b>51.3</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-77%	-77%	<b>-77%</b>
<b>1,3-butadiène</b>	g/j	1.51	132.29	<b>133.8</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-28%	27%	<b>26%</b>
<b>Dioxyde de soufre</b>	kg/j	0.03	1.07	<b>1.1</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	28%	13%	<b>13%</b>
<b>Arsenic</b>	mg/j	0.13	4.50	<b>4.6</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	19%	4%	<b>5%</b>
<b>Nickel</b>	mg/j	0.83	28.07	<b>28.9</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	39%	26%	<b>26%</b>
<b>Chrome</b>	mg/j	4.70	166.65	<b>171.4</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-8%	-21%	<b>-21%</b>

TABLEAU 27 : BILAN DES EMISSIONS ROUTIERES AU FIL DE L'EAU 2038

		Groupe de tronçons		Total
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Benzo(a)pyrène</b>	mg/j	6.50	241.31	<b>247.8</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-30%	-37%	<b>-37%</b>
<b>Benzo(a)anthracène</b>	mg/j	10.77	402.35	<b>413.1</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-31%	-39%	<b>-39%</b>
<b>Benzo(b)fluoranthène</b>	mg/j	8.53	329.76	<b>338.3</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-25%	-36%	<b>-35%</b>
<b>Benzo(k)fluoranthène</b>	mg/j	6.44	254.88	<b>261.3</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-27%	-38%	<b>-38%</b>
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	mg/j	14.76	543.89	<b>558.7</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-25%	-33%	<b>-32%</b>
<b>Benzo(j)fluoranthène</b>	mg/j	6.77	288.84	<b>295.6</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	14%	-21%	<b>-21%</b>
<b>Acénaphène</b>	mg/j	81.45	2987.48	<b>3 068.9</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-47%	-51%	<b>-51%</b>
<b>Acénaphthylène</b>	mg/j	60.93	2234.79	<b>2 295.7</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-47%	-51%	<b>-51%</b>
<b>Anthracène</b>	mg/j	20.78	788.90	<b>809.7</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-3%	-17%	<b>-16%</b>
<b>Chrysène</b>	mg/j	17.94	708.19	<b>726.1</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-32%	-42%	<b>-42%</b>
<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>	mg/j	0.87	31.98	<b>32.9</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-5%	-13%	<b>-13%</b>
<b>Fluorène</b>	mg/j	7.37	394.20	<b>401.6</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	14%	-39%	<b>-39%</b>
<b>Fluoranthène</b>	mg/j	107.16	3996.43	<b>4 103.6</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-30%	-37%	<b>-37%</b>
<b>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</b>	mg/j	7.35	273.88	<b>281.2</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-23%	-31%	<b>-31%</b>
<b>Phénanthrène</b>	mg/j	237.75	8791.31	<b>9 029.1</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-26%	-34%	<b>-34%</b>
<b>Pyrène</b>	mg/j	82.64	3128.76	<b>3 211.4</b>
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	-36%	-43%	<b>-43%</b>

Source : Egis

TABLEAU 28 : BILAN DES EMISSIONS ROUTIERES EN HAP AU FIL DE L'EAU 2038



### 3.2.1.2 - Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon de mise en service

Le bilan des émissions routières à l'horizon 2038 pour l'**État projeté 2038** (EP), à savoir la situation avec la réalisation du projet est présenté dans le Tableau 29 et le Tableau 30. Dans ces tableaux les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre l'**État projeté 2038** et le **Fil de l'eau 2038** (noté  $EP_{38}-FE_{38}/FE_{38}$ ).

L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2038 met en évidence une diminution non significative de -1 % en polluants avec des évolutions similaires mais néanmoins différentes suivant les groupes de tronçons :

- Diminution faible (-10 %) pour le groupe Centre commercial Grand-Var ;
- Aucune évolution significative (< 1 %) pour le groupe Projet ;

Les évolutions des émissions totales entre le **Fil de l'eau 2038** et l'**État projeté 2038** sont cohérentes avec les évolutions du kilométrage parcouru en lien avec le projet du BHNS de TPM (-2 %).

Il est par ailleurs à noter que pour le groupe *Projet*, les émissions de certains polluants augmentent alors que le kilométrage parcouru de ce groupe diminue.

Cette exception est liée aux bus du BHNS. Sur le groupe *Projet*, l'évolution du kilométrage parcouru des bus est cohérente avec l'évolution des émissions en polluant. **En effet, l'évolution du kilométrage parcouru du groupe *Projet* augmente de +68 % pour les bus en lien avec le projet de BHNS de TPM (cf. Tableau 22).** De même, la motorisation des bus (cf. Tableau 25) joue un rôle dans les émissions des polluants. Ces paramètres peuvent expliquer l'augmentation de certains polluants (PM10, PM2,5, monoxyde de carbone et 1,3-butadiène).

		Groupe de tronçons		TOTAL
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Dioxyde d'azote</b>	kg/j	0.33	11.93	<b>12.3</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	-3%	<b>-4%</b>
<b>PM10</b>	kg/j	0.48	19.38	<b>19.9</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-11%	2%	<b>2%</b>
<b>PM2,5</b>	kg/j	0.28	11.97	<b>12.2</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-11%	3%	<b>3%</b>
<b>Monoxyde de carbone</b>	kg/j	1.72	72.59	<b>74.3</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	2%	<b>1%</b>
<b>COVNM</b>	kg/j	0.06	5.78	<b>5.8</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	18%	<b>&lt;1%</b>
<b>Benzène</b>	g/j	1.28	49.20	<b>50.5</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	-1%	<b>-2%</b>
<b>1,3-butadiène</b>	g/j	1.36	162.59	<b>163.9</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	23%	<b>23%</b>
<b>Dioxyde de soufre</b>	kg/j	0.03	1.03	<b>1.1</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	-3%	<b>-4%</b>
<b>Arsenic</b>	mg/j	0.12	4.37	<b>4.5</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Nickel</b>	mg/j	0.74	27.14	<b>27.9</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Chrome</b>	mg/j	4.23	163.07	<b>167.3</b>
	$(EP_{38}-FE_{38})/FE_{38}$	-10%	-2%	<b>-2%</b>

TABLEAU 29 : BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES À L'ÉTAT PROJETÉ 2038



		Groupe de tronçons		TOTAL
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Benzo(a)pyrène</b>	mg/j	5.90	235.19	<b>241.1</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(a)anthracène</b>	mg/j	9.77	392.97	<b>402.7</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-2%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(b)fluoranthène</b>	mg/j	7.74	325.29	<b>333.0</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-1%	<b>-2%</b>
<b>Benzo(k)fluoranthène</b>	mg/j	5.84	253.15	<b>259.0</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-1%	<b>-1%</b>
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	mg/j	13.39	528.95	<b>542.3</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(j)fluoranthène</b>	mg/j	6.15	292.57	<b>298.7</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	1%	<b>1%</b>
<b>Acénaphène</b>	mg/j	73.86	2901.50	<b>2 975.4</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Acénaphthylène</b>	mg/j	55.25	2170.47	<b>2 225.7</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Anthracène</b>	mg/j	18.85	774.16	<b>793.0</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-2%	<b>-2%</b>
<b>Chrysène</b>	mg/j	16.28	702.76	<b>719.0</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-1%	<b>-1%</b>
<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>	mg/j	0.79	31.06	<b>31.9</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Fluorène</b>	mg/j	6.73	419.68	<b>426.4</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	6%	<b>6%</b>
<b>Fluoranthène</b>	mg/j	97.19	3901.12	<b>3 998.3</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-2%	<b>-3%</b>
<b>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</b>	mg/j	6.67	267.28	<b>273.9</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-2%	<b>-3%</b>
<b>Phénanthrène</b>	mg/j	215.61	8559.49	<b>8 775.1</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Pyrène</b>	mg/j	74.97	3067.81	<b>3 142.8</b>
	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	-9%	-2%	<b>-2%</b>

Source : Egis

TABLEAU 30 : BILAN DES EMISSIONS ROUTIERES EN HAP A L'ÉTAT PROJETE 2038



### 3.2.1.3 - Analyse comparative des bilans des émissions entre l'horizon de mise en service sans projet et l'horizon de mise en service +20 ans sans projet

Les bilans des émissions routières aux horizons 2038 sans projet (*Fil de l'eau 2038*) et 2058 sans projet (*Fil de l'eau 2058*) sont présentés dans le Tableau 31 et le Tableau 32. Dans ces tableaux, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre le *Fil de l'eau 2038* et le *Fil de l'eau 2058* (noté  $(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$ ).

L'analyse comparative des émissions polluantes à ces deux horizons met en évidence une diminution moyenne de -19 % des émissions en polluants. Cette diminution moyenne cache des différences selon les polluants :

- Diminution élevée (-60 %) pour le dioxyde d'azote ;
- Diminution modérée (-35 % à -30 %) pour le 1,3-butadiène et les COVNM ;
- Diminution faible (-11 % à -8 %) pour le benzène, le monoxyde de carbone, le chrome et les PM10 ;
- Augmentation faible (+5 % à +7 %) pour le dioxyde de soufre et le nickel ;
- Aucune variation significative (+1 %) pour les PM2,5 et arsenic ;
- Variations comprises entre -37 % et < 1 % pour les HAP

Les émissions routières diminuent malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+5 %). Ces résultats sont associés aux effets positifs liés aux améliorations technologiques des véhicules et des motorisations. Le renouvellement du parc roulant est un facteur important de réductions des pollutions atmosphériques.

		Groupe de tronçons		TOTAL
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Dioxyde d'azote</b>	kg/j	0.15	4.97	<b>5.1</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-58%	-60%	<b>-60%</b>
<b>PM10</b>	kg/j	0.54	17.46	<b>18.0</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	1%	-8%	<b>-8%</b>
<b>PM2,5</b>	kg/j	0.32	10.12	<b>10.4</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	< 1%	-13%	<b>&lt; 1%</b>
<b>Monoxyde de carbone</b>	kg/j	2.01	63.92	<b>65.9</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	5%	-11%	<b>-10%</b>
<b>COVNM</b>	kg/j	0.10	3.40	<b>3.5</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	33%	-31%	<b>-30%</b>
<b>Benzène</b>	g/j	1.39	44.46	<b>45.9</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-2%	-11%	<b>-11%</b>
<b>1,3-butadiène</b>	g/j	2.30	84.25	<b>86.6</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	53%	-36%	<b>-35%</b>
<b>Dioxyde de soufre</b>	kg/j	0.03	1.12	<b>1.2</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	11%	5%	<b>5%</b>
<b>Arsenic</b>	mg/j	0.14	4.53	<b>4.7</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	8%	1%	<b>1%</b>
<b>Nickel</b>	mg/j	0.94	30.10	<b>31.0</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	14%	7%	<b>7%</b>
<b>Chrome</b>	mg/j	4.52	147.37	<b>151.9</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-4%	-12%	<b>-11%</b>

TABLEAU 31 : BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES AU FIL DE L'EAU 2058

		Groupe de tronçons		TOTAL
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Benzo(a)pyrène</b>	mg/j	5.51	191.05	<b>196.6</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-15%	-21%	<b>-21%</b>
<b>Benzo(a)anthracène</b>	mg/j	8.94	311.94	<b>320.9</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-17%	-22%	<b>-22%</b>
<b>Benzo(b)fluoranthène</b>	mg/j	7.49	267.48	<b>275.0</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-12%	-19%	<b>-19%</b>
<b>Benzo(k)fluoranthène</b>	mg/j	5.61	204.16	<b>209.8</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-13%	-20%	<b>-20%</b>
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	mg/j	12.73	439.16	<b>451.9</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-14%	-19%	<b>-19%</b>
<b>Benzo(j)fluoranthène</b>	mg/j	6.90	261.24	<b>268.1</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	2%	-10%	<b>-9%</b>
<b>Acénaphène</b>	mg/j	54.96	1890.21	<b>1 945.2</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-33%	-37%	<b>-37%</b>
<b>Acénaphthylène</b>	mg/j	41.11	1413.97	<b>1 455.1</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-33%	-37%	<b>-37%</b>
<b>Anthracène</b>	mg/j	20.05	705.28	<b>725.3</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-4%	-11%	<b>-10%</b>
<b>Chrysène</b>	mg/j	14.90	542.11	<b>557.0</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-17%	-23%	<b>-23%</b>
<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>	mg/j	0.90	31.54	<b>32.4</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	3%	-1%	<b>&lt; 1%</b>
<b>Fluorène</b>	mg/j	7.94	346.52	<b>354.5</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	8%	-12%	<b>-12%</b>
<b>Fluoranthène</b>	mg/j	89.12	3104.16	<b>3 193.3</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-17%	-22%	<b>-22%</b>
<b>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</b>	mg/j	6.53	227.22	<b>233.8</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-11%	-17%	<b>-17%</b>
<b>Phénanthrène</b>	mg/j	200.99	6954.45	<b>7 155.4</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-15%	-21%	<b>-21%</b>
<b>Pyrène</b>	mg/j	65.41	2307.59	<b>2 373.0</b>
	$(FE_{58}-FE_{38})/FE_{38}$	-21%	-26%	<b>-26%</b>

Source : Egis

TABLEAU 32 : BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES EN HAP AU FIL DE L'EAU 2058



### 3.2.1.4 - Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon de mise en service +20 ans

Le bilan des émissions routières à l'horizon 2058 pour l'**État projeté 2058** ( $EP_{58}$ ), à savoir la situation avec la réalisation du projet est présenté dans le Tableau 33. Dans ces tableaux, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre l'**État projeté 2058** et le **Fil de l'eau 2058** (noté  $(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$ ).

L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2058 met en évidence une diminution moyenne de -2 % des émissions en polluants. Néanmoins, cette diminution moyenne cache des différences selon les groupes de tronçons :

- Diminution modérée (-12 %) pour le groupe Centre commercial Grand-Var ;
- Diminution faible (-2 %) pour le groupe Projet.

Les émissions routières totales diminuent en cohérence avec l'évolution du kilométrage parcouru (-2 %).

Il est par ailleurs à noter que pour le groupe *Projet*, les émissions de certains polluants augmentent alors que le kilométrage parcouru de ce groupe diminue.

Cette exception est liée aux bus du BHNS. Sur le groupe *Projet*, l'évolution du kilométrage parcouru des bus est cohérente avec l'évolution des émissions en polluant. **En effet, l'évolution du kilométrage parcouru du groupe *Projet* augmente de +68 % pour les bus en lien avec le projet de BHNS de TPM (cf. Tableau 22).** Ce paramètre peut expliquer l'augmentation de certains polluants (PM10 et PM2,5).

Les diagrammes dans le Tableau 35 montrent l'évolution des émissions totales, polluant par polluant, pour l'**État initial**, les **Fils de l'eau 2038 et 2058** et les **États projetés 2038 et 2058**.

		Groupe de tronçons		TOTAL
		Centre commercial Grand-Var	Projet	
<b>Dioxyde d'azote</b>	kg/j	0.13	4.81	<b>4.9</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>
<b>PM10</b>	kg/j	0.51	18.66	<b>19.2</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-6%	7%	<b>7%</b>
<b>PM2,5</b>	kg/j	0.30	10.80	<b>11.1</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-6%	7%	<b>6%</b>
<b>Monoxyde de carbone</b>	kg/j	1.75	61.60	<b>63.3</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-4%	<b>-4%</b>
<b>COVNM</b>	kg/j	0.08	3.28	<b>3.4</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>
<b>Benzène</b>	g/j	1.21	42.87	<b>44.1</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-4%	<b>-4%</b>
<b>1,3-butadiène</b>	g/j	2.00	81.31	<b>83.3</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>
<b>Dioxyde de soufre</b>	kg/j	0.03	1.08	<b>1.1</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>
<b>Arsenic</b>	mg/j	0.12	4.38	<b>4.5</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>
<b>Nickel</b>	mg/j	0.82	29.11	<b>29.9</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>
<b>Chrome</b>	mg/j	3.93	142.51	<b>146.4</b>
	$(EP_{58}-FE_{58})/FE_{58}$	-13%	-3%	<b>-4%</b>

TABLEAU 33 : BILAN DES EMISSIONS ROUTIERES A L'ÉTAT PROJETE 2058



	Groupe de tronçons		TOTAL	
	Centre commercial Grand-Var	Projet		
<b>Benzo(a)pyrène</b>	mg/j	4.85	185.96	<b>190.8</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(a)anthracène</b>	mg/j	7.87	303.62	<b>311.5</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(b)fluoranthène</b>	mg/j	6.59	260.34	<b>266.9</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(k)fluoranthène</b>	mg/j	4.95	198.71	<b>203.7</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	mg/j	11.20	427.45	<b>438.7</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Benzo(j)fluoranthène</b>	mg/j	6.09	254.26	<b>260.4</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Acénaphène</b>	mg/j	48.35	1839.82	<b>1 888.2</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Acénaphthylène</b>	mg/j	36.17	1376.28	<b>1 412.4</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Anthracène</b>	mg/j	17.65	686.47	<b>704.1</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Chrysène</b>	mg/j	13.13	527.64	<b>540.8</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>	mg/j	0.79	30.70	<b>31.5</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Fluorène</b>	mg/j	7.05	337.25	<b>344.3</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-11%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Fluoranthène</b>	mg/j	78.43	3021.39	<b>3 099.8</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</b>	mg/j	5.75	221.17	<b>226.9</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Phénanthrène</b>	mg/j	176.84	6769.04	<b>6 945.9</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>
<b>Pyrène</b>	mg/j	57.59	2246.06	<b>2 303.6</b>
	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>	-12%	-3%	<b>-3%</b>

Source : Egis

TABLEAU 34 : BILAN DES EMISSIONS ROUTIERES EN HAP A L'ÉTAT PROJETE 2058



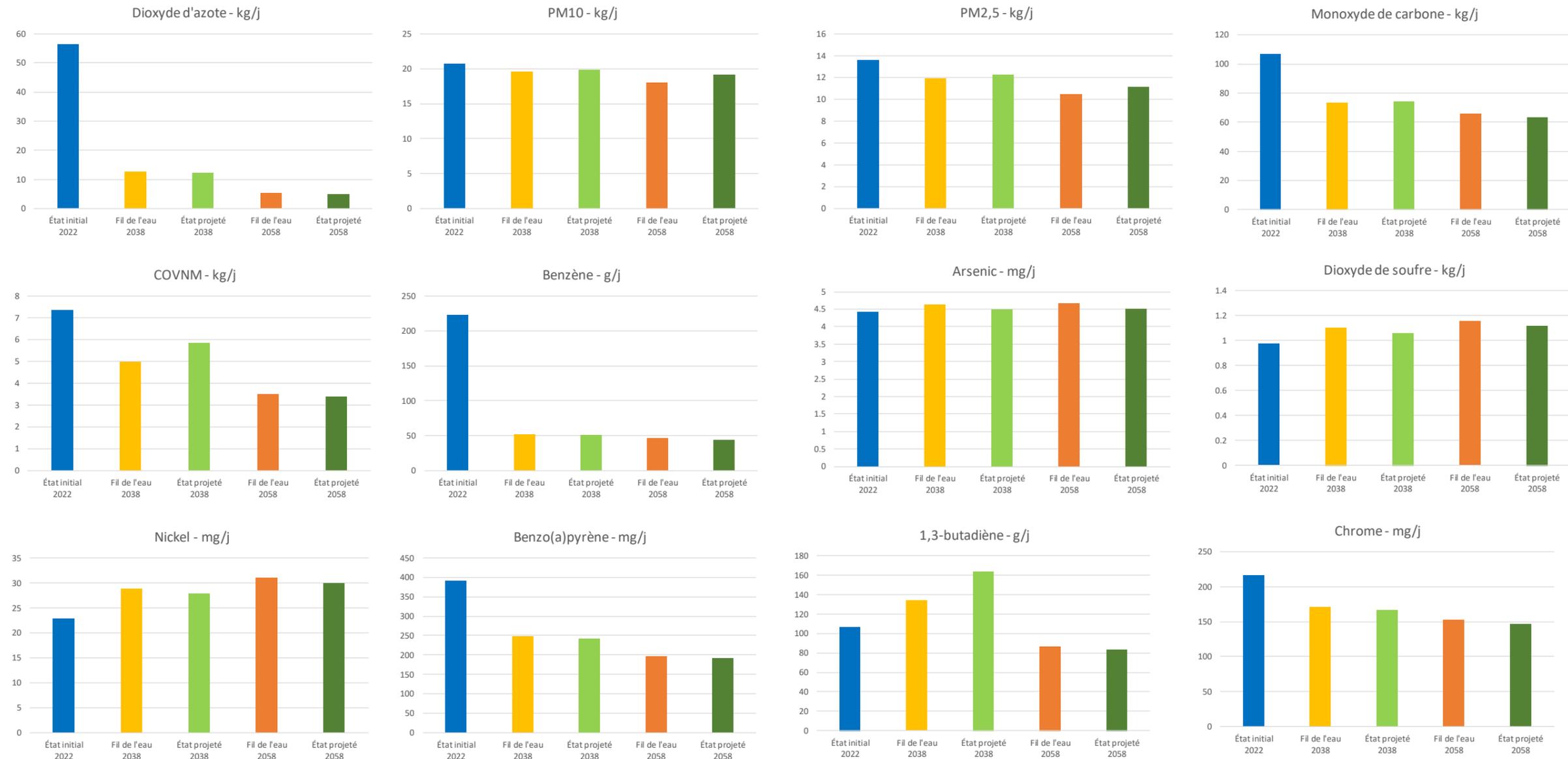
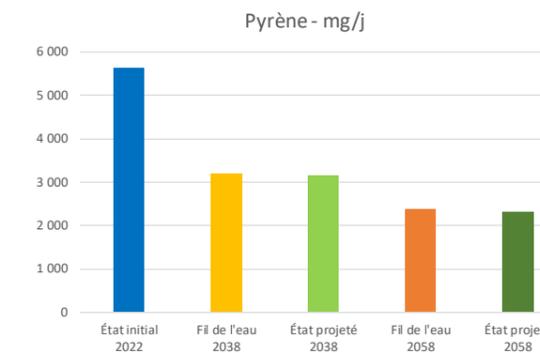
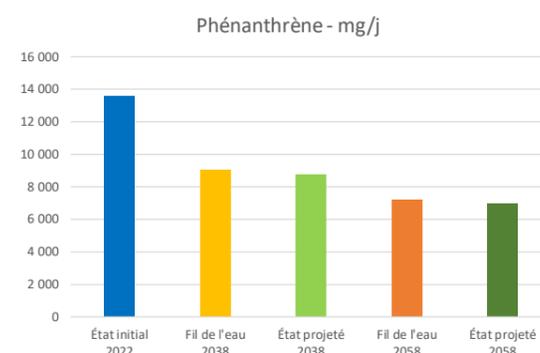
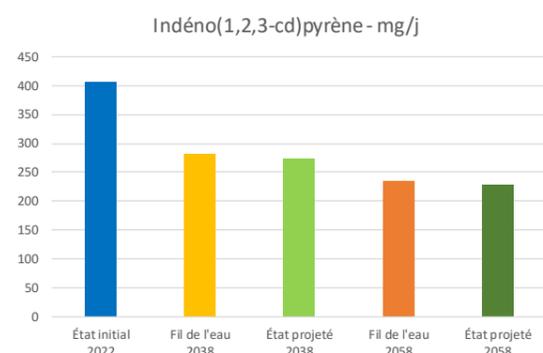
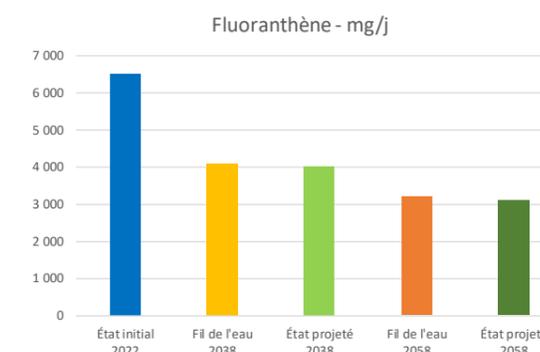
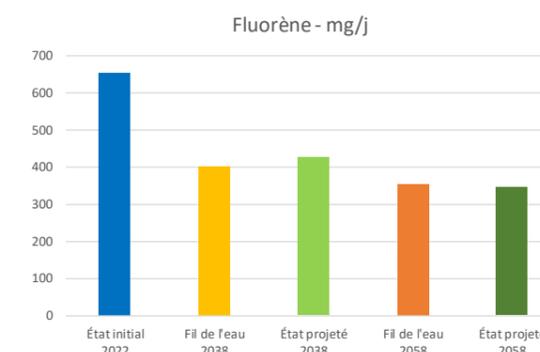
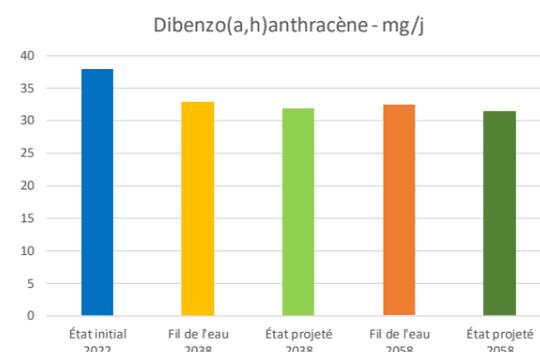
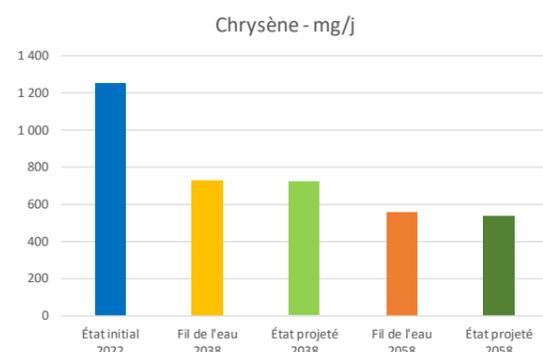
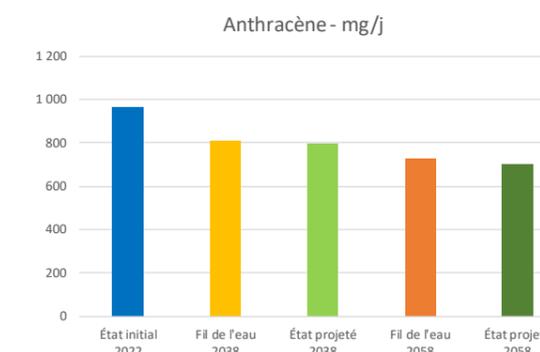
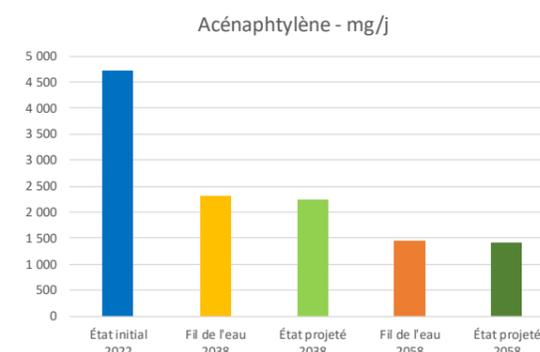
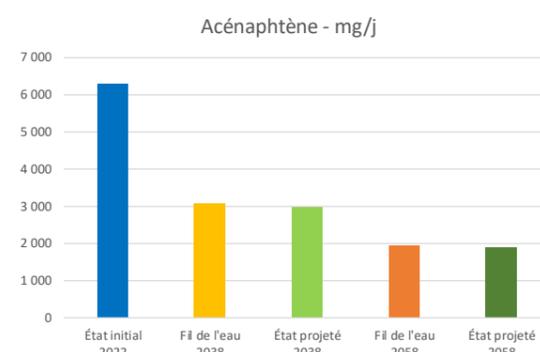
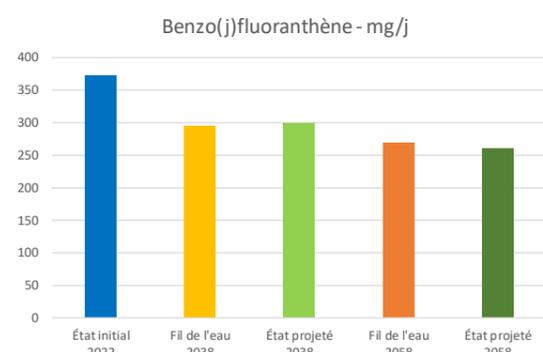
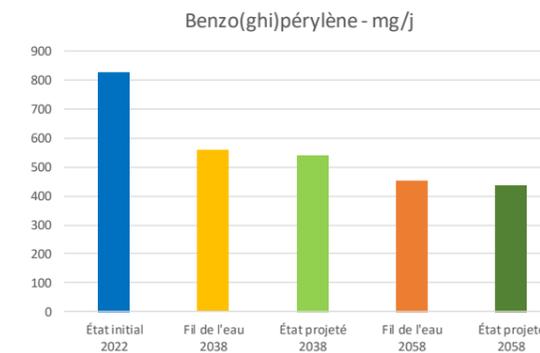
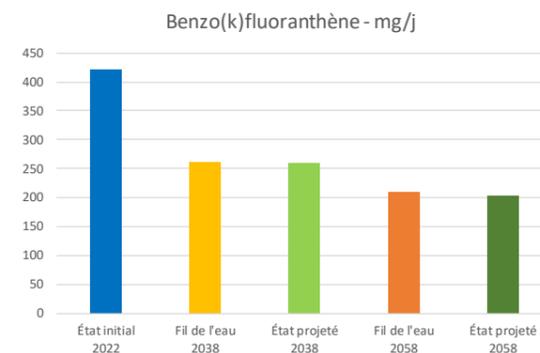
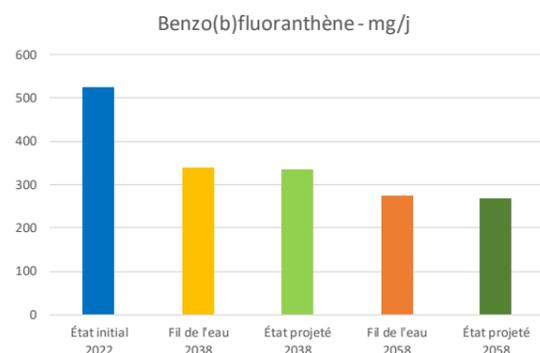
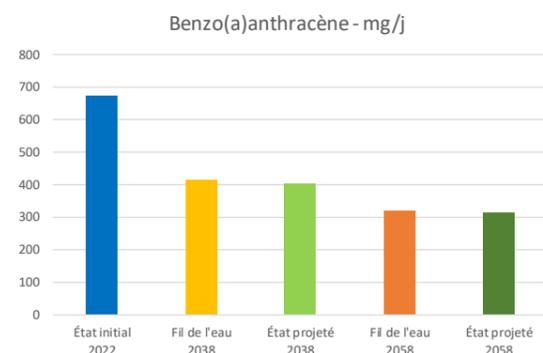


TABLEAU 35 : ÉVOLUTION DES EMISSIONS TOTALES PAR POLLUANT ET PAR ETAT (SOURCE : EGIS)





### 3.2.2 - Évaluation des teneurs dans l'air ambiant

Comme décrit précédemment, la dispersion et l'évaluation des teneurs en polluants dans l'air ambiant ont été déterminées avec le logiciel ADMS Roads. Les teneurs en polluants ainsi obtenues sont exprimées sous la forme de teneurs moyennes annuelles en tout point de la bande d'étude du réseau d'étude.

Ces teneurs annuelles sont comparables aux normes de qualité de l'air en vigueur et leur comparaison aux différents horizons permet d'appréhender l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Il convient de souligner que ces résultats mettent en évidence la contribution des émissions induites par le réseau routier étudié, à l'exclusion de toute autre source d'émissions.

#### 3.2.2.1 - Cartographies des teneurs en polluants

Les cartographies des teneurs en dioxyde d'azote en tout point de la bande d'étude sont présentées de la Figure 62 à la Figure 66 pour l'**État initial** 2022, le **Fil de l'eau** 2038 et 2058 et l'**État projeté** 2038 et 2058.

Ces cartographies ont été réalisées sous SIG (Système d'Information Géographique) par interpolation géostatistique des teneurs évaluées, en chaque point du maillage (10 977 points pour l'**État initial**, **Fil de l'eau**, et l'**État projeté**), à l'issue des calculs de dispersion atmosphérique.

Ces cartographies mettent en évidence :

- Les effets significatifs, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- Une diminution significative des concentrations à l'échelle de la bande d'étude entre l'état initial, le fil de l'eau en 2038 et le fil de l'eau en 2058 pour le dioxyde d'azote, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2022, 2038 et 2058. La diminution est notamment importante sur l'A50-A57.
- Une faible diminution des teneurs en dioxyde d'azote est observée sur le secteur de La Garde pour l'état projeté 2038 par rapport au fil de l'eau 2038.
- Un impact significatif des Autoroutes A50 et A57 sur les teneurs en polluants quel que soit l'horizon d'étude.



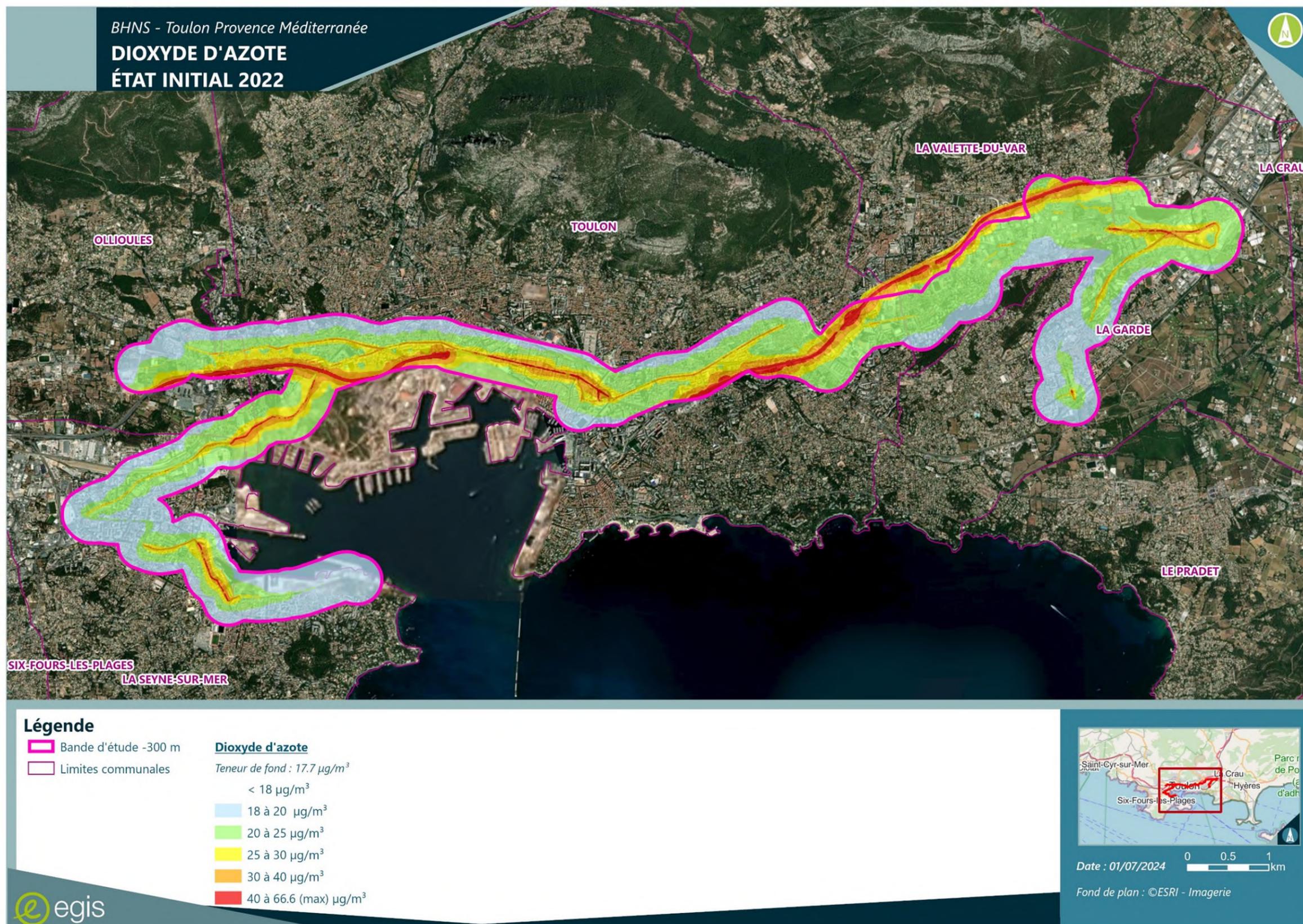


FIGURE 62 : TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – ÉTAT INITIAL 2022 (SOURCE : EGIS)



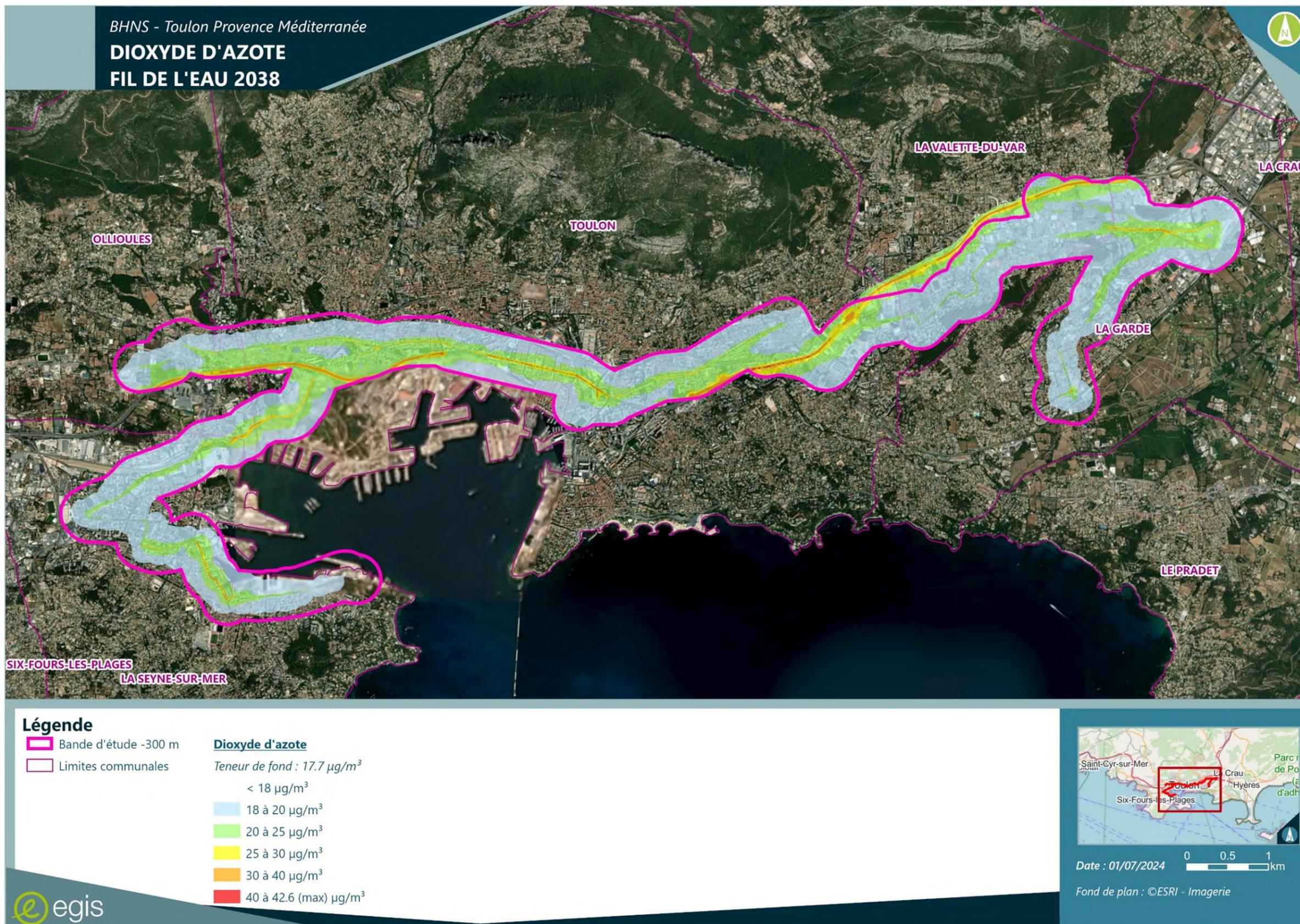


FIGURE 63 : TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – FIL DE L'EAU 2038 (SOURCE : EGIS)



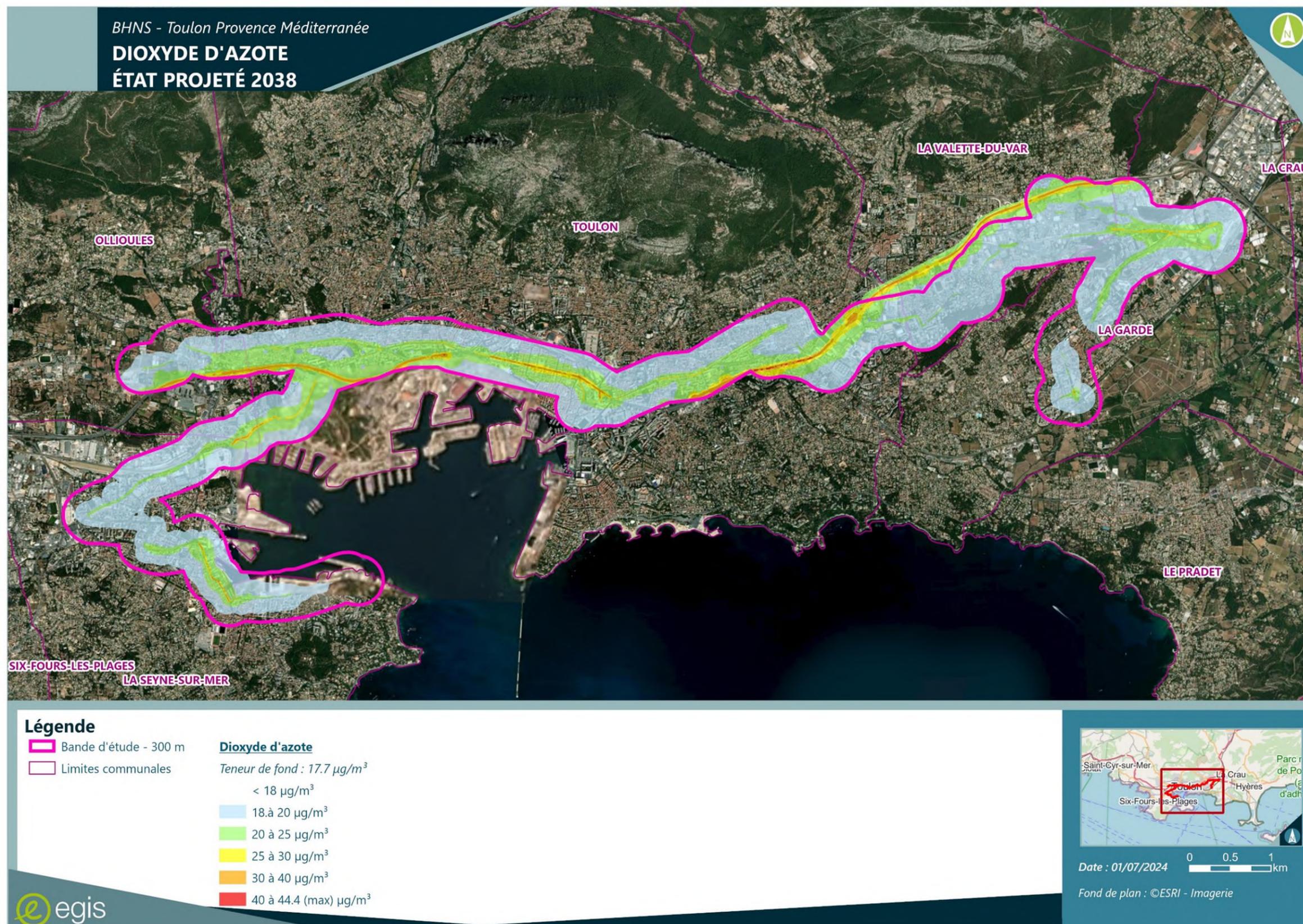


FIGURE 64 : TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – ÉTAT PROJETÉ 2038 (SOURCE : EGIS)



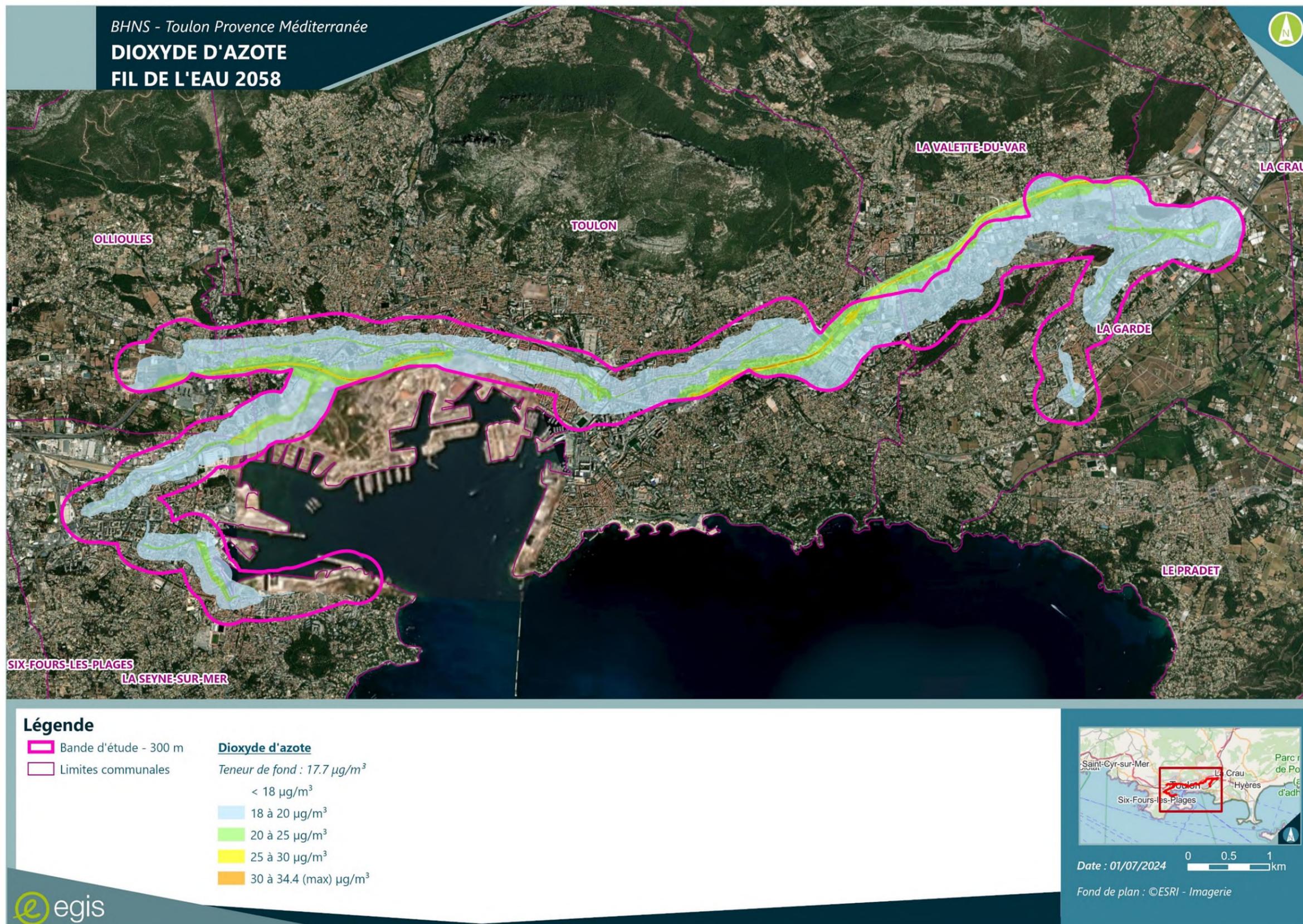


FIGURE 65 : TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – FIL DE L'EAU 2058 (SOURCE : EGIS)



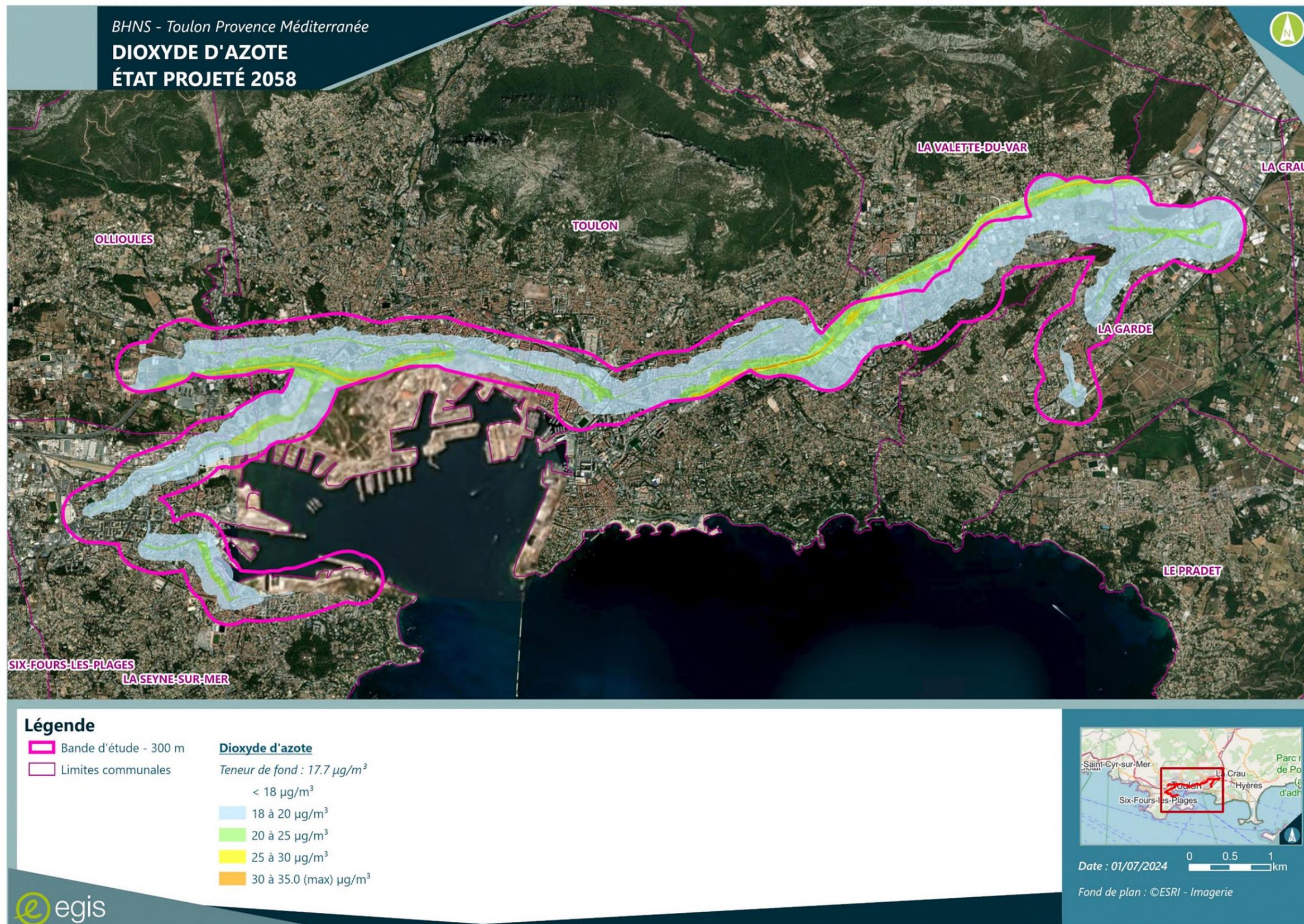


FIGURE 66 : TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – ÉTAT PROJÉTÉ 2058 (SOURCE : EGIS)



### 3.2.2.2 - Teneurs en polluants dans la bande d'étude

Les teneurs moyennes et les teneurs maximales des polluants étudiés dans la bande d'étude sont synthétisées dans Tableau 36 pour l'**État initial** 2022, le **Fil de l'eau** 2038 et 2058 et l'**État projeté** 2038 et 2058. Les teneurs maximales sont représentatives des teneurs relevées au droit des axes routiers. Elles sont données à titre indicatif.

Les teneurs **moyennes** évoluent différemment suivant les polluants entre l'**État initial** 2022 et le **Fil de l'eau** 2038 :

- Diminution faible à modérée (-15% à -6%) pour le dioxyde d'azote et le chrome ;
- Aucune variation significative pour les PM10, PM2.5, benzène, 1,3-butadiène, l'arsenic, le nickel ;
- Diminution faible à forte selon les HAP.

Entre le **Fil de l'eau** 2038 et l'**État projeté** 2038 les teneurs moyennes présentent des évolutions différentes également suivant les polluants :

- Aucune variation significative pour le dioxyde d'azote, les PM10, les PM2,5, le benzène, le 1,3-butadiène, le l'arsenic, le nickel et le chrome (-1 % à 1 %) ;
- Diminution faible ou augmentation faible pour les HAP.

Entre le **Fil de l'eau** 2038 et le **Fil de l'eau** 2058 les teneurs moyennes présentent des évolutions différentes également suivant les polluants :

- Diminution faible ( -5 %) pour le dioxyde d'azote ;
- Aucune variation significative pour les PM10, PM2.5, le benzène, le 1,3-butadiène, l'arsenic, le nickel et le chrome (-1% à 1 %) ;
- Diminution faible à modérée pour les HAP.

Entre le **Fil de l'eau** 2058 et l'**État projeté** 2058 les teneurs moyennes présentent des évolutions différentes également suivant les polluants :

- Aucune variation significative pour le dioxyde d'azote, les PM10, les PM2,5, le benzène le 1,3-butadiène, , l'arsenic, le nickel et le chrome (-1 % à 1 %) ;
- Diminution ou augmentation pour les HAP.

**Les évolutions des concentrations sont peu significatives quel que soit l'horizon d'étude, en raison de la forte influence des teneurs de fond et des Autoroutes A50, A57 sur les concentrations totales, comme l'illustre la Figure 67 pour le dioxyde d'azote. Selon les polluants, les bruits de fond représentent entre 67 % et 93 % des concentrations totales.**

**Le projet de BHNS de TPM impacte ainsi de manière peu significative les concentrations moyennes en polluants à l'échelle de la bande d'étude dans son ensemble.**

#### Remarque :

Certains HAP, possèdent des teneurs très faibles. Leurs évolutions peuvent mathématiquement atteindre des pourcentages importants pour des évolutions en valeurs absolues inférieures au  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , voire même au  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Ces pourcentages d'évolution ne sont alors donnés qu'à titre indicatif.

Par ailleurs, il n'est pas toujours possible d'avoir des valeurs de fond pour tous les polluants. Les mesures Egis sont représentées en gris dans le Tableau 36 pour les valeur inférieures aux limites de quantification du système de mesures. Sans valeurs de fond, il n'est pas possible de comparer la part de l'impact du projet, ni l'importance des évolutions entre les différents états.



		État initial - 2022		Fil de l'eau - 2038		État projeté - 2038		Fil de l'eau - 2058		État projeté - 2058		dont teneur de fond
		Teneur moyenne	Teneur maximale									
<b>Dioxyde d'azote</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	23.5	66.8	20.0	42.6	19.9	44.4	18.9	34.4	18.9	35.0	17.7
<b>PM10</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.3	23.8	14.2	22.5	14.2	22.8	14.2	22.6	14.2	22.9	13.3
<b>PM2,5</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8.4	14.9	8.3	13.2	8.3	13.3	8.2	13.1	8.2	13.3	7.7
<b>Benzène</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.707	0.803	0.702	0.724	0.702	0.725	0.702	0.723	0.702	0.722	0.7
<b>1,3-butadiène</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.123	0.174	0.124	0.199	0.123	0.231	0.123	0.168	0.123	0.167	0.12
<b>Arsenic</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.200	0.203	0.200	0.203	0.200	0.203	0.200	0.203	0.200	0.203	0.2
<b>Nickel</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.301	0.314	0.302	0.320	0.302	0.320	0.302	0.323	0.302	0.322	0.3
<b>Chrome</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.041	0.167	0.039	0.149	0.039	0.141	0.038	0.141	0.038	0.139	0.03
<b>Benzo(a)pyrène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.183	0.528	0.174	0.394	0.175	0.397	0.172	0.349	0.171	0.346	0.2
<b>Benzo(a)anthracène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.140	0.730	0.124	0.489	0.124	0.494	0.119	0.409	0.143	0.832	0.1
<b>Benzo(b)fluoranthène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.031	0.465	0.020	0.318	0.020	0.322	0.016	0.270	0.016	0.265	
<b>Benzo(k)fluoranthène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.245	0.584	0.235	0.463	0.235	0.466	0.232	0.425	0.232	0.421	0.22
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.270	1.011	0.253	0.758	0.253	0.765	0.247	0.665	0.246	0.657	0.22
<b>Benzo(j)fluoranthène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.480	0.733	0.478	0.747	0.478	0.750	0.476	0.744	0.476	0.739	0.46
<b>Acénaphène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.382	6.112	0.176	2.858	0.180	2.892	0.112	1.772	0.110	1.738	
<b>Acénaphthylène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.286	4.572	0.132	2.138	0.135	2.163	0.084	1.325	0.082	1.300	
<b>Anthracène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.057	0.876	0.048	0.798	0.049	0.807	0.044	0.746	0.043	0.732	
<b>Chrysène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.293	1.315	0.262	0.892	0.263	0.901	0.253	0.760	0.252	0.749	0.2
<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.005	0.077	0.003	0.042	0.003	0.043	0.002	0.031	0.002	0.030	
<b>Fluorène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.033	0.355	0.024	0.356	0.023	0.361	0.022	0.372	0.021	0.365	
<b>Fluoranthène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.471	6.236	0.319	4.006	0.324	4.053	0.269	3.208	0.265	3.148	0.08
<b>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.264	0.620	0.256	0.508	0.257	0.511	0.254	0.469	0.254	0.465	0.24
<b>Phénanthrène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.891	13.108	0.598	8.850	0.609	8.953	0.496	7.191	0.487	7.054	0.07
<b>Pyrène</b>	$\text{ng}/\text{m}^3$	0.436	5.320	0.286	3.114	0.289	3.151	0.239	2.377	0.236	2.333	0.10

Source : Egis

TABLEAU 36 : TENEURS MOYENNES ET MAXIMALES DANS LA BANDE D'ETUDE



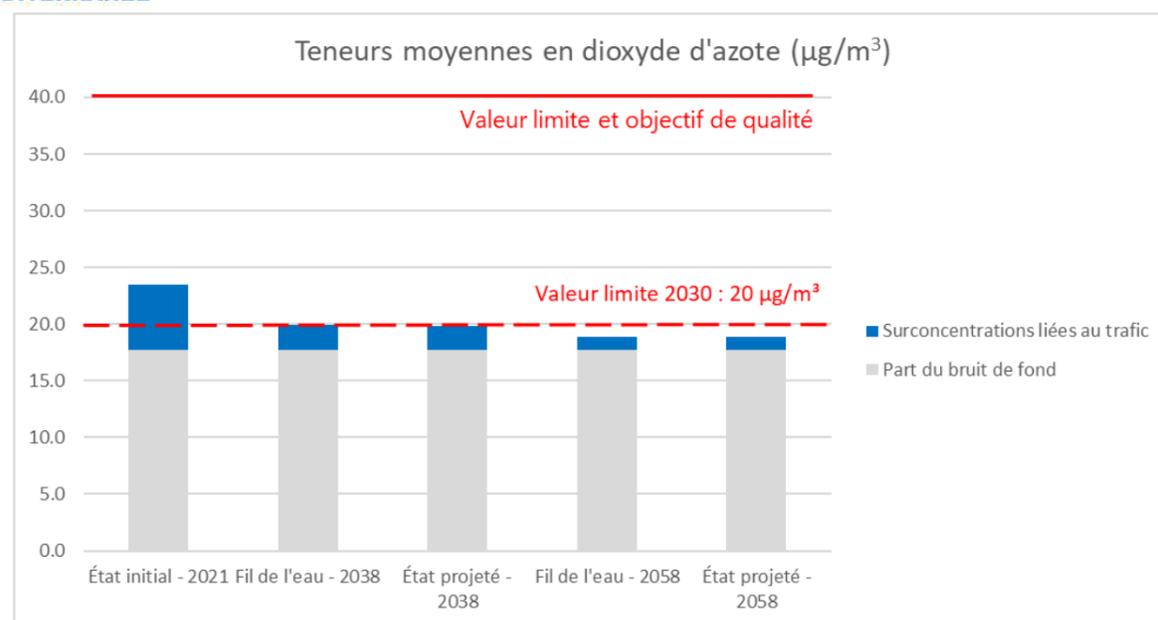


FIGURE 67 : TENEURS MOYENNES EN NO<sub>2</sub> AVEC LA PART DU TRAFIC ET DU BRUIT DE FOND (SOURCE : EGIS)

Ainsi, la réalisation du BHNS de TPM n'engendrera pas de dépassements des normes de la qualité de l'air (déjà présent en 2038 sans le projet).

### 3.2.2.3 - Comparaison aux normes de qualité de l'air

Parmi les polluants retenus dans cette étude, le dioxyde d'azote, le benzène, les particules PM10 et PM2,5, le benzo(a)pyrène, le nickel et l'arsenic sont réglementés dans l'air ambiant par des critères nationaux.

Les comparaisons des teneurs maximales en tout point de la bande d'étude, aux normes de la qualité de l'air est présentée dans le Tableau 37. Notons que les teneurs maximales sont représentatives des teneurs relevées au droit des axes routiers.

Au regard des résultats obtenus, les teneurs maximales en dioxyde d'azote dépassent la valeur limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup> à l'état initial en 2022 et en 2038 pour les scénarios avec et sans projet. Les dépassements de valeurs limites sont localisés sur l'autoroute A50-A57.

Il est utile de rappeler que pour l'état initial, les bus à motorisation hybride ont été modélisés avec la motorisation diesel pouvant entraîner une majoration des teneurs en polluants.

À l'horizon 2058, aucun dépassement n'est identifié pour l'ensemble des zones étudiées. Les concentrations maximales évoluent ainsi favorablement entre les horizons 2038 et 2058 avec une réduction des teneurs maximales d'environ 23 % entre 2038 et 2058 et une réduction de 48 % entre l'état initial 2022 et l'État projeté 2058.

Les teneurs maximales en PM10 respectent la valeur limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup>, et l'objectif de qualité (30 µg/m<sup>3</sup>) quel que soit l'horizon d'étude.

Les teneurs maximales en PM2,5 respectent la valeur limite réglementaire de 25 µg/m<sup>3</sup>, mais dépassent l'objectif de qualité (10 µg/m<sup>3</sup>) pour tous les horizons d'étude avec et sans projet. Les surconcentrations maximales liées au trafic routier sont localisées sur l'autoroute A50-A57.

Pour tous les autres polluants, les valeurs limites réglementaires en vigueur sont respectées.

À noter que les concentrations maximales, localisées sur l'autoroute A50-A57, pour le dioxyde d'azote, les PM10 et PM2,5 ne respectent pas les futures valeurs limites applicables en 2030. Néanmoins, Il convient de souligner que les valeurs de fond retenus pour cette étude sont proches des futures valeurs limites de 2030, entraînant inévitablement des dépassements



Polluants		Valeurs limites	Objectif de qualité	État initial - 2022		Fil de l'eau - 2038		État projeté - 2038		Fil de l'eau - 2058		État projeté - 2058	
		en moyenne annuelle		Teneurs maximales	Observations								
<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	40	40	66.8	Dépassement de la valeur limite	42.6	Dépassement de la valeur limite	44.4	Dépassement de la valeur limite	34.4	Pas de dépassement	35.0	Pas de dépassement
<b>Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	5	2	0.80	Pas de dépassement	0.72	Pas de dépassement						
<b>PM10</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	40	30	23.8	Pas de dépassement	22.5	Pas de dépassement	22.8	Pas de dépassement	22.6	Pas de dépassement	22.9	Pas de dépassement
<b>PM2,5</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	25	10	14.9	Dépassement de l'objectif de qualité	13.2	Dépassement de l'objectif de qualité	13.3	Dépassement de l'objectif de qualité	13.1	Dépassement de l'objectif de qualité	13.3	Dépassement de l'objectif de qualité
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		50	1.23	Pas de de teneur de fond	1.40	Pas de de teneur de fond	1.41	Pas de de teneur de fond	1.48	Pas de de teneur de fond	1.47	Pas de de teneur de fond
<b>Benzo(a)pyrène</b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>		1 (valeur cible)	0.53	Pas de teneur de fond	0.39	Pas de teneur de fond	0.40	Pas de teneur de fond	0.35	Pas de teneur de fond	0.35	Pas de teneur de fond
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	10 000 (en moyenne sur 8h)		57	Pas de de teneur de fond	42	Pas de de teneur de fond	43	Pas de de teneur de fond	42	Pas de de teneur de fond	41	Pas de de teneur de fond
<b>Arsenic</b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>		6 (valeur cible)	0.203	Pas de dépassement								
<b>Nickel</b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>		20 (valeur cible)	0.314	Pas de dépassement	0.320	Pas de dépassement	0.320	Pas de dépassement	0.323	Pas de dépassement	0.322	Pas de dépassement

Source : Egis

TABLEAU 37 : COMPARAISON DES TENEURS MAXIMALES AUX NORMES EN VIGUEUR SUR L'ENSEMBLE DE LA BANDE D'ETUDE



### 3.3 - Conclusion

Le projet de BHNS de TPM a pour impact la diminution du kilométrage parcouru de l'ordre de -2 % par rapport aux horizons sans projet, en 2038 et 2058.

Globalement, les évolutions des émissions entre le Fil de l'eau et l'État projeté sont faibles et cohérentes avec la diminution du kilométrage parcouru du réseau routier global (-1 % et -2 %).

L'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air a été menée avec le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Roads.

Au regard des résultats obtenus, les teneurs maximales en dioxyde d'azote dépassent la valeur limite réglementaire de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'état initial 2022, Fil de l'eau et Etat projeté 2038. Toutefois, ces concentrations maximales évoluent favorablement au Fil du temps avec une réduction d'environ 36 % à 48 % entre l'état initial et les États projetés pour les horizons 2038 et 2058. Les surconcentrations maximales liées au trafic routier sont localisées sur l'autoroute A50-A57.

Les teneurs maximales en PM10 respectent la valeur limite réglementaire de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et l'objectif de qualité ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) quel que soit l'horizon d'étude.

Les teneurs maximales en PM2,5 respectent la valeur limite réglementaire de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mais dépassent l'objectif de qualité ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour tous les horizons d'étude les scénarios avec et sans projet.

Pour tous les autres polluants, les valeurs limites réglementaires sont respectées.

À l'échelle de l'ensemble de la bande d'étude, le projet impacte de manière peu significative les concentrations moyennes des différents polluants, en lien avec les faibles variations des émissions.

**Aux horizons 2038 et 2058, la réalisation du projet de BHNS de TPM ne sera pas à l'origine de dépassements des normes de la qualité de l'air (qui existent déjà en 2038 sans la réalisation du projet, à proximité des autoroutes A50 et A57). Par ailleurs, l'impact du projet sur la qualité de l'air reste peu significatif quel que soit l'horizon d'étude.**



## 4 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS

L'évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations est réalisée par l'estimation d'un indicateur simplifié, l'Indice Pollution Population (IPP). Ce chapitre présente la méthodologie employée pour la détermination de l'IPP ainsi que les résultats obtenus.

### 4.1 - Méthodologie

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui permet la comparaison de différents horizons d'étude et différentes variantes de tracé eu égard à leurs impacts sur l'exposition potentielle de la population présente dans la bande d'étude. Il intègre ainsi, dans un même critère, les teneurs en polluants et la population potentiellement exposée.

L'IPP consiste à croiser les données de population avec les données de qualité de l'air (les teneurs en polluants issues des résultats du modèle de dispersion), afin d'obtenir une distribution spatiale de la population potentiellement exposée.

Il convient de préciser que cet indicateur s'utilise comme une aide à la comparaison de situation. Il n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique.

Le polluant retenu pour l'évaluation de l'IPP est le dioxyde d'azote.

Dans le cadre de cette étude, l'IPP a été évalué à l'horizon 2022 (**État initial**), à l'horizon de mise en service 2038 (**Fil de l'eau** et **État projeté**) et à l'horizon de mise en service +20 ans 2058 (**Fil de l'eau** et **État projeté**), conformément à la note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA.

Le calcul de l'IPP est soumis aux incertitudes relatives aux calculs de dispersion des polluants et aux incertitudes relatives au dénombrement des populations. Enfin, il a été considéré pour ces calculs que l'ensemble de la population est situé au niveau du sol. Les résultats sont donc surestimés.

### 4.2 - Estimation de la population dans la bande d'étude

Pour rappel (Cf. § 2.1.2 - Populations), les populations communales sont pour l'année 2020 sur la base des données de population INSEE les plus récentes disponibles.

Les populations situées dans la bande d'étude ont ensuite été déterminées, sous SIG, en interceptant la bande d'étude et les communes avec une clef de répartition spatiale (données d'occupation des sols Open Street Map et orthophotos), afin de localiser les populations sur les zones bâties.

Les populations des IRIS interceptés par la bande d'étude du projet sont données dans le Tableau 5.

Sur la base de ces estimations, la population en 2020 située dans la bande d'étude s'établit à 103 200 habitants.

### 4.3 - Résultats de l'IPP

Les résultats de l'IPP du dioxyde d'azote sont présentés dans le Tableau 38 et sur la Figure 68.

Pour rappel, le bruit de fond retenu pour le dioxyde d'azote dans le cadre de cette étude est de 17.7 µg/m<sup>3</sup>.

D'après les résultats, le nombre d'habitants de la bande d'étude impactée par :

- Des teneurs inférieures à 18 µg/m<sup>3</sup> :
  - À l'État initial 2022 est de 35 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2038 est de 1 800 habitants ;
  - À l'État projeté 2038 est de 4 549 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2058 est de 24 062 habitants ;
  - À l'État projeté 2058 est de 26 885 habitants.
  
- Des teneurs comprises entre 18 et 20 µg/m<sup>3</sup> :
  - À l'État initial 2022 est de 36 734 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2038 est de 72 331 habitants ;
  - À l'État projeté 2038 est de 71 597 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2058 est de 72 390 habitants ;
  - À l'État projeté 2058 est de 70 058 habitants.
  
- Des teneurs comprises entre 20 et 30 µg/m<sup>3</sup> :
  - À l'État initial 2022 est de 58 877 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2038 est de 28 824 habitants ;
  - À l'État projeté 2038 est de 27 191 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2058 est de 6 748 habitants ;
  - À l'État projeté 2058 est de 6 261 habitants.
  
- Des teneurs comprises entre 30 et 40 µg/m<sup>3</sup> :
  - À l'État initial 2022 est de 6 716 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2038 est de 200 habitants ;
  - À l'État projeté 2038 est de 266 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2058 est de 0 habitant ;
  - À l'État projeté 2058 est de 0 habitant.
  
- Des teneurs supérieures à 40 µg/m<sup>3</sup> :
  - À l'État initial 2022 est de 838 habitants ;
  - Au Fil de l'eau 2038 est de 0 habitant ;
  - À l'État projeté 2038 est de 0 habitant ;
  - Au Fil de l'eau 2058 est de 0 habitant ;
  - À l'État projeté 2058 est de 0 habitant.



Près de 850 habitants sont impactés par des teneurs supérieures aux valeurs limites réglementaires ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dioxyde d'azote à l'état initial.

Entre les horizons **2038 et 2058**, les proportions d'habitants impactées par des concentrations en dioxyde d'azote supérieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (projet de valeur limite en dioxyde d'azote applicable en 2030) diminuent d'environ -33 % en 2038 et de -50 % pour les scénarios avec projet en 2058 par rapport à l'état initial. À noter que le nombre d'habitants impactés par des teneurs supérieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  serait en recul de 1 à 2% pour les scénarios avec projet par rapport aux scénarios sans projet pour les horizons 2038 et 2058.

- À l'horizon 2038, pour les scénarios avec et sans projet, 72 à 74 % des habitants sont impactés par des teneurs inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en dioxyde d'azote.
- À l'horizon 2058, pour les scénarios avec et sans projet, 93 à 94 % des habitants sont impactés par des teneurs inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le projet de BHNS a un effet positif sur l'impact des populations.

Nom de la commune	Code IRIS	Nom de l'IRIS	Population impactée en nombre d'habitants				
			Teneurs < $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Teneurs comprises entre $18$ et $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Teneurs comprises entre $20$ et $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Teneurs comprises entre $30$ et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Teneurs > $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
La Garde	831370502	Les Plantades - Pierrascas	0	182	521	0	0
	831370310	Les Savels	0	1 948	371	0	0
	831370505	Le Pouverel	0	19	0	0	0
	831370609	Rabasson	0	0	383	76	0
	831370202	La Planquette	0	458	1 373	0	0
	831370203	Le Thouar	0	1 380	0	0	0
	831370401	Le Village	0	1 504	296	0	0
	830620104	La Lune-Mouissagues	0	2 462	1 607	0	0
	830620111	Daniel	0	2 187	763	0	0
	830620102	Fructidor-Vendémiaire	0	580	684	0	0
La Seyne-sur-Mer	830620103	Fort Napoléon-Fontainebleau	0	142	0	0	0
	830620107	Centre Ville-Peyron	0	872	1 666	75	0
	831260203	Gai Versant-Brégaillon	0	1 328	33	0	0
	831260101	Quatre Moulins	0	0	196	0	0
	831260202	Léry	0	773	278	0	0
	831260201	Le Manteau-Tamaris	0	129	0	0	0
	831260501	Tortels	0	238	348	0	0
	830900103	Berthe-Floréal	0	1 081	186	0	0
	831370809	Berthe-Messidor	0	1 579	0	0	0
	831370612	Evescat-Gaumin	0	115	0	0	0
Ollioules	831370606	Berthe-Saint-Jean	0	860	1 095	0	0
	831370905	Balaguier-Aiguillette	0	2 012	0	0	0
	831260502	Coupiane Est	0	1 089	781	0	0
	831260401	Coupiane Centre	0	1 397	1 291	0	0
	831260507	Coupiane Nord	0	0	1 543	0	0
	831370906	Zone économique	0	0	920	0	0
	831370807	Valette Nord	0	0	96	20	0
	831370903	Sud-Est	0	332	653	55	0
	830620101	Elisa-La Pivotte	0	514	87	0	0
	830620110	Cathédrale	35	12	2 413	0	0
État initial 2022	830620106	Dutasta-Mayol	0	586	1 252	42	25
	831260506	Champ de Mars II	0	0	2 869	35	0
	831260505	Champ de Mars I	0	202	2 220	479	100
	831260103	Brunet-Font Pré	0	171	3 328	67	0
	831260504	Brunet	0	1 312	1 483	0	0
	831260503	Pont de Bois	0	642	1 109	0	0
	831260204	Pont du Las II	0	745	0	0	0
	831260102	L'Escaillon	0	1 133	746	0	0
	831440105	Pont du Las I	0	918	3 486	12	0
	831440106	Place d'Armes-Arsenal	0	0	1 391	367	0
Toulon	831440107	Le Port	0	821	262	0	0
	831440101	Pont de Suve	0	0	294	15	0
	831370503	Pont Neuf	0	0	2 315	258	0
	831370607	La Palasse-Collet de Gipon	0	0	305	269	175
	831370804	Le Temple	0	1 480	214	0	0
	831370204	La Rode	0	319	418	0	0
	831370506	Sainte-Catherine	0	545	1 830	0	0
	831370806	Sainte-Musse III	0	0	961	42	0
	831370103	Saint-Jean du Var II	0	244	2 562	70	22
	831370201	Sainte-Musse II	0	25	254	0	0
831370101	Saint-Jean du Var I	0	776	1 708	67	0	
831370209	Lagoubran	0	0	1 910	512	0	
831370104	Saint-Roch I	0	595	251	0	0	
831370102	Les Arènes	0	547	351	0	0	
831370501	Saint-Roch II	0	674	1 104	0	0	
831370608	Saint-Louis	0	0	680	0	0	
831370702	Saint-Jean du Var III	0	0	1 539	1 118	202	
831370611	La Beaucaire	0	537	253	0	0	
831370803	Haute Ville-La Gare	0	389	1 662	535	0	
831370701	Haute Ville-Place Liberté	0	0	1 415	991	0	
831370904	La Barre-Les Ameniers	0	0	0	0	36	
831370902	Beaulieu	0	0	82	185	64	
831370805	Bon Rencontre-Arsenal	0	0	1 898	1 412	214	
831370810	Besagne	0	880	1 141	14	0	
<b>Total</b>			<b>35</b>	<b>36 734</b>	<b>58 877</b>	<b>6 716</b>	<b>838</b>



Nom de la commune	Code IRIS	Nom de l'IRIS	Population impactée en nombre d'habitants				
			Teneurs < 18 µg/m³	Teneurs comprises entre 18 et 20 µg/m³	Teneurs comprises entre 20 et 30 µg/m³	Teneurs comprises entre 30 et 40 µg/m³	Teneurs > 40 µg/m³
La Garde	831370502	La Planquette	0	1 581	250	0	0
	831370310	Le Pouverel	0	19	0	0	0
	831370505	Le Thouar	0	1 380	0	0	0
	831370609	Le Village	0	1 800	0	0	0
	831370202	Les Plantades - Pierrascas	0	703	0	0	0
	831370203	Les Savels	281	2 000	38	0	0
Ollioules	831370401	Rabasson	0	459	0	0	0
	830620104	Evescat-Gaumin	45	70	0	0	0
	830620111	Balaquier-Aiguillette	540	1 472	0	0	0
	830620102	Berthe-Floréal	20	1 247	0	0	0
	830620103	Berthe-Messidor	361	1 218	0	0	0
	830620107	Berthe-Saint-Jean	0	1 841	114	0	0
	831260203	Centre Ville-Peyron	0	1 735	878	0	0
La Seyne-sur-Mer	831260101	Daniel	367	2 367	216	0	0
	831260202	Fort Napoléon-Fontainebleau	0	142	0	0	0
	831260201	Fructidor-Vendémiaire	0	1 250	14	0	0
	831260501	Gai Versant-Brégaillon	0	1 361	0	0	0
	830900103	La Lune-Mouissagues	0	3 543	526	0	0
	831370809	Le Manteau-Tamaris	39	90	0	0	0
	831370612	Léry	0	1 006	45	0	0
	831370606	Quatre Moulins	78	118	0	0	0
	831370905	Tortels	0	372	169	0	0
	831260502	Coupiane Centre	0	2 676	12	0	0
La Valette-du-Var	831260401	Coupiane Est	0	1 870	0	0	0
	831260507	Coupiane Nord	0	1 490	53	0	0
	831370906	Valette Nord	0	52	64	0	0
	831370807	Zone économique	0	920	0	0	0
	831370903	Sud-Est	23	724	293	0	0
	830620101	Beaulieu	0	0	321	10	0
	830620110	Besaqne	0	1 896	139	0	0
	830620106	Bon Rencontre-Arsenal	0	0	3 524	0	0
	831260506	Brunet	0	2 642	153	0	0
	831260505	Brunet-Font Pré	0	2 433	1 133	0	0
Toulon	831260103	Cathédrale	35	2 273	152	0	0
	831260504	Champ de Mars I	0	1 557	1 376	68	0
	831260503	Champ de Mars II	0	1 208	1 696	0	0
	831260204	Dutasta-Mayol	0	1 474	431	0	0
	831260102	Elisa-La Pivotte	0	601	0	0	0
	831440105	Haute Ville-La Gare	0	1 201	1 385	0	0
	831440106	Haute Ville-Place Liberté	0	390	2 016	0	0
	831440107	La Barre-Les Ameniers	0	0	36	0	0
	831440101	La Beaucaire	0	790	0	0	0
	831370503	La Palasse-Collet de Gipon	0	204	523	22	0
Toulon	831370607	La Rode	0	737	0	0	0
	831370804	Lagoubran	0	497	1 925	0	0
	831370204	Le Port	0	1 083	0	0	0
	831370506	Le Temple	11	1 683	0	0	0
	831370806	Les Arènes	0	898	0	0	0
	831370103	L'Escaillon	0	1 802	77	0	0
	831370201	Place d'Armes-Arsenal	0	516	1 242	0	0
	831370101	Pont de Bois	0	1 259	492	0	0
	831370209	Pont de Suve	0	268	41	0	0
	831370104	Pont du Las I	0	3 058	1 358	0	0
831370102	Pont du Las II	0	745	0	0	0	
831370501	Pont Neuf	0	418	2 155	0	0	
831370608	Sainte-Catherine	0	2 152	223	0	0	
831370702	Sainte-Musse II	0	279	0	0	0	
831370611	Sainte-Musse III	0	690	313	0	0	
831370803	Saint-Jean du Var I	0	1 761	790	0	0	
831370701	Saint-Jean du Var II	0	1 124	1 751	23	0	
831370904	Saint-Jean du Var III	0	317	2 465	77	0	
831370902	Saint-Louis	0	578	102	0	0	
831370805	Saint-Roch I	0	846	0	0	0	
831370810	Saint-Roch II	0	1 445	333	0	0	
<b>Total</b>			<b>1 800</b>	<b>72 331</b>	<b>28824</b>	<b>200</b>	<b>0</b>

Nom de la commune	Code IRIS	Nom de l'IRIS	Population impactée en nombre d'habitants				
			Teneurs < 18 µg/m³	Teneurs comprises entre 18 et 20 µg/m³	Teneurs comprises entre 20 et 30 µg/m³	Teneurs comprises entre 30 et 40 µg/m³	Teneurs > 40 µg/m³
La Garde	831370502	La Planquette	0	1 720	111	0	0
	831370310	Le Pouverel	19	0	0	0	0
	831370505	Le Thouar	0	1 380	0	0	0
	831370609	Le Village	0	1 800	0	0	0
	831370202	Les Plantades - Pierrascas	0	703	0	0	0
	831370203	Les Savels	284	1 993	42	0	0
Ollioules	831370401	Rabasson	0	459	0	0	0
	830620104	Evescat-Gaumin	45	70	0	0	0
	830620111	Balaquier-Aiguillette	1 598	414	0	0	0
	830620102	Berthe-Floréal	158	1 109	0	0	0
	830620103	Berthe-Messidor	633	946	0	0	0
	830620107	Berthe-Saint-Jean	0	1 955	0	0	0
	831260203	Centre Ville-Peyron	0	1 821	792	0	0
La Seyne-sur-Mer	831260101	Daniel	765	2 095	90	0	0
	831260202	Fort Napoléon-Fontainebleau	61	81	0	0	0
	831260201	Fructidor-Vendémiaire	0	1 264	0	0	0
	831260501	Gai Versant-Brégaillon	17	1 344	0	0	0
	830900103	La Lune-Mouissagues	190	3 576	303	0	0
	831370809	Le Manteau-Tamaris	129	0	0	0	0
	831370612	Léry	0	1 023	28	0	0
	831370606	Quatre Moulins	196	0	0	0	0
	831370905	Tortels	84	408	94	0	0
	831260502	Coupiane Centre	0	2 653	35	0	0
La Valette-du-Var	831260401	Coupiane Est	0	1 870	0	0	0
	831260507	Coupiane Nord	0	1 488	55	0	0
	831370906	Valette Nord	0	53	63	0	0
	831370807	Zone économique	0	920	0	0	0
	831370903	Sud-Est	0	745	252	43	0
	830620101	Beaulieu	318	13	0	0	0
	830620110	Besaqne	0	1 742	293	0	0
	830620106	Bon Rencontre-Arsenal	0	0	3 524	0	0
	831260506	Brunet	0	2 668	127	0	0
	831260505	Brunet-Font Pré	0	2 392	1 174	0	0
Toulon	831260103	Cathédrale	39	2 067	354	0	0
	831260504	Champ de Mars I	0	1 544	1 376	81	0
	831260503	Champ de Mars II	0	1 369	1 535	0	0
	831260204	Dutasta-Mayol	0	1 433	462	10	0
	831260102	Elisa-La Pivotte	0	601	0	0	0
	831440105	Haute Ville-La Gare	0	1 076	1 510	0	0
	831440106	Haute Ville-Place Liberté	0	228	2 178	0	0
	831440107	La Barre-Les Ameniers	0	0	36	0	0
	831440101	La Beaucaire	0	790	0	0	0
	831370503	La Palasse-Collet de Gipon	0	202	525	22	0
Toulon	831370607	La Rode	0	737	0	0	0
	831370804	Lagoubran	0	588	1 837	0	0
	831370204	Le Port	0	1 083	0	0	0
	831370506	Le Temple	13	1 681	0	0	0
	831370806	Les Arènes	0	898	0	0	0
	831370103	L'Escaillon	0	1 818	61	0	0
	831370201	Place d'Armes-Arsenal	0	335	1 423	0	0
	831370101	Pont de Bois	0	1 474	277	0	0
	831370209	Pont de Suve	0	266	43	0	0
	831370104	Pont du Las I	0	3 627	789	0	0
831370102	Pont du Las II	0	745	0	0	0	
831370501	Pont Neuf	0	510	2 063	0	0	
831370608	Sainte-Catherine	0	2 221	154	0	0	
831370702	Sainte-Musse II	0	279	0	0	0	
831370611	Sainte-Musse III	0	698	305	0	0	
831370803	Saint-Jean du Var I	0	1 800	751	0	0	
831370701	Saint-Jean du Var II	0	1 208	1 666	24	0	
831370904	Saint-Jean du Var III	0	329	2 444	86	0	
831370902	Saint-Louis	0	551	129	0	0	
831370805	Saint-Roch I	0	846	0	0	0	
831370810	Saint-Roch II	0	1 488	290	0	0	
<b>Total</b>			<b>4 549</b>	<b>71 197</b>	<b>27191</b>	<b>266</b>	<b>0</b>

État projeté  
2038



Nom de la commune	Code IRIS	Nom de l'IRIS	Population impactée en nombre d'habitants				
			Teneurs < 18 µg/m³	Teneurs comprises entre 18 et 20 µg/m³	Teneurs comprises entre 20 et 30 µg/m³	Teneurs comprises entre 30 et 40 µg/m³	Teneurs > 40 µg/m³
La Garde	831370502	La Planquette	35	1 796	0	0	0
	831370310	Le Pouverel	19	0	0	0	0
	831370505	Le Thouar	1380	0	0	0	0
	831370609	Le Village	1242	558	0	0	0
	831370202	Les Plantades - Pierrascas	26	677	0	0	0
	831370203	Les Savels	1569	750	0	0	0
Ollioules	831370401	Rabasson	272	187	0	0	0
	830620104	Evescat-Gaumin	115	0	0	0	0
La Seyne-sur-Mer	830620111	Balaquier-Aiguillette	0	2 012	0	0	0
	830620102	Berthe-Floréal	841	426	0	0	0
	830620103	Berthe-Messidor	1522	57	0	0	0
	830620107	Berthe-Saint-Jean	442	1 513	0	0	0
	831260203	Centre Ville-Peyron	598	1 943	72	0	0
	831260101	Daniel	2004	946	0	0	0
	831260202	Fort Napoléon-Fontainebleau	142	0	0	0	0
	831260201	Fructidor-Vendémiaire	335	929	0	0	0
	831260501	Gai Versant-Brégaillon	1172	189	0	0	0
	830900103	La Lune-Mouissagues	2489	1 580	0	0	0
La Valette-du-Var	831370809	Le Manteau-Tamaris	129	0	0	0	0
	831370612	Léry	361	690	0	0	0
	831370606	Quatre Moulins	196	0	0	0	0
	831370905	Tortels	214	372	0	0	0
	831260502	Coupiane Centre	111	2 577	0	0	0
	831260401	Coupiane Est	58	1 812	0	0	0
	831260507	Coupiane Nord	16	1 527	0	0	0
	831370906	Valette Nord	0	84	32	0	0
	831370807	Zone économique	0	920	0	0	0
	831370903	Sud-Est	227	742	71	0	0
Fil de l'eau 2058	830620101	Beaulieu	0	33	298	0	0
	830620110	Besaque	682	1 353	0	0	0
	830620106	Bon Rencontre-Arsenal	0	2 672	852	0	0
	831260506	Brunet	412	2 383	0	0	0
	831260505	Brunet-Font Pré	0	3 436	130	0	0
	831260103	Cathédrale	35	2 425	0	0	0
	831260504	Champ de Mars I	0	2 488	513	0	0
	831260503	Champ de Mars II	0	2 877	27	0	0
	831260204	Dutasta-Mayol	409	1 434	62	0	0
	831260102	Elisa-La Pivotte	429	172	0	0	0
Toulon	831440105	Haute Ville-La Gare	307	2 069	210	0	0
	831440106	Haute Ville-Place Liberté	0	1 891	515	0	0
	831440107	La Barre-Les Ameniers	0	0	36	0	0
	831440101	La Beaucaire	415	375	0	0	0
	831370503	La Palasse-Collet de Gipon	0	268	481	0	0
	831370607	La Rode	30	707	0	0	0
	831370804	Lagoubran	0	1 730	692	0	0
	831370204	Le Port	547	536	0	0	0
	831370506	Le Temple	1297	397	0	0	0
	831370806	Les Arènes	347	551	0	0	0
Total	831370103	L'Escaillon	822	1 057	0	0	0
	831370201	Place d'Armes-Arsenal	0	1 568	190	0	0
	831370101	Pont de Bois	364	1 387	0	0	0
	831370209	Pont de Suve	0	290	19	0	0
	831370104	Pont du Las I	587	3 817	12	0	0
	831370102	Pont du Las II	727	18	0	0	0
	831370501	Pont Neuf	0	2 251	322	0	0
	831370608	Sainte-Catherine	0	2 375	0	0	0
	831370702	Sainte-Musse II	0	279	0	0	0
	831370611	Sainte-Musse III	0	915	88	0	0
831370803	Saint-Jean du Var I	25	2 450	76	0	0	
831370701	Saint-Jean du Var II	0	2394	504	0	0	
831370904	Saint-Jean du Var III	0	1 313	1 546	0	0	
831370902	Saint-Louis	0	680	0	0	0	
831370805	Saint-Roch I	525	321	0	0	0	
831370810	Saint-Roch II	587	1 191	0	0	0	
<b>Total</b>			<b>24 062</b>	<b>72 390</b>	<b>6748</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Nom de la commune	Code IRIS	Nom de l'IRIS	Population impactée en nombre d'habitants				
			Teneurs < 18 µg/m³	Teneurs comprises entre 18 et 20 µg/m³	Teneurs comprises entre 20 et 30 µg/m³	Teneurs comprises entre 30 et 40 µg/m³	Teneurs > 40 µg/m³
La Garde	831370502	La Planquette	50	1 781	0	0	0
	831370310	Le Pouverel	19	0	0	0	0
	831370505	Le Thouar	1344	36	0	0	0
	831370609	Le Village	1266	534	0	0	0
	831370202	Les Plantades - Pierrascas	30	673	0	0	0
	831370203	Les Savels	1581	738	0	0	0
Ollioules	831370401	Rabasson	281	178	0	0	0
	830620104	Evescat-Gaumin	115	0	0	0	0
La Seyne-sur-Mer	830620111	Balaquier-Aiguillette	2 012	0	0	0	0
	830620102	Berthe-Floréal	858	409	0	0	0
	830620103	Berthe-Messidor	1540	39	0	0	0
	830620107	Berthe-Saint-Jean	479	1 476	0	0	0
	831260203	Centre Ville-Peyron	604	1 937	72	0	0
	831260101	Daniel	2017	933	0	0	0
	831260202	Fort Napoléon-Fontainebleau	142	0	0	0	0
	831260201	Fructidor-Vendémiaire	355	909	0	0	0
	831260501	Gai Versant-Brégaillon	1191	170	0	0	0
	830900103	La Lune-Mouissagues	2565	1 504	0	0	0
La Valette-du-Var	831370809	Le Manteau-Tamaris	129	0	0	0	0
	831370612	Léry	385	666	0	0	0
	831370606	Quatre Moulins	196	0	0	0	0
	831370905	Tortels	216	370	0	0	0
	831260502	Coupiane Centre	213	2 475	0	0	0
	831260401	Coupiane Est	61	1 809	0	0	0
	831260507	Coupiane Nord	0	1 527	16	0	0
	831370906	Valette Nord	0	84	32	0	0
	831370807	Zone économique	0	920	0	0	0
	831370903	Sud-Est	231	741	68	0	0
État projeté 2058	830620101	Beaulieu	0	34	297	0	0
	830620110	Besaque	707	1 328	0	0	0
	830620106	Bon Rencontre-Arsenal	0	2 664	860	0	0
	831260506	Brunet	499	2 296	0	0	0
	831260505	Brunet-Font Pré	0	3 454	112	0	0
	831260103	Cathédrale	39	2 421	0	0	0
	831260504	Champ de Mars I	0	2 524	477	0	0
	831260503	Champ de Mars II	0	2 884	20	0	0
	831260204	Dutasta-Mayol	448	1 395	62	0	0
	831260102	Elisa-La Pivotte	441	160	0	0	0
Toulon	831440105	Haute Ville-La Gare	335	2 084	171	0	0
	831440106	Haute Ville-Place Liberté	0	1 970	436	0	0
	831440107	La Barre-Les Ameniers	0	0	36	0	0
	831440101	La Beaucaire	426	364	0	0	0
	831370503	La Palasse-Collet de Gipon	0	474	275	0	0
	831370607	La Rode	49	688	0	0	0
	831370804	Lagoubran	0	1 755	667	0	0
	831370204	Le Port	570	513	0	0	0
	831370506	Le Temple	1321	373	0	0	0
	831370806	Les Arènes	359	539	0	0	0
Total	831370103	L'Escaillon	841	1 038	0	0	0
	831370201	Place d'Armes-Arsenal	0	1 585	173	0	0
	831370101	Pont de Bois	391	1 360	0	0	0
	831370209	Pont de Suve	0	291	18	0	0
	831370104	Pont du Las I	627	3 789	0	0	0
	831370102	Pont du Las II	729	16	0	0	0
	831370501	Pont Neuf	0	2 267	306	0	0
	831370608	Sainte-Catherine	16	2 359	0	0	0
	831370702	Sainte-Musse II	0	279	0	0	0
	831370611	Sainte-Musse III	0	919	84	0	0
831370803	Saint-Jean du Var I	69	2 420	62	0	0	
831370701	Saint-Jean du Var II	0	2 394	504	0	0	
831370904	Saint-Jean du Var III	0	1 346	1 513	0	0	
831370902	Saint-Louis	0	680	0	0	0	
831370805	Saint-Roch I	533	313	0	0	0	
831370810	Saint-Roch II	605	1 173	0	0	0	
<b>Total</b>			<b>26 885</b>	<b>70 058</b>	<b>6261</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Source : Egis

TABLEAU 38 : IPP DU DIOXYDE D'AZOTE DANS LA BANDE D'ETUDE



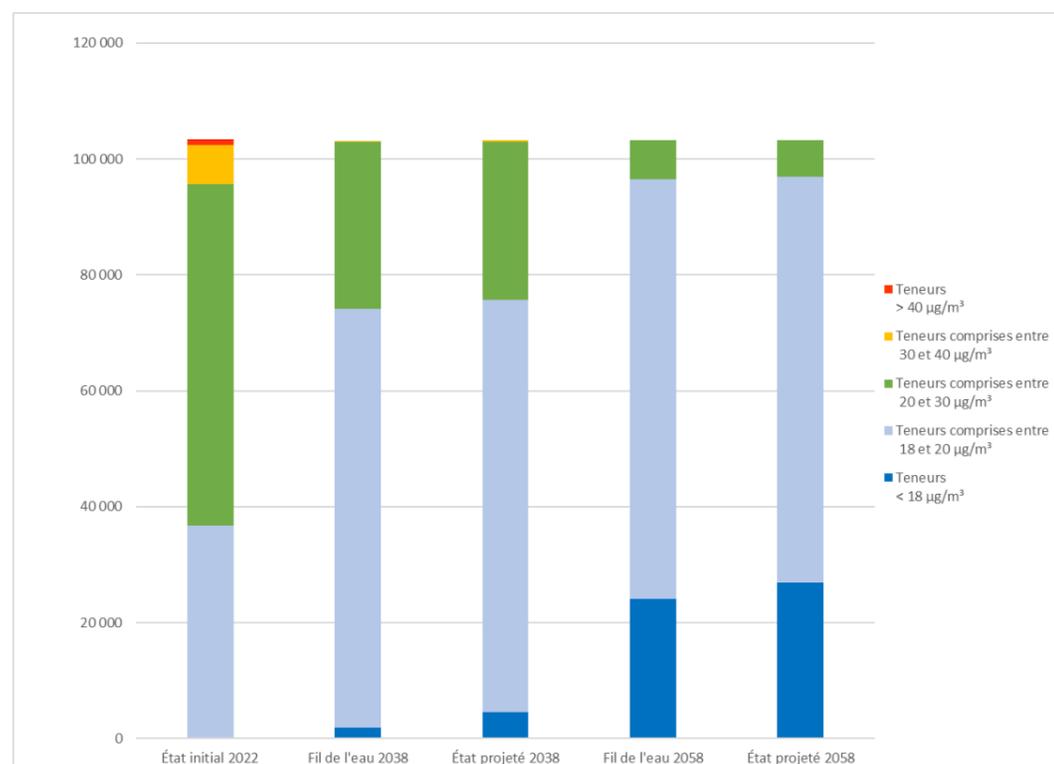


FIGURE 68 : IPP DU DIOXYDE D'AZOTE DANS LA BANDE D'ETUDE (SOURCE : EGIS)

Aucun habitant n'est impacté par des teneurs ne respectant pas les normes de qualité de l'air à partir de l'horizon 2038.

## 4.4 - Conclusion de l'IPP

Sur la base des trafics considérés et du calcul de l'Indice Pollution-Population, indicateur sanitaire simplifié, le projet de BHNS de TPM induirait une faible diminution de l'exposition des populations présentes dans la bande d'étude pour le dioxyde d'azote à l'horizon 2058.

**Près de 850 habitants** sont impactés par des teneurs supérieures aux valeurs limites réglementaires ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dioxyde d'azote à l'état initial.

Entre les horizons 2038 et 2058, les proportions d'habitants impactées par des concentrations en dioxyde d'azote supérieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (projet de valeur limite en dioxyde d'azote applicable en 2030) diminueraient d'environ -33 % en 2038 et de -50 % pour les scénarios avec projet en 2058 par rapport à l'état initial.

À noter que le nombre d'habitants impactés par des teneurs supérieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  serait en recul de 1 à 2% pour les scénarios avec projet par rapport aux scénarios sans projet pour les horizons 2038 et 2058.

À l'horizon 2038, pour les scénarios avec et sans projet, 72 à 74 % des habitants sont impactés par des teneurs inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

À l'horizon 2058, pour les scénarios avec et sans projet, 93 à 94 % des habitants sont impactés par des teneurs inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## 5 - ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Conformément à la note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, l'impact sanitaire du projet de BHNS de TPM a été établi selon la démarche de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

L'évaluation des risques sanitaires présentée ci-dessous a été menée pour :

- La situation nommée État de référence de l'année 2022 ;
- La situation sans projet à l'horizon de mise en service, nommée Fil de l'eau de l'année 2038 ;
- La situation avec projet à l'horizon de mise en service, nommée État projeté de l'année 2038 ;
- La situation sans projet à l'horizon de mise en service +20 ans, nommée Fil de l'eau de l'année 2058 ;
- La situation avec projet à l'horizon de mise en service +20 ans, nommée État projeté de l'année 2058.

### 5.1 - Rappel méthodologique

La démarche d'EQRS s'appuie sur une méthodologie définie par les documents suivants :

- Circulaire DGS n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- Circulaire DGPR et DGS du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation ;
- Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 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 ;
- Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019 ;
- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – Institut de Veille Sanitaire (InVS) - février 2000 ;
- Guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les ICPE – INERIS – 2021 ;
- Avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012 ;
- État de l'art pour l'évaluation des risques de substances à effets sans seuil pour les enfants – INERIS – 2023.

Conformément aux guides méthodologiques cités précédemment, cette démarche est structurée en 4 étapes :

- **L'étape 1 concerne la caractérisation du site et de son environnement.** Dans cette étape, l'environnement du site est décrit et les émissions polluantes, ainsi que les populations sensibles présentes sur le domaine d'étude sont recensées.

Dans le cadre de cette étude, l'étape 1 a été menée dans le chapitre 2.

- **L'étape 2 traite de l'identification des dangers et de l'évaluation de la relation dose-réponse.** Elle consiste à identifier les substances susceptibles de générer un effet indésirable pour les populations et à sélectionner, pour chacune de ces substances, les valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans la littérature.
- **L'étape 3 concerne l'évaluation de l'exposition des populations.** Elle consiste à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition des populations.  
Dans le cadre de cette étude, les niveaux d'exposition ont été déterminés avec un modèle de dispersion atmosphérique des polluants (Cf. chapitre 3).
- **L'étape 4 correspond à la caractérisation des risques sanitaires.** Elle constitue l'étape de synthèse et est l'expression qualitative et, si possible, quantitative du risque. Dans cette étape, les résultats sont analysés et les incertitudes sont évaluées.

L'évaluation des risques sanitaires a été conduite dans un objectif de transparence, conformément aux trois principes majeurs de la démarche :

- Le principe de prudence, lié aux limites relatives à l'état des connaissances ;
- Le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible ;
- Le principe de spécificité qui vise à tenir compte au mieux des caractéristiques propres au site, des sources de pollution et des populations cibles.

Les paragraphes suivants présentent cette méthodologie de manière détaillée.

### 5.2 - Identification des dangers et des scénarios d'exposition

#### 5.2.1 - Considérations générales sur les substances et les valeurs toxicologiques de référence

L'exposition de la population aux substances toxiques peut se produire :

- Par **inhalation** (voie respiratoire) pour la plupart des polluants gazeux ou particulaires (poussières, certains métaux...);
- Par **ingestion** (voie orale) pour les polluants particulaires se déposant au sol et présentant un caractère toxique par ingestion (dioxines et furanes, HAP, certains métaux).

L'exposition par ingestion peut être directe lors de l'ingestion de sol contaminé (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche) ou indirecte lors de l'ingestion d'aliments lorsque les retombées de polluants sont responsables d'une contamination de la chaîne alimentaire.

En termes sanitaires, un danger désigne un effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés. Pour l'ensemble des substances prises en compte dans le cadre de cette étude, les effets toxiques ont été étudiés et notamment les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) et les effets sur la reproduction (reprotoxicité).

En fonction de la durée d'exposition, deux types de risque peuvent être observés :

- Le **risque chronique** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition prolongée à de faibles doses. Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire des décennies, et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations en moyennes annuelles.



- Le **risque aigu** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition très courte à forte dose. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations journalières ou à défaut horaires selon les relations dose-réponse disponibles

Enfin, selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux types d'effets indésirables pour la santé peuvent être classiquement distingués :

- Les effets survenant à partir d'un seuil** : l'effet survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. En-deçà de cette dose seuil, on considère qu'aucun effet ne survient. Au-delà, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.

Ce sont principalement les effets non cancérogènes, voire les effets non génotoxiques, qui sont classés dans cette famille. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la dose seuil s'exprime sous la forme d'une concentration de référence (notée VTR, Valeur Toxicologique de Référence).

- Les effets survenant sans seuil de dose** : l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas.

Ce sont principalement les effets cancérogènes génotoxiques. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la VTR s'exprime alors sous la forme d'un Excès de Risque Unitaire (noté ERU<sub>i</sub>).

Un ERU de 10<sup>-4</sup> signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à 1 µg/m<sup>3</sup> de polluant aurait une probabilité supplémentaire de contracter un cancer de 0,0001 (par rapport à un sujet non exposé). Cela signifie aussi que si 10 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) et l'US-EPA ont par ailleurs classé la plupart des composés chimiques en fonction de leur cancérogénicité.

À noter qu'une substance peut produire ces deux types d'effets.

Les VTR sont produites par des experts toxicologues en fonction des données de la littérature, de résultats expérimentaux et d'enquêtes épidémiologiques. Ce travail, qui nécessite une expertise particulière, est confié à des organismes tels que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'US-EPA (Environmental Protection Agency) ou l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

Les VTR ne font pas l'objet d'une réglementation spécifique qui fixe les valeurs à retenir. Le choix des VTR est laissé à l'appréciation de l'auteur de l'étude. Néanmoins, le guide de l'InVS [2000] et la DGS [2014] recommandent les critères de choix suivants pour les VTR :

- L'existence d'une VTR ;
- La voie d'exposition en lien avec la voie à évaluer pour le composé considéré ;
- La durée d'exposition (aiguë, subaiguë ou chronique) en lien avec la durée à évaluer dans l'étude ;
- La notoriété de l'organisme dans l'ordre de priorité suivant : ANSES, expertise collective nationale, US-EPA, ATSDR et OMS en tenant compte de la date d'actualisation de la VTR, Santé Canada, RIVM, OEHA et EFSA.

### 5.2.2 - Scénario d'exposition

L'étude air et santé du projet de BHNS de TPM est une étude de niveau I. Ainsi, dans le cadre de cette étude, la voie d'exposition par inhalation sera étudiée pour tous les points récepteurs (crèche, école primaire, établissement de soin, maison de retraite et riverains). La voie d'exposition par ingestion sera étudiée uniquement au niveau de la crèche et de l'école les plus impactées ; au niveau des riverains, cette voie d'exposition n'est pas retenue en l'absence avérée de jardins potagers.

### 5.2.3 - Choix des traceurs de risque

En conformité avec la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA de février 2019, le Tableau 39 présente les substances retenues dans la présente étude par type d'effet pour les voies d'exposition étudiées (inhalation et ingestion).

Substances	Exposition aiguë par inhalation	Exposition chronique par inhalation	Exposition chronique par ingestion
Dioxyde d'azote	X	X	
Benzène	X	X	
PM10 et PM2.5	X	X	
1,3-butadiène		X	
Arsenic		X	
Chrome		X	
Nickel		X	
16 HAP (ci-dessous)		X	X
Acénaphène		X	X
Acénaphthylène		X	X
Anthracène		X	X
Benzo(a)anthracène		X	X
Benzo(b)fluoranthène		X	X
Benzo(k)fluoranthène		X	X
Benzo(ghi)pérylène		X	X
Chrysène		X	X
Dibenzo(a,h)anthracène		X	X
Benzo(a)pyrène		X	X
Fluorène		X	X
Fluoranthène		X	X
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		X	X
Phénanthrène		X	X
Pyrène		X	X
Benzo(j)fluoranthène		X	X

Source : Egis

TABLEAU 39 : POLLUANTS RETENUS POUR L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

### 5.2.4 - Choix des relations dose-réponse

Pour chacun des traceurs de risque retenus, les Tableau 41 à Tableau 46 présentent les relations dose-réponse (Valeurs Toxicologiques de Références et Valeurs Guides) retenues pour une exposition chronique et aiguë par inhalation et par ingestion pour les effets avec et sans seuil.

Le choix de ces VTR est détaillé en annexe 10.2 - Fiches toxicologiques.

#### Cas particulier des HAP pour traiter des effets sans seuil

Pour traiter des effets sans seuil des HAP pour les voies d'exposition par inhalation et par ingestion, nous choisissons de retenir l'approche par substances ; le benzo(a)pyrène est alors retenu comme traceur du risque cancérogène pour l'ensemble des HAP et la concentration en équivalents benzo(a)pyrène est calculée selon l'équation :

$$C_{eq\ benzo(a)\ pyrène} = \sum_i (FET)_i C_i$$

Cette méthode permet de tenir compte de l'ensemble des HAP présents dans le mélange et est donnée comme appropriée pour les gaz d'échappement d'essence par l'INERIS en 2006 dans son rapport « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) – Évaluation de la dose réponse pour les effets cancérogènes : approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges – mise à jour 03 janvier 2006.

Les FET des HAP proposés par l'INERIS, à partir de l'étude et de la synthèse des différentes tables existantes, et en particulier de celle de Nisbet et Lagoy (1992), sont présentés dans le Tableau 40.

Pour évaluer le risque sans seuil, le calcul des concentrations et des flux de HAP exprimés en équivalent benzo(a)pyrène est donc réalisé à partir des FET préconisés par l'INERIS.



Substances	Préconisations INERIS (2006)
Acénaphthène	0,001
Acénaphthylène	0,001
Anthracène	0,01
Benzo(a)anthracène	0,1
Benzo(a)pyrène	1,0
Benzo(b)fluoranthène	0,1
Benzo(g,h,i)perylène	0,01
Benzo(k)fluoranthène	0,1
Chrysène	0,01
Coronène	0,001
Cyclopenta(c,d)pyrène	0,1
Dibenzo(a,c)anthracène	0,1
Dibenzo(a,h)anthracène	1
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	0,1
Naphtalène	0,001
2-méthylnaphtalène	0,001
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

Source : INERIS

TABLEAU 40 : FACTEURS D'ÉQUIVALENCE TOXIQUE

Polluants	Valeur Guide ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Source	Effets et organes cibles
Dioxyde d'azote	10	OMS - 2022	Effets respiratoires
PM2.5	5	OMS - 2022	Effets respiratoires et mortalité par cancer
PM10	15	OMS - 2022	Effets respiratoires et mortalité par cancer

Source : OMS

TABLEAU 41 : VALEURS GUIDES POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INHALATION

Polluants	VTR chronique ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Source	Effets et organes cibles
Benzène	10	ATSDR – 2007	Effets immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes circulants)
1,3-butadiène	2	US-EPA – 2002 OEHHA – 2013	Ovaires (atrophie)
Nickel	0,09	ATSDR – 2005	Effets pulmonaires
Chrome VI	0,03	OMS – 2013	Effets pulmonaires
Arsenic	0,015	OEHHA – 2008	Diminution de la capacité intellectuelle chez les enfants
Benzo(a)pyrène	0,002	US-EPA – 2017	Effets sur le développement
Autres HAP	Pas de VTR		

Source : ATSDR – OEHHA – OMS – US-EPA

TABLEAU 42 : VTR POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INHALATION POUR DES EFFETS A SEUIL

Polluants	ERU ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	Source	Effets et organes cibles
Benzène	$2,6 \cdot 10^{-5}$	ANSES – 2014	Leucémie
1,3-butadiène	$2,43 \cdot 10^{-7}$	ANSES -2022	Leucémie
Nickel	$2,6 \cdot 10^{-4}$	OEHHA - 2011	Cancer pulmonaire
Chrome VI	$4 \cdot 10^{-2}$	OMS CICAD – 2013	Cancer du poumon
Arsenic	$4,3 \cdot 10^{-3}$	US-EPA - 1998	Cancer du poumon
Benzo(a)pyrène	$6 \cdot 10^{-4}$	US-EPA – 2017	Cancer de la région gastro-intestinale et de l'appareil respiratoire supérieur

Source : ATSDR – OEHHA – OMS – US-EPA

TABLEAU 43 : ERU POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INHALATION POUR DES EFFETS SANS SEUIL

Polluants	VTR aiguë ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Source	Effets et organes cibles
Dioxyde d'azote (1h)	200	OMS - 2005	Effets respiratoires
PM10 (24h)	45	OMS - 2022	Effets respiratoires et mortalité par cancer
PM2.5 (24h)	15	OMS - 2022	Effets respiratoires et mortalité par cancer

Source : OMS

TABLEAU 44 : VTR POUR UNE EXPOSITION AIGUË PAR INHALATION

HAP	VTR <sub>o</sub> chronique (mg/kg pc/j)	Source	Effets et organes cibles
Benzo(a)pyrène	$3 \cdot 10^{-4}$	US-EPA - 2017	Effet sur le développement (y compris neurologique)
Acénaphthène	$6 \cdot 10^{-2}$	US-EPA - 1990	Effets hépatiques
Anthracène	$3 \cdot 10^{-1}$	US-EPA - 1990	Pas d'effets observés
Benzo(ghi)perylène	$3 \cdot 10^{-2}$	RIVM - 2001	Effets critiques non spécifiés
Fluorène	$4 \cdot 10^{-2}$	US-EPA - 1990	Effets hématologiques, hépatiques et cardiaques
Fluoranthène	$4 \cdot 10^{-2}$	US-EPA - 1990	Effets hématologiques
Phénanthrène	$4 \cdot 10^{-2}$	RIVM - 2001	Effets critiques non spécifiés
Pyrène	$3 \cdot 10^{-2}$	US-EPA - 1993	Effets rénaux
Autres HAP	Pas de VTR		

Source : RIVM – US-EPA

TABLEAU 45 : VTR POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INGESTION POUR DES EFFETS A SEUIL

HAP	ERU <sub>o</sub> (mg/kg pc/j) <sup>-1</sup>	Source	Effets et organes cibles
Benzo(a)pyrène	1	US-EPA - 2017	Cancer de l'estomac, trachée et œsophage

Source : US-EPA

TABLEAU 46 : ERU POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INGESTION POUR DES EFFETS SANS SEUIL

## 5.3 - Évaluation de l'exposition des populations

L'évaluation quantitative des expositions consiste à estimer les doses de substances auxquelles les populations (y compris les populations sensibles) sont les plus exposées.

L'estimation des concentrations des polluants dans l'air et des flux de dépôts au sol, a été réalisée à partir des résultats de l'étude de dispersion atmosphérique des émissions routières présentées dans le chapitre 3.

### 5.3.1 - Paramètres d'exposition

Dans le cadre de cette étude, les scénarios d'exposition retenus correspondent aux populations sensibles les plus exposées, identifiées sur la Figure 69.

- Scénario 1 : Micro-crèche Les Malicieux d'Appert ;
- Scénario 2 : Groupe scolaire Jules Murairé dit Raimu (école primaire) ;
- Scénario 3 : EHPAD Jeanne Marguerite ;
- Scénario 4 : Clinique Saint-Michel ;
- Scénario 5 : Riverains avenue de la Palasse et boulevard de Strasbourg.

L'exposition par inhalation est étudiée pour tous les scénarios.

L'exposition par ingestion sera étudiée pour les scénarios 1 et 2 en considérant comme cible les enfants de la crèche et de l'école (ingestion de sols).

Les paramètres d'exposition retenus sont présentés dans le Tableau 47.



Paramètres	Hypothèses de scénarios retenues
Concentration d'exposition	<p><b>Scénario 1</b> : teneurs au droit la micro-crèche Les Malicieux d'Appert</p> <p><b>Scénario 2</b> : teneurs au droit du groupe scolaire Jules Muraire dit Raimu (école primaire)</p> <p><b>Scénario 3</b> : teneurs au droit de l'EHPAD Jeanne Marguerite</p> <p><b>Scénario 4</b> : teneurs au droit la Clinique Saint-Michel</p> <p><b>Scénario 5</b> : teneurs au droit des riverains identifiés</p>
F inhalation	<p><b>Scénarios 1 et 2</b> : F = 0,26</p> <p><b>Scénarios 3, 4 et 5</b> : F = 1</p>
F ingestion	<p><b>Scénario 1</b> : F = 0,63</p> <p><b>Scénario 2</b> : F = 0,49</p>
T (cas des effets sans seuils)	<p><b>Scénario 1</b> : T = 3 ans</p> <p><b>Scénario 2</b> : T = 8 ans</p> <p><b>Scénarios 3 et 4</b> : T = 10 ans</p> <p><b>Scénario 5</b> : T = 30 ans</p>

Source : Egis

TABLEAU 47 : PARAMETRES D'EXPOSITION DANS LE CADRE DE L'EQRs POUR UNE EXPOSITION PAR INHALATION ET PAR INGESTION

La fréquence annuelle d'exposition (F) : Pour les scénarios 1, 2, 3 et 4, les données (reprises par l'INERIS) sont issues de l'étude Gauvin (2001) :

- Pour le scénario 1, le temps passé dans les locaux d'une crèche est de 10h/j 230 j/an soit F = 0,26 (unités de temps d'exposition : l'heure) ou F = 0,63 (unité de temps d'exposition : le jour).  
Le reste du temps est considéré comme passé à domicile 14 h/j 135 j/an soit F = 0,74 pour des unités de temps d'exposition en heures (F = 0,37 pour des unités de temps d'exposition en jours) ;
- Pour le scénario 2, le temps passé dans les locaux d'une école est assimilé au temps d'exposition pour les enfants d'une crèche, soit 10h/j 180 j/an soit F = 0,26 (unités de temps d'exposition : l'heure) ou F = 0,49 (unité de temps d'exposition : le jour).  
Le reste du temps est considéré comme passé à domicile 14 h/j 135 j/an soit F = 0,74 pour des unités de temps d'exposition en heures (F = 0,37 pour des unités de temps d'exposition en jours).  
Cette fréquence n'est pas celle retenue par l'INERIS (qui est de 6h/j 180 j/an, d'après l'étude Gauvin), mais elle prend en compte les périodes scolaires et périscolaires (accueil du matin, pause méridienne et repas, accueil de fin de journée) ;
- Pour les scénarios 3, 4 et 5, l'exposition est considérée comme continue 24 h/j et 365 j/an, soit F = 1 pour l'inhalation.

La durée d'exposition (T) : Pour les scénarios 1, 2, 3 et 4, les données sont issues de l'étude Gauvin citée ci-dessus :

- Pour le scénarios1, la durée d'exposition est fixée à 3 ans pour une crèche ;
- Pour le scénario 2, la durée d'exposition est fixée à 8 ans pour une école primaire (maternelle + élémentaire) ;
- Pour les scénarios 3 et 4, la durée d'exposition est fixée à 10 ans pour un hôpital et une maison de retraite ;
- Pour le scénario 5, le temps d'exposition est fixé à 30 ans pour l'exposition par inhalation. En effet, des études montrent que le temps de résidence moyen d'un ménage dans un même logement est de 30 ans (percentile 90 – étude réalisée en France [Nedellec et al, 1998], percentile 95 de la distribution donnée dans l'Exposure Factor Handbook) ; pour une exposition par ingestion le temps d'exposition, fixé à 30 ans, considère un cumul entre une période enfant (jusqu'à 6 ans) et une période adulte sur 24 ans.

L'exposition par inhalation des enfants de la crèche et des écoles correspond au cumul de l'exposition dans l'établissement (temps scolaire ou période de garde) et de l'exposition au droit du riverain le plus proche (reste de l'année). Il s'agit ainsi des riverains de :

- L'avenue de la Palasse à Toulon pour la micro-crèche Les Malicieux d'Appert ;

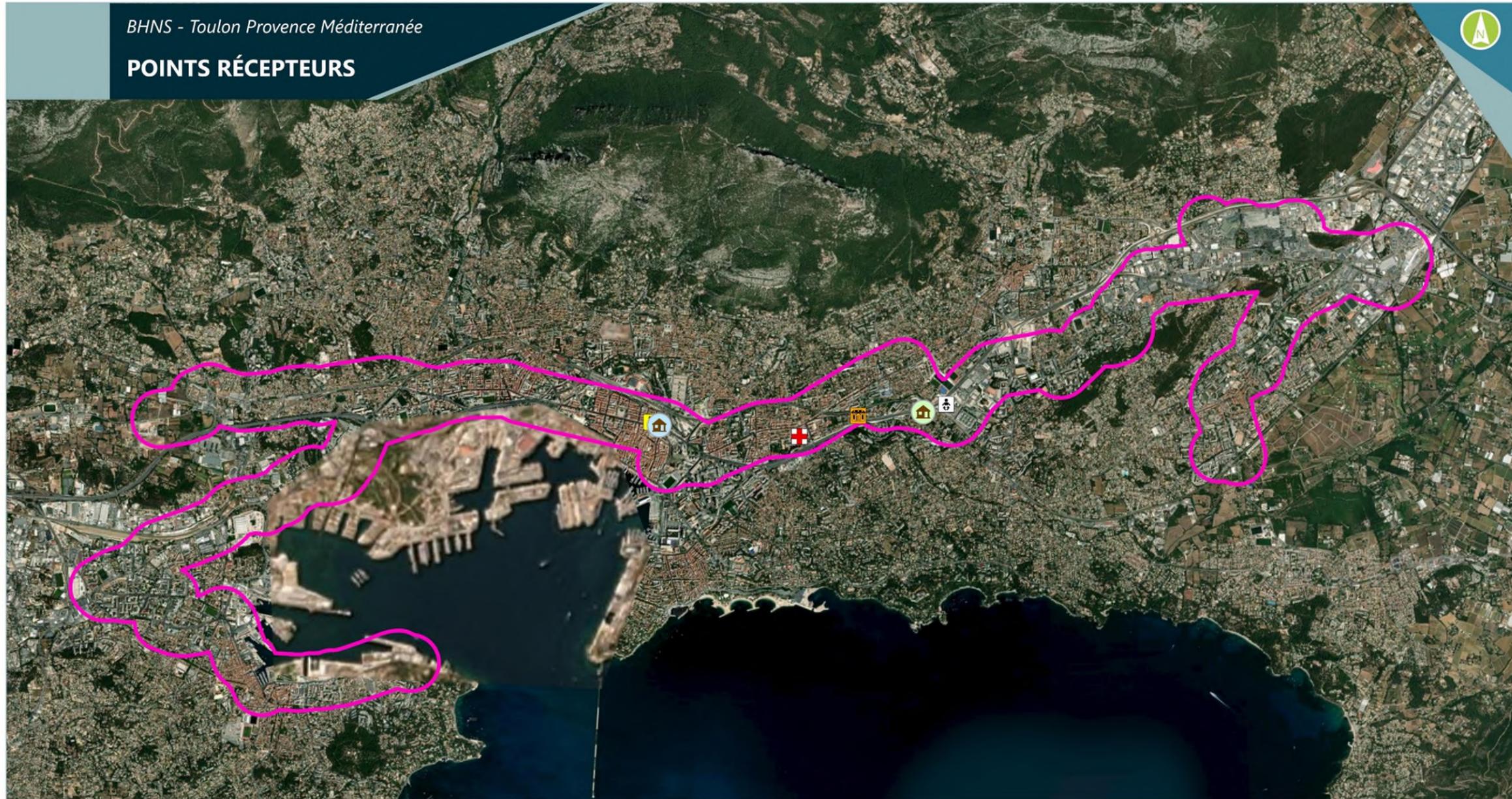
- Le boulevard de Strasbourg à Toulon pour le groupe scolaire Jules Muraire dit Raimu à Toulon (école primaire).

Les points récepteurs sont localisés sur la Figure 69.



BHNS - Toulon Provence Méditerranée

POINTS RÉCEPTEURS

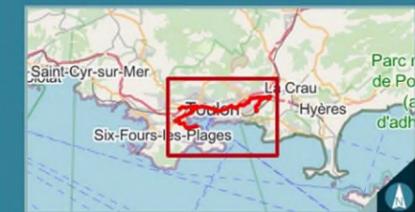


Légende

Bande d'étude - 300 m

Points récepteurs retenus

- Micro-crèche Les Malicieux d'Appert
- Groupe Scolaire Jules Murair dit Raimu
- EHPAD Jeanne Marguerite
- Clinique Saint-Michel
- Riverain boulevard de Strasbourg
- Riverain avenue de la Palasse



Date : 03/07/2024

Fond de plan : ©ESRI - Imagerie



FIGURE 69 : POINTS RECEPTEURS



### 5.3.2 - Évaluation de l'exposition par inhalation

Pour évaluer l'exposition par inhalation une pénétration dans l'organisme de la totalité des substances inhalées est considérée.

En exposition chronique, la concentration inhalée ou concentration d'exposition ou est déduite de l'équation suivante :

$$CI = Cair \times F$$

avec :

- CI : concentration inhalée (ou concentration d'exposition) par la cible, exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- Cair : concentration en polluant dans l'air en moyenne annuelle, exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique ;
- F : fréquence annuelle d'exposition à la concentration Cair (Cf. Tableau 47).

En exposition aiguë, la concentration inhalée est égale à la concentration maximale dans l'air (percentiles) sur la durée d'exposition estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique (1h ou 24 h selon la substance).

Le Tableau 48, le Tableau 49 et le Tableau 50 présentent la concentration moyenne annuelle d'exposition et la concentration maximale, au niveau des points récepteurs considérés, pour les 5 états considérés :

- L'état de référence 2022 ;
- L'horizon de mise en service (2038) avec et sans projet ;
- L'horizon de mise en service + 20 ans (2058) avec et sans projet.

Dans les tableaux sont indiqués les valeurs bruit de fond (BF) qui ont été considérées dans l'étude. En l'absence de cette indication, aucun bruit de fond n'a été retenu.

La concentration en eq benzo(a)pyrène a été calculée à partir des éléments présentés au paragraphe 0Tableau 39 : Polluants retenus pour l'évaluation des risques sanitaires  
Choix des relations dose-réponse sur les HAP.

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Dioxyde d'azote en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 17,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	36.2	31.2	23.1	25.5	32.6	38.1
	Fil de l'eau 2038	24.4	22.6	19.5	20.1	23.1	25.2
	État projeté 2038	24.6	23.7	19.5	20.2	24.4	25.4
	Fil de l'eau 2058	21.9	19.6	18.6	19.1	19.8	22.4
	État projeté 2058	21.8	19.5	18.6	19.1	19.7	22.3
Benzène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	0.72	0.72	0.71	0.71	0.72	0.72
	Fil de l'eau 2038	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
	État projeté 2038	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
	Fil de l'eau 2058	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
	État projeté 2058	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Particules PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 13,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	15.9	15.2	13.9	14.3	15.4	16.2
	Fil de l'eau 2038	15.4	15.0	13.8	14.1	15.2	15.7
	État projeté 2038	15.5	15.2	13.9	14.1	15.4	15.8
	Fil de l'eau 2058	15.4	14.9	13.8	14.1	15.1	15.7
	État projeté 2058	15.5	14.9	13.8	14.1	15.1	15.8
Particules PM2,5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	9.5	8.9	8.1	8.4	9.1	9.7
	Fil de l'eau 2038	9.0	8.7	8.0	8.2	8.9	9.1
	État projeté 2038	9.0	8.9	8.0	8.2	9.0	9.2
	Fil de l'eau 2058	8.9	8.6	8.0	8.1	8.7	9.1
	État projeté 2058	9.0	8.6	8.0	8.2	8.7	9.1
1,3-butadiène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 0,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	0.128	0.132	0.123	0.123	0.133	0.129
	Fil de l'eau 2038	0.125	0.136	0.123	0.123	0.138	0.126
	État projeté 2038	0.126	0.142	0.123	0.123	0.145	0.126
	Fil de l'eau 2058	0.127	0.127	0.122	0.123	0.128	0.128
	État projeté 2058	0.127	0.126	0.122	0.123	0.127	0.127
Nickel en $\text{ng}/\text{m}^3$ BF = 0,3 $\text{ng}/\text{m}^3$	État initial 2022	0.303	0.302	0.301	0.301	0.302	0.304
	Fil de l'eau 2038	0.305	0.302	0.301	0.302	0.302	0.305
	État projeté 2038	0.305	0.302	0.301	0.302	0.302	0.305
	Fil de l'eau 2058	0.305	0.302	0.301	0.302	0.302	0.306
	État projeté 2058	0.302	0.301	0.301	0.302	0.300	0.301
Chrome VI en $\text{ng}/\text{m}^3$ BF = 0,03 $\text{ng}/\text{m}^3$	État initial 2022	0.065	0.048	0.038	0.043	0.050	0.069
	Fil de l'eau 2038	0.058	0.042	0.036	0.040	0.043	0.061
	État projeté 2038	0.058	0.043	0.036	0.040	0.044	0.062
	Fil de l'eau 2058	0.056	0.041	0.036	0.039	0.042	0.059
	État projeté 2058	0.056	0.040	0.036	0.039	0.042	0.059
Arsenic en $\text{ng}/\text{m}^3$ BF = 0,2 $\text{ng}/\text{m}^3$	État initial 2022	0.2007	0.2004	0.2002	0.2003	0.2004	0.2008
	Fil de l'eau 2038	0.2008	0.2003	0.2002	0.2003	0.2004	0.2008
	État projeté 2038	0.2008	0.2003	0.2002	0.2003	0.2004	0.2009
	Fil de l'eau 2058	0.2008	0.2003	0.2002	0.2003	0.2004	0.2009
	État projeté 2058	0.2044	0.2018	0.2002	0.2003	0.2023	0.2058

Source : Egis

TABLEAU 48 : CONCENTRATIONS D'EXPOSITION EN MOYENNES ANNUELLES POUR LES SUBSTANCES TRACEURS DU RISQUE PAR INHALATION EN EXPOSITION CHRONIQUE



Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murraire dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Benzo(a)pyrène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,16 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.251	0.186	0.178	0.192	0.188	0.262
	Fil de l'eau 2038	0.214	0.175	0.171	0.178	0.176	0.221
	État projeté 2038	0.215	0.175	0.171	0.178	0.177	0.222
	Fil de l'eau 2058	0.203	0.171	0.169	0.174	0.173	0.208
	État projeté 2058	0.203	0.171	0.168	0.174	0.172	0.208
Acénaphthène en ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	1.52	0.40	0.30	0.53	0.44	1.70
	Fil de l'eau 2038	0.66	0.18	0.13	0.22	0.20	0.74
	État projeté 2038	0.67	0.18	0.13	0.22	0.20	0.75
	Fil de l'eau 2058	0.41	0.11	0.08	0.13	0.12	0.45
	État projeté 2058	0.40	0.11	0.08	0.13	0.12	0.45
Acénaphthylène en ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	1.14	0.30	0.23	0.40	0.33	1.27
	Fil de l'eau 2038	0.50	0.14	0.10	0.16	0.15	0.56
	État projeté 2038	0.50	0.14	0.10	0.17	0.15	0.56
	Fil de l'eau 2058	0.30	0.08	0.06	0.10	0.09	0.34
	État projeté 2058	0.30	0.08	0.06	0.10	0.09	0.33
Anthracène en ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.218	0.069	0.045	0.077	0.076	0.244
	Fil de l'eau 2038	0.185	0.049	0.036	0.061	0.054	0.208
	État projeté 2038	0.187	0.051	0.037	0.062	0.056	0.210
	Fil de l'eau 2058	0.170	0.043	0.033	0.055	0.047	0.191
	État projeté 2058	0.168	0.042	0.033	0.055	0.046	0.188
Benzo(a)anthracène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,1 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.257	0.145	0.132	0.155	0.149	0.275
	Fil de l'eau 2038	0.190	0.125	0.118	0.130	0.127	0.201
	État projeté 2038	0.192	0.125	0.118	0.130	0.128	0.203
	Fil de l'eau 2058	0.171	0.119	0.114	0.123	0.121	0.179
	État projeté 2058	0.170	0.118	0.114	0.123	0.120	0.178
Benzo(b)fluoranthène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,46 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.576	0.498	0.484	0.501	0.502	0.589
	Fil de l'eau 2038	0.534	0.481	0.475	0.484	0.483	0.543
	État projeté 2038	0.535	0.481	0.475	0.485	0.484	0.544
	Fil de l'eau 2058	0.522	0.476	0.472	0.480	0.478	0.529
	État projeté 2058	0.521	0.476	0.472	0.480	0.478	0.528
Benzo(k)fluoranthène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,22 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.310	0.252	0.239	0.252	0.255	0.321
	Fil de l'eau 2038	0.276	0.236	0.231	0.239	0.238	0.283
	État projeté 2038	0.277	0.237	0.231	0.239	0.239	0.284
	Fil de l'eau 2058	0.267	0.232	0.229	0.235	0.234	0.273
	État projeté 2058	0.266	0.232	0.229	0.235	0.233	0.272
Benzo(ghi)pérylène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,22 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.416	0.273	0.260	0.289	0.278	0.440
	Fil de l'eau 2038	0.345	0.253	0.245	0.261	0.257	0.360
	État projeté 2038	0.346	0.254	0.245	0.262	0.257	0.362
	Fil de l'eau 2058	0.322	0.246	0.240	0.253	0.249	0.334
	État projeté 2058	0.320	0.246	0.240	0.253	0.249	0.332

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murraire dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Chrysène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,22 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.492	0.314	0.276	0.317	0.323	0.524
	Fil de l'eau 2038	0.376	0.264	0.251	0.272	0.269	0.395
	État projeté 2038	0.378	0.267	0.252	0.272	0.271	0.397
	Fil de l'eau 2058	0.343	0.253	0.244	0.260	0.256	0.358
	État projeté 2058	0.342	0.252	0.244	0.260	0.256	0.356
Dibenzo(a,h)anthracène en ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.019	0.006	0.004	0.007	0.006	0.021
	Fil de l'eau 2038	0.010	0.003	0.002	0.003	0.003	0.011
	État projeté 2038	0.010	0.003	0.002	0.003	0.003	0.011
	Fil de l'eau 2058	0.007	0.002	0.001	0.002	0.002	0.008
	État projeté 2058	0.007	0.002	0.001	0.002	0.002	0.008
Fluorène en ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.089	0.077	0.022	0.033	0.085	0.099
	Fil de l'eau 2038	0.083	0.028	0.017	0.028	0.031	0.093
	État projeté 2038	0.084	0.031	0.017	0.028	0.035	0.094
	Fil de l'eau 2058	0.085	0.022	0.016	0.027	0.024	0.095
	État projeté 2058	0.084	0.022	0.016	0.027	0.024	0.094
Fluoranthène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,08 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	1.609	0.513	0.389	0.619	0.557	1.792
	Fil de l'eau 2038	0.992	0.325	0.261	0.381	0.350	1.103
	État projeté 2038	1.003	0.331	0.263	0.385	0.357	1.114
	Fil de l'eau 2058	0.795	0.267	0.221	0.312	0.286	0.881
	État projeté 2058	0.785	0.263	0.219	0.309	0.282	0.870
Indéno(1,2,3-cd)pyrène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,24 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.334	0.267	0.259	0.273	0.270	0.346
	Fil de l'eau 2038	0.302	0.257	0.252	0.261	0.259	0.310
	État projeté 2038	0.303	0.257	0.252	0.261	0.259	0.311
	Fil de l'eau 2058	0.292	0.254	0.250	0.257	0.255	0.299
	État projeté 2058	0.292	0.253	0.250	0.257	0.255	0.298
Phénanthrène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,07 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	3.307	0.955	0.722	1.211	1.043	3.695
	Fil de l'eau 2038	2.110	0.606	0.472	0.743	0.663	2.358
	État projeté 2038	2.133	0.619	0.477	0.750	0.676	2.383
	Fil de l'eau 2058	1.697	0.488	0.390	0.597	0.532	1.892
	État projeté 2058	1.674	0.480	0.385	0.592	0.523	1.868
Pyrène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,1 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	1.396	0.486	0.364	0.558	0.524	1.552
	Fil de l'eau 2038	0.801	0.293	0.239	0.332	0.313	0.886
	État projeté 2038	0.809	0.299	0.241	0.334	0.320	0.894
	Fil de l'eau 2058	0.620	0.239	0.203	0.269	0.254	0.683
	État projeté 2058	0.613	0.236	0.202	0.267	0.251	0.675
Benzo(j)fluoranthène en ng/m <sup>3</sup> BF = 0,46 ng/m <sup>3</sup>	État initial 2022	0.528	0.495	0.475	0.485	0.499	0.536
	Fil de l'eau 2038	0.527	0.479	0.473	0.482	0.481	0.535
	État projeté 2038	0.527	0.480	0.473	0.482	0.482	0.536
	Fil de l'eau 2058	0.525	0.476	0.473	0.481	0.478	0.533
	État projeté 2058	0.524	0.476	0.472	0.481	0.477	0.532

Source : Egis

TABLEAU 49 : CONCENTRATIONS D'EXPOSITION EN MOYENNES ANNUELLES EN EQUIVALENT BENZO(A)PYRENE POUR LES HAP PAR INHALATION EN EXPOSITION CHRONIQUE



Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Dioxyde d'azote en µg/m³ BF = 17,7 µg/m³	État initial 2022	58.4	48.0	40.3	50.6	59.3	67.7
	Fil de l'eau 2038	33.5	30.0	24.7	29.1	36.8	39.6
	État projeté 2038	33.9	32.7	24.8	29.4	40.6	40.2
	Fil de l'eau 2058	27.6	22.8	21.9	24.8	25.9	32.3
	État projeté 2058	27.4	22.6	21.9	24.7	25.7	32.0
Particules PM10 en µg/m³ BF = 13,3 µg/m³	État initial 2022	18.1	16.9	15.3	17.1	18.7	20.6
	Fil de l'eau 2038	17.2	16.5	14.9	16.1	18.4	19.5
	État projeté 2038	17.4	17.0	14.9	16.1	19.0	19.6
	Fil de l'eau 2058	17.2	16.5	14.8	15.9	18.5	19.5
	État projeté 2058	17.4	16.4	14.9	16.1	18.4	19.7
Particules PM2,5 en µg/m³ BF = 7,7 µg/m³	État initial 2022	11.6	10.4	9.5	10.7	12.0	13.1
	Fil de l'eau 2038	10.6	10.2	8.9	9.9	11.7	11.8
	État projeté 2038	10.6	10.5	9.0	9.9	12.2	11.9
	Fil de l'eau 2058	10.5	10.1	8.9	9.8	11.6	11.7
	État projeté 2058	10.6	10.0	8.9	9.9	11.6	11.9

Source : Egis

TABLEAU 50 : CONCENTRATIONS MAXIMALES D'EXPOSITION POUR LES SUBSTANCES TRACEURS DU RISQUE PAR INHALATION EN EXPOSITION AIGUË

### 5.3.3 - Évaluation de l'exposition par ingestion

L'exposition des populations par ingestion (calcul des doses journalières d'exposition) est estimée à partir du protocole HHRAP<sup>13</sup> (2005) en considérant l'ingestion directe de sol (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche) pour les enfants de la crèche et de l'école primaire.

Les étapes de calcul des concentrations de polluant dans les différents milieux d'exposition ainsi que les doses ingérées sont présentées ci-après.

#### 5.3.3.1 - Estimation des concentrations en polluants dans les sols

L'exposition des populations par ingestion (calcul des doses journalières d'exposition) est estimée à partir du protocole HHRAP (2005) en considérant l'ingestion directe de sol (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche) pour les enfants de la crèche et de l'école primaire.

Les étapes de calcul des concentrations de polluants dans les sols, ainsi que les doses ingérées, sont présentées ci-après.

La concentration dans le sol en polluants est estimée à partir de l'équation ci-dessous :

$$C_{St} = \frac{D_t \times (1 - e^{-k \cdot t})}{\mu \times Z \times k}$$

Avec :

- C<sub>St</sub> : Concentration de polluant dans le sol pour une durée d'exposition t, avec C<sub>S0</sub> = 0 à l'instant t = 0 (exprimée en mg de polluant/kg de sol) ;
- D<sub>t</sub> : Flux de dépôts de polluant au sol (exprimé en mg de polluant/m<sup>2</sup> de surface au sol/an) ;
- k : Constante d'atténuation liée aux phénomènes d'érosion, de ruissellement, de volatilisation, de lixiviation et de dégradation (an<sup>-1</sup>) ;
- t : Durée d'accumulation des dépôts au sol (an) ;
- μ : Masse volumique du sol (kg de sol / m<sup>3</sup> de sol) ;
- Z : Épaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant (m de sol).

Conformément aux recommandations de l'US-EPA [HHRAP, 2005], la valeur de la constante d'atténuation k retenue est égale à 0 pour l'ensemble des polluants considérés, ce qui nous amène à utiliser la formule de calcul suivant :

$$C_{St} = \frac{D_t}{\mu \times Z} \times t$$

La densité du sol retenue dans le cadre de cette étude est de 1,3 g/cm<sup>3</sup> [INERIS, 2003].

La concentration de polluant dans le sol est calculée pour une profondeur de sol Z de 1 cm pour les scénarios d'ingestion directe de sol par l'homme [HHRAP, 2005].

Les flux de dépôts au sol sont ramenés dans cette étude à 30 ans d'émissions des infrastructures routières. Ainsi, en retenant une valeur t égale à 30 ans, la concentration C<sub>S30</sub> calculée correspond à la concentration en polluants dans le sol, liée à l'accumulation des dépôts au sol au bout de 30 ans d'émissions des infrastructures routières. Cette concentration est retenue pour tous les scénarios étudiés.

Les flux de dépôts au sol issus de la modélisation pour les 5 états considérés au niveau de la crèche et de l'école primaire sont présentés dans le Tableau 51.

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu
Benzo(a)pyrène	État initial 2021	2.44E-07	7.64E-08
	Fil de l'eau 2030	1.44E-07	4.29E-08
	État projeté 2030	1.46E-07	4.43E-08
	Fil de l'eau 2050	1.15E-07	3.34E-08
	État projeté 2050	1.13E-07	3.27E-08
Acénaphthène	État initial 2021	4.05E-06	1.20E-06
	Fil de l'eau 2030	1.76E-06	5.27E-07
	État projeté 2030	1.78E-06	5.42E-07
	Fil de l'eau 2050	1.08E-06	3.27E-07
	État projeté 2050	1.06E-06	3.20E-07
Acénaphthylène	État initial 2021	3.03E-06	8.96E-07
	Fil de l'eau 2030	1.31E-06	3.95E-07
	État projeté 2030	1.33E-06	4.05E-07
	Fil de l'eau 2050	8.07E-07	2.45E-07
	État projeté 2050	7.93E-07	2.40E-07
Anthracène	État initial 2021	5.81E-07	2.06E-07
	Fil de l'eau 2030	4.90E-07	1.43E-07
	État projeté 2030	4.97E-07	1.49E-07
	Fil de l'eau 2050	4.53E-07	1.25E-07
	État projeté 2050	4.45E-07	1.25E-07
Benzo(a)anthracène	État initial 2021	4.18E-07	1.34E-07
	Fil de l'eau 2030	2.39E-07	7.19E-08
	État projeté 2030	2.43E-07	7.43E-08
	Fil de l'eau 2050	1.88E-07	5.46E-08
	État projeté 2050	1.85E-07	5.35E-08

<sup>13</sup> Human Health Risk Assessment Protocol



Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu
Benzo(b)fluoranthène	État initial 2021	3.09E-07	1.13E-07
	Fil de l'eau 2030	1.96E-07	5.99E-08
	État projeté 2030	1.99E-07	6.26E-08
	Fil de l'eau 2050	1.64E-07	4.72E-08
	État projeté 2050	1.61E-07	4.62E-08
Benzo(k)fluoranthène	État initial 2021	2.42E-07	9.59E-08
	Fil de l'eau 2030	1.49E-07	4.68E-08
	État projeté 2030	1.52E-07	4.93E-08
	Fil de l'eau 2050	1.25E-07	3.61E-08
	État projeté 2050	1.23E-07	3.54E-08
Benzo(ghi)pérylène	État initial 2021	5.24E-07	1.59E-07
	Fil de l'eau 2030	3.30E-07	9.67E-08
	État projeté 2030	3.35E-07	9.95E-08
	Fil de l'eau 2050	2.70E-07	7.69E-08
	État projeté 2050	2.66E-07	7.54E-08
Chrysène	État initial 2021	7.27E-07	2.80E-07
	Fil de l'eau 2030	4.14E-07	1.30E-07
	État projeté 2030	4.20E-07	1.37E-07
	Fil de l'eau 2050	3.28E-07	9.58E-08
	État projeté 2050	3.22E-07	9.38E-08
Dibenzo(a,h)anthracène	État initial 2021	5.12E-08	1.65E-08
	Fil de l'eau 2030	2.58E-08	7.86E-09
	État projeté 2030	2.62E-08	8.15E-09
	Fil de l'eau 2050	1.86E-08	5.51E-09
	État projeté 2050	1.83E-08	5.39E-09
Fluorène	État initial 2021	2.42E-07	2.27E-07
	Fil de l'eau 2030	2.20E-07	8.08E-08
	État projeté 2030	2.23E-07	9.14E-08
	Fil de l'eau 2050	2.26E-07	6.41E-08
	État projeté 2050	2.22E-07	6.28E-08
Fluoranthène	État initial 2021	4.08E-06	1.29E-06
	Fil de l'eau 2030	2.41E-06	7.15E-07
	État projeté 2030	2.45E-06	7.38E-07
	Fil de l'eau 2050	2.55E-07	5.44E-07
	État projeté 2050	1.87E-06	5.33E-07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	État initial 2021	2.52E-07	8.07E-08
	Fil de l'eau 2030	1.65E-07	4.89E-08
	État projeté 2030	1.67E-07	5.05E-08
	Fil de l'eau 2050	1.39E-07	3.98E-08
	État projeté 2050	1.37E-07	3.90E-08

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu
Phénanthrène	État initial 2021	8.63E-06	2.64E-06
	Fil de l'eau 2030	5.39E-06	1.57E-06
	État projeté 2030	5.47E-06	1.62E-06
	Fil de l'eau 2050	4.32E-06	1.22E-06
	État projeté 2050	4.25E-06	1.20E-06
Pyrène	État initial 2021	3.46E-06	1.15E-06
	Fil de l'eau 2030	1.85E-06	5.62E-07
	État projeté 2030	1.88E-06	5.84E-07
	Fil de l'eau 2050	1.38E-06	4.04E-07
	État projeté 2050	1.36E-06	3.96E-07
Benzo(j)fluoranthène	État initial 2021	1.83E-07	1.04E-07
	Fil de l'eau 2030	1.76E-07	5.51E-08
	État projeté 2030	1.79E-07	5.93E-08
	Fil de l'eau 2050	1.72E-07	4.72E-08
	État projeté 2050	1.69E-07	4.62E-08

Source : Egis

TABLEAU 51 : FLUX DE DEPOTS MOYEN AU SOL POUR LES POLLUANTS TRACEURS DE RISQUE (EN µG/M²/S)

### 5.3.3.2 - Estimation des doses ingérées

L'exposition en polluants par ingestion est exprimée par la Dose Journalière d'Exposition (DJE), qui s'exprime en mg de substance par kg de masse corporelle et par jour (mg/kg pc/j), selon la formule :

$$DJE = \frac{\sum_i C_i \times Q_i \times F}{P}$$

Avec :

- Ci : Concentration en polluant dans le milieu i d'exposition (sol) calculée selon les équations présentées dans le chapitre précédent ;
- Qi : Quantité de milieu i d'exposition administrée par la voie orale par jour ;
- F : Fréquence annuelle d'exposition (présentée dans le Tableau 52) ;
- P : Poids corporel de la cible (kg).

L'apport de chaque polluant via l'ingestion de sol et de poussières a été estimé en considérant les quantités de terre ingérées par enfant selon les données de l'US-EPA [2011].

La source de données françaises la plus récente pour le poids corporel est l'enquête décennale santé 2002-2003 de l'INSEE. Ces résultats sont disponibles dans l'article de Tanguy [2007]. Les poids des différents scénarios sont les moyennes des poids corporels français médians déclarés des différentes classes d'âge.

L'ensemble de ces paramètres liés aux caractéristiques de la population est fourni en annexe 10.4 Paramètres de calcul des doses ingérées.

Les doses ingérées ainsi estimées sont présentées dans le Tableau 52 pour les polluants disposant d'une VTR pour la voie ingestion.



Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murraire dit Raimu
Benzo(a)pyrène	État initial 2021	1.40E-07	1.58E-08
	Fil de l'eau 2030	8.23E-08	8.87E-09
	État projeté 2030	8.35E-08	9.14E-09
	Fil de l'eau 2050	6.60E-08	6.89E-09
	État projeté 2050	6.48E-08	6.76E-09
Eq benzo(a)pyrène	État initial 2021	2.90E-07	3.38E-08
	Fil de l'eau 2030	1.72E-07	1.85E-08
	État projeté 2030	1.74E-07	1.92E-08
	Fil de l'eau 2050	1.37E-07	1.43E-08
	État projeté 2050	1.35E-07	1.47E-08
Acénaphthène	État initial 2021	2.32E-06	2.47E-07
	Fil de l'eau 2030	1.01E-06	1.09E-07
	État projeté 2030	1.02E-06	1.12E-07
	Fil de l'eau 2050	6.19E-07	6.75E-08
	État projeté 2050	6.07E-07	6.62E-08
Anthracène	État initial 2021	3.33E-07	4.25E-08
	Fil de l'eau 2030	2.81E-07	2.95E-08
	État projeté 2030	2.85E-07	3.07E-08
	Fil de l'eau 2050	2.59E-07	2.58E-08
	État projeté 2050	2.55E-07	9.19E-08
Benzo(ghi)pérylène	État initial 2021	3.00E-07	3.28E-08
	Fil de l'eau 2030	1.89E-07	2.00E-08
	État projeté 2030	1.92E-07	2.05E-08
	Fil de l'eau 2050	1.55E-07	1.59E-08
	État projeté 2050	1.52E-07	1.56E-08
Fluorène	État initial 2021	1.38E-07	4.69E-08
	Fil de l'eau 2030	1.26E-07	1.67E-08
	État projeté 2030	1.28E-07	1.89E-08
	Fil de l'eau 2050	1.29E-07	1.32E-08
	État projeté 2050	1.27E-07	1.30E-08
Fluoranthène	État initial 2021	2.34E-06	2.67E-07
	Fil de l'eau 2030	1.38E-06	1.48E-07
	État projeté 2030	1.40E-06	1.52E-07
	Fil de l'eau 2050	1.09E-06	1.12E-07
	État projeté 2050	1.07E-06	1.10E-07
Phénanthrène	État initial 2021	4.95E-06	5.46E-07
	Fil de l'eau 2030	3.09E-06	3.24E-07
	État projeté 2030	3.14E-06	3.34E-07
	Fil de l'eau 2050	2.48E-06	2.52E-07
	État projeté 2050	2.44E-06	2.47E-07
Pyrène	État initial 2021	1.98E-06	2.38E-07
	Fil de l'eau 2030	1.06E-06	1.16E-07
	État projeté 2030	1.08E-06	1.21E-07
	Fil de l'eau 2050	7.94E-07	8.35E-08
	État projeté 2050	7.80E-07	8.18E-08

Source : Egis

TABLEAU 52 : DOSE JOURNALIERE D'EXPOSITION DES ENFANTS POUR LES TRACEURS DE RISQUE CONSIDERES PAR INGESTION EN EXPOSITION CHRONIQUE (MG/KG PC/J)

## 5.4 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition chronique

### 5.4.1 - Caractérisation du risque par inhalation

Pour les polluants à effets à seuil faisant suite à une exposition par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

$$QD = CI / VTR$$

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition par inhalation, exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air inhalé,
- VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisie dans cette évaluation, exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air inhalé, pour une exposition chronique par inhalation.

**En termes d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles.** Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue. À titre d'illustration, un QD égal à 2 signifie que la dose d'exposition est deux fois plus élevée que la VTR et non pas qu'il y a deux fois plus de risque de voir l'effet se manifester.

**Pour les polluants à effets sans seuil** (cancérogènes génotoxiques), on calcule un Excès de Risque Individuel (ERI), correspondant à la probabilité supplémentaire, par rapport au risque de base, de survenue d'un cancer au cours d'une vie entière pour les concentrations réelles d'exposition. L'Excès de Risque Individuel est calculé par la formule suivante :

$$ERI = ERU \times CI \times T/Tm$$

Avec :

- ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation pour une vie entière (conventionnellement 70 ans). C'est la probabilité de survenue d'un cancer, au cours de l'exposition d'un individu durant sa vie entière à la concentration de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- T : durée d'exposition en années définie dans le Tableau 47 ;
- Tm : durée de vie, fixée conventionnellement à 70 ans ;
- CI : concentration d'exposition (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La prise en compte des ADAF permettant d'intégrer la croissance des enfants revient à la formule suivante :

$$ERI = ERU \times CI_{0-2\text{ans}} \times 10 \times 2/70 + ERU \times CI_{2-15\text{ans}} \times 3 \times 14/70 + ERU \times CI_{adulte} \times 1 \times 14/70$$

Cette formule s'applique différemment suivant le public visé :

- Enfants à la crèche : seul le premier terme de la formule est retenu et les enfants sont considérés être présents 3 ans. Le nombre d'année T est de 3 pour l'exposition 0 à 2 ans afin de prendre en compte les 3 années de crèche. La formule pour la présente étude est :  $ERI_{crèche} = ERU \times CI_{0-2\text{ans}} \times 10 \times 3/70$  ;
- Enfants à l'école : seul le terme central de la formule est utilisé. La formule pour la présente étude est :  $ERI_{école} = ERU \times CI_{2-15\text{ans}} \times 3 \times T/70$  avec T variant en fonction du type d'école : maternelle (3 ans), élémentaire (5 ans) ou primaire (8 ans).

En termes d'interprétation, de façon à apprécier le risque cancérogène, caractérisé par l'Excès de Risque Individuel, l'US-EPA prend en considération un risque repère de  $10^{-6}$  pour un risque collectif touchant l'ensemble d'une population, et une valeur maximale de  $10^{-4}$  pour juger du risque auquel un individu peut être exposé. L'ATSDR utilise souvent un intervalle de  $10^{-4}$  à  $10^{-6}$  pour l'excès de risque de cancer vie entière pour déterminer s'il y a une préoccupation particulière pour le risque cancérogène.

Pour sa part, la circulaire DGS et DGPR du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques



sanitaires des installations classées soumises à autorisation mentionne la valeur de  $10^{-5}$  comme critère d'acceptabilité de l'évaluation de risque sanitaire.

**Dans le cadre de cette étude, nous retenons donc la valeur de  $10^{-5}$  comme critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI).**

#### Que représente l'Excès de Risque Unitaire (ERUi) ?

L'ERUi correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet sans seuil (cancer génotoxique) pour l'individu exposé durant sa vie entière, en plus de la probabilité de le développer uniquement à cause de la pollution de fond. C'est en ce sens que l'on parle d'excès de risque.

#### Comment interpréter l'Excès de Risque Individuel (ERI) ?

L'ERI est la probabilité que l'individu exposé développe au cours de sa vie l'effet associé à une exposition limitée dans le temps à un agent dangereux, compte tenu de sa dose journalière d'exposition et de l'excès de risque unitaire (ERUi) de la substance étudiée.

Par exemple, un ERI de 0,0001 signifie qu'un individu exposé toute sa vie à une substance cancérigène a 1 chance sur 10 000 de contracter un cancer lié à cette substance. Autrement dit, sur une population de 10 000 habitants, cette substance va être à l'origine d'un cas de cancer supplémentaire.

#### 5.4.1.1 - Polluants à effets à seuil

##### 5.4.1.1.1 - Dioxyde d'azote et particules

Pour le dioxyde d'azote et les particules qui ne disposent pas de VTR, mais d'une Valeur Guide (VG) pour la protection de la santé, les teneurs moyennes annuelles d'exposition par inhalation sont comparées aux valeurs guide pour la protection de la santé proposée par l'OMS pour les 5 états étudiés (Cf. Tableau 53).

Au droit des points récepteurs retenus, les teneurs d'exposition par inhalation sont supérieures aux valeurs guide pour la protection de la santé, pour le dioxyde d'azote et les particules PM2,5 quel que soit l'état considéré (2022, 2038 et 2058 sans et avec projet).

Pour les PM10, les teneurs d'exposition par inhalation sont :

- Supérieures aux valeurs guide pour la protection de la santé quel que soit l'état considéré (2022, 2038 et 2058 sans et avec projet) pour la micro-crèche Les Malicieux d'Appert et les riverains ;
- Supérieures aux valeurs guide pour la protection de la santé à l'État initial 2022 et au Fil de l'eau 2038 et inférieures aux valeurs guide à l'État projeté 2038 et à l'horizon 2058 sans et avec projet) pour le groupe scolaire Jules Murair dit Raimu ;
- Inférieures aux valeurs guide pour la protection de la santé quel que soit l'état considéré (2022, 2038 et 2058 sans et avec projet) pour la Clinique Saint-Michel et l'EHPAD Jeanne Marguerite.

Toutefois, il est important de noter que les valeurs de fond retenues pour le dioxyde d'azote et les PM2,5 (respectivement 17,7 et 7,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépassent les seuils de recommandation de l'OMS de 2022 (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le dioxyde d'azote et 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5) et que ces valeurs de fond restent constantes pour les horizons futurs. Pour les PM10, la valeur de fond retenue équivaut à 90 % de la recommandation de l'OMS de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , contribuant ainsi largement aux dépassements constatés.

**Sur la base des données de base retenues (données de trafic et bruit de fond), le projet ne conduira pas à une dégradation de l'impact sanitaire au niveau des populations ; il ne sera pas à l'origine d'un dépassement des valeurs guide pour la protection de la santé humaine pour les populations étudiées, pour le dioxyde d'azote, et les PM2,5 (qui existe déjà pour des situations sans projet pour ces polluants).**

**Néanmoins, un risque sanitaire à seuil, associé au dioxyde d'azote et aux particules PM10 et PM2,5, ne peut toutefois pas être exclu pour les populations riveraines et les populations vulnérables, quel que soit l'état considéré. Ce risque est essentiellement lié au bruit de fond retenu qui dépasse à lui seul les seuils de recommandations de**

#### **l'OMS pour le dioxyde d'azote et les PM2,5 et atteint presque 90 % de la recommandation OMS pour les PM10.**

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murair dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse	Valeurs Guides OMS
Dioxyde d'azote en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 17,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	36.2	31.2	23.1	25.5	32.6	38.1	10
	Fil de l'eau 2038	24.4	22.6	19.5	20.1	23.1	25.2	
	État projeté 2038	24.6	23.7	19.5	20.2	24.4	25.4	
	Fil de l'eau 2058	21.9	19.6	18.6	19.1	19.8	22.4	
Particules PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 13,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	15.9	15.2	13.9	14.3	15.4	16.2	15
	Fil de l'eau 2038	15.4	15.0	13.8	14.1	15.2	15.7	
	État projeté 2038	15.5	15.2	13.9	14.1	15.4	15.8	
	Fil de l'eau 2058	15.4	14.9	13.8	14.1	15.1	15.7	
Particules PM2,5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	9.5	8.9	8.1	8.4	9.1	9.7	5
	Fil de l'eau 2038	9.0	8.7	8.0	8.2	8.9	9.1	
	État projeté 2038	9.0	8.9	8.0	8.2	9.0	9.2	
	Fil de l'eau 2058	8.9	8.6	8.0	8.1	8.7	9.1	
	État projeté 2058	9.0	8.6	8.0	8.2	8.7	9.1	

Source : Egis

**TABLEAU 53 : CONCENTRATIONS D'EXPOSITION PAR INHALATION POUR LE DIOXYDE D'AZOTE ET LES PARTICULES VS VALEURS GUIDES OMS**

#### 5.4.1.1.2 - Quotient de danger

Pour les substances disposant d'une VTR pour les effets à seuil par inhalation, le quotient de danger est calculé, à partir des concentrations d'exposition des populations (Cf. Tableau 48) et des VTR retenues (Cf. Tableau 42).

Au regard des résultats obtenus (Cf. Tableau 54), aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1, quel que soit l'état considéré. La valeur maximale est obtenue pour le benzo(a)pyrène à l'état initial 2022 (QD = 0,131), au niveau des riverains localisés avenue de la Palasse. Toutefois, il est à noter que ce quotient de danger est principalement associé à la valeur du bruit de fond retenu qui représente plus de 61 % du risque calculé (et donc de l'exposition).

**Aucun risque sanitaire à seuil par inhalation n'est susceptible de se produire pour les populations riveraines. La réalisation du projet n'induit pas de risque supplémentaire pour les effets à seuil par inhalation.**



Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Benzène en µg/m³ BF = 0,7 µg/m³	État initial 2022	7.18E-02	7.18E-02	7.05E-02	7.07E-02	7.20E-02	7.20E-02
	Fil de l'eau 2038	7.04E-02	7.04E-02	7.01E-02	7.01E-02	7.04E-02	7.05E-02
	État projeté 2038	7.04E-02	7.04E-02	7.01E-02	7.01E-02	7.05E-02	7.05E-02
	Fil de l'eau 2058	7.04E-02	7.03E-02	7.01E-02	7.01E-02	7.04E-02	7.05E-02
	État projeté 2058	7.04E-02	7.03E-02	7.01E-02	7.01E-02	7.03E-02	7.04E-02
1,3-butadiène en µg/m³ BF = 0,12 µg/m³	État initial 2022	6.41E-02	6.60E-02	6.13E-02	6.17E-02	6.67E-02	6.46E-02
	Fil de l'eau 2038	6.27E-02	6.80E-02	6.14E-02	6.13E-02	6.90E-02	6.29E-02
	État projeté 2038	6.29E-02	7.11E-02	6.13E-02	6.13E-02	7.25E-02	6.32E-02
	Fil de l'eau 2058	6.34E-02	6.34E-02	6.10E-02	6.13E-02	6.38E-02	6.38E-02
	État projeté 2058	6.33E-02	6.32E-02	6.09E-02	6.13E-02	6.37E-02	6.37E-02
Nickel en ng/m³ BF = 0,3 ng/m³	État initial 2022	3.37E-03	3.35E-03	3.34E-03	3.35E-03	3.35E-03	3.38E-03
	Fil de l'eau 2038	3.39E-03	3.36E-03	3.34E-03	3.35E-03	3.36E-03	3.39E-03
	État projeté 2038	3.39E-03	3.36E-03	3.35E-03	3.35E-03	3.36E-03	3.39E-03
	Fil de l'eau 2058	3.39E-03	3.36E-03	3.35E-03	3.35E-03	3.36E-03	3.40E-03
	État projeté 2058	3.35E-03	3.34E-03	3.35E-03	3.35E-03	3.34E-03	3.34E-03
Chrome VI en ng/m³ BF = 0,03 ng/m³	État initial 2022	2.15E-03	1.61E-03	1.27E-03	1.42E-03	1.68E-03	2.29E-03
	Fil de l'eau 2038	1.94E-03	1.40E-03	1.21E-03	1.32E-03	1.45E-03	2.05E-03
	État projeté 2038	1.95E-03	1.42E-03	1.21E-03	1.32E-03	1.47E-03	2.06E-03
	Fil de l'eau 2058	1.86E-03	1.36E-03	1.19E-03	1.29E-03	1.40E-03	1.97E-03
	État projeté 2058	1.85E-03	1.34E-03	1.18E-03	1.28E-03	1.39E-03	1.95E-03
Arsenic en ng/m³ BF = 0,2 ng/m³	État initial 2022	1.34E-02	1.34E-02	1.33E-02	1.34E-02	1.34E-02	1.34E-02
	Fil de l'eau 2038	1.34E-02	1.34E-02	1.33E-02	1.34E-02	1.34E-02	1.34E-02
	État projeté 2038	1.34E-02	1.34E-02	1.33E-02	1.34E-02	1.34E-02	1.34E-02
	Fil de l'eau 2058	1.34E-02	1.34E-02	1.33E-02	1.34E-02	1.34E-02	1.34E-02
	État projeté 2058	1.36E-02	1.35E-02	1.33E-02	1.34E-02	1.35E-02	1.37E-02
Benzo(a)pyrène en ng/m³ BF = 0,16 ng/m³	État initial 2022	1.26E-01	9.28E-02	8.92E-02	9.61E-02	9.41E-02	1.31E-01
	Fil de l'eau 2038	1.07E-01	8.74E-02	8.54E-02	8.90E-02	8.81E-02	1.10E-01
	État projeté 2038	1.07E-01	8.75E-02	8.55E-02	8.91E-02	8.83E-02	1.11E-01
	Fil de l'eau 2058	1.02E-01	8.57E-02	8.43E-02	8.70E-02	8.63E-02	1.04E-01
	État projeté 2058	1.01E-01	8.56E-02	8.42E-02	8.70E-02	8.62E-02	1.04E-01

Source : Egis

TABLEAU 54 : QUOTIENT DE DANGER – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Benzène en µg/m³ BF = 0,7 µg/m³	État initial 2022	8.00E-06	6.40E-06	7.86E-06	7.88E-06	8.02E-06	8.02E-06
	Fil de l'eau 2038	7.85E-06	6.27E-06	7.81E-06	7.82E-06	7.85E-06	7.85E-06
	État projeté 2038	7.85E-06	6.28E-06	7.81E-06	7.82E-06	7.85E-06	7.85E-06
	Fil de l'eau 2058	7.85E-06	6.27E-06	7.81E-06	7.82E-06	7.84E-06	7.85E-06
	État projeté 2058	7.84E-06	6.27E-06	7.81E-06	7.82E-06	7.84E-06	7.85E-06
1,3-butadiène en µg/m³ BF = 0,12 µg/m³	État initial 2022	1.36E-08	1.12E-08	1.30E-08	1.31E-08	1.41E-08	1.37E-08
	Fil de l'eau 2038	1.33E-08	1.15E-08	1.30E-08	1.30E-08	1.46E-08	1.33E-08
	État projeté 2038	1.33E-08	1.20E-08	1.30E-08	1.30E-08	1.53E-08	1.34E-08
	Fil de l'eau 2058	1.34E-08	1.07E-08	1.29E-08	1.30E-08	1.35E-08	1.35E-08
	État projeté 2058	1.34E-08	1.07E-08	1.29E-08	1.30E-08	1.35E-08	1.35E-08
Nickel en ng/m³ BF = 0,3 ng/m³	État initial 2022	3.38E-08	2.69E-08	3.35E-08	3.36E-08	3.36E-08	3.39E-08
	Fil de l'eau 2038	3.39E-08	2.69E-08	3.35E-08	3.36E-08	3.37E-08	3.40E-08
	État projeté 2038	3.40E-08	2.69E-08	3.35E-08	3.36E-08	3.37E-08	3.40E-08
	Fil de l'eau 2058	3.40E-08	2.69E-08	3.36E-08	3.36E-08	3.37E-08	3.41E-08
	État projeté 2058	3.36E-08	2.68E-08	3.36E-08	3.36E-08	3.35E-08	3.35E-08
Chrome VI en ng/m³ BF = 0,03 ng/m³	État initial 2022	1.11E-06	6.63E-07	6.52E-07	7.30E-07	8.64E-07	1.18E-06
	Fil de l'eau 2038	9.96E-07	5.76E-07	6.21E-07	6.78E-07	7.43E-07	1.05E-06
	État projeté 2038	1.00E-06	5.84E-07	6.23E-07	6.80E-07	7.55E-07	1.06E-06
	Fil de l'eau 2058	9.59E-07	5.58E-07	6.11E-07	6.62E-07	7.19E-07	1.01E-06
	État projeté 2058	9.52E-07	5.53E-07	6.09E-07	6.60E-07	7.12E-07	1.00E-06
Arsenic en ng/m³ BF = 0,2 ng/m³	État initial 2022	3.70E-07	2.95E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.70E-07
	Fil de l'eau 2038	3.70E-07	2.95E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.70E-07
	État projeté 2038	3.70E-07	2.95E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.70E-07
	Fil de l'eau 2058	3.70E-07	2.95E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.70E-07
	État projeté 2058	3.77E-07	2.97E-07	3.69E-07	3.69E-07	3.73E-07	3.79E-07
Benzo(a)pyrène en ng/m³ BF = 0,16 ng/m³	État initial 2022	1.13E-07	6.51E-08	7.76E-08	8.42E-08	8.27E-08	1.18E-07
	Fil de l'eau 2038	9.48E-08	6.06E-08	7.38E-08	7.72E-08	7.65E-08	9.80E-08
	État projeté 2038	9.51E-08	6.07E-08	7.38E-08	7.73E-08	7.67E-08	9.83E-08
	Fil de l'eau 2058	8.94E-08	5.93E-08	7.27E-08	7.53E-08	7.47E-08	9.19E-08
	État projeté 2058	8.91E-08	5.92E-08	7.26E-08	7.53E-08	7.45E-08	9.16E-08

Source : Egis

TABLEAU 55 : EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION

#### 5.4.1.1 - Polluants à effets sans seuil (risques cancérogènes)

Les résultats de l'évaluation des effets sans seuil (cancérogènes) pour une exposition chronique par inhalation sont calculés à partir des concentrations d'exposition des populations (Cf. Tableau 48) et des ERI retenues (Cf. Tableau 43). Au regard des résultats obtenus (Cf. Tableau 55), tous les Excès de Risque Individuel sont inférieurs à 10<sup>-5</sup> pour la totalité des points récepteurs et pour tous les scénarios. L'ERI maximum est obtenu pour le benzène (8.10<sup>-6</sup>) au niveau des riverains du boulevard de Strasbourg et de l'avenue de la Palasse. Toutefois, il est à noter que cet ERI est principalement associé à la valeur du bruit de fond retenu qui représente 97 % du risque calculé.

**Le projet de BHNS de TPM ne sera pas à l'origine d'une augmentation du risque sanitaire cancérogène.**

#### 5.4.2 - Caractérisation du risque par ingestion

Pour la voie d'exposition par ingestion des polluants à effets à seuil, le quotient de danger se calcule par la formule suivante :

$$QD_o = \frac{DJE}{DJA}$$

Avec :

- DJE : dose journalière d'exposition exprimée en mg/kg pc/j ;
- DJA : dose journalière admissible (VTR relative à une exposition par ingestion) exprimée en mg/kg pc/j.

La valeur repère pour le quotient de danger est de 1. L'interprétation reste identique à celle présentée pour le risque par inhalation.

Le risque cancérogène pour une exposition par ingestion est estimé en calculant l'Excès de Risque Individuel (ERI), tel que :

$$ERIo = ERUo \times DJE \times T/Tm$$

Avec :

- ERIo : Excès de Risque Individuel pour la voie d'exposition par voie orale ;
- ERUo : Excès de Risque Unitaire pour la voie d'exposition par voie orale ;



- DJE : Dose Journalière d'Exposition (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- T : durée d'exposition en années (définie dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- Tm : durée de vie fixée à 70 ans.

Comme précisé au paragraphe 5.4.1 - Caractérisation du risque par inhalation, la prise en compte des ADAF pour tenir compte de la croissance des enfants revient à la formule suivante :

$$ERI = ERU \times CI_{0-2ans} \times 10 \times 2/70 + ERU \times CI_{2-15ans} \times 3 \times 14/70 + ERU \times CI_{adulte} \times 1 \times 14/70$$

Le critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI) est de  $10^{-5}$  tel que présenté dans le chapitre précédent.

#### 5.4.2.1 - Polluants à effets à seuil

Pour les substances disposant de VTR par ingestion, les quotients de danger concernant les effets à seuil sont calculés pour les 5 horizons étudiés à partir des doses journalières d'exposition des populations (Cf. Tableau 52) et des VTR retenues (Cf. Tableau 45).

Au regard des résultats obtenus (Cf. Tableau 56), aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1. Le quotient de danger maximum est de  $4,66 \cdot 10^{-4}$  (benzo(a)pyrène).

**Aucun risque à seuil par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations étudiées.**

**Le projet de BHNS de TPM n'induit pas de de risques supplémentaires pour les effets à seuil par ingestion**

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Murairé dit Raimu
Benzo(a)pyrène	État initial 2021	4.66E-04	5.26E-05
	Fil de l'eau 2030	2.74E-04	2.96E-05
	État projeté 2030	2.78E-04	3.05E-05
	Fil de l'eau 2050	2.20E-04	2.30E-05
	État projeté 2050	2.16E-04	2.25E-05
Acénaphthène	État initial 2021	3.86E-05	4.12E-06
	Fil de l'eau 2030	1.68E-05	1.82E-06
	État projeté 2030	1.70E-05	1.86E-06
	Fil de l'eau 2050	1.03E-05	1.13E-06
	État projeté 2050	1.01E-05	1.10E-06
Anthracène	État initial 2021	1.11E-06	1.42E-07
	Fil de l'eau 2030	9.35E-07	9.84E-08
	État projeté 2030	9.49E-07	1.02E-07
	Fil de l'eau 2050	8.65E-07	8.60E-08
	État projeté 2050	8.50E-07	3.06E-07
Benzo(ghi)pérylène	État initial 2021	1.00E-05	1.09E-06
	Fil de l'eau 2030	6.31E-06	6.66E-07
	État projeté 2030	6.41E-06	6.85E-07
	Fil de l'eau 2050	5.17E-06	5.29E-07
	État projeté 2050	5.08E-06	5.19E-07
Fluorène	État initial 2021	3.46E-06	1.17E-06
	Fil de l'eau 2030	3.15E-06	4.17E-07
	État projeté 2030	3.20E-06	4.72E-07
	Fil de l'eau 2050	3.23E-06	3.31E-07
	État projeté 2050	3.18E-06	3.24E-07
Fluoranthène	État initial 2021	5.84E-05	6.68E-06
	Fil de l'eau 2030	3.46E-05	3.69E-06
	État projeté 2030	3.51E-05	3.81E-06
	Fil de l'eau 2050	2.72E-05	2.81E-06
	État projeté 2050	2.68E-05	2.75E-06
Phénanthrène	État initial 2021	1.24E-04	1.36E-05
	Fil de l'eau 2030	7.72E-05	8.10E-06
	État projeté 2030	7.84E-05	8.34E-06
	Fil de l'eau 2050	6.20E-05	6.30E-06
	État projeté 2050	6.09E-05	6.17E-06
Pyrène	État initial 2021	6.61E-05	7.92E-06
	Fil de l'eau 2030	3.54E-05	3.87E-06
	État projeté 2030	3.59E-05	4.02E-06
	Fil de l'eau 2050	2.65E-05	2.78E-06
	État projeté 2050	2.60E-05	2.73E-06

Source : Egis

TABLEAU 56 : QUOTIENT DE DANGER – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION



### 5.4.2.1 - Polluants à effets sans seuil

Les excès de risque individuel concernant les effets sans seuil par ingestion sont calculés pour les 5 horizons étudiés à partir des doses journalières d'exposition des populations (Cf. Tableau 52) et des VTR retenues (Cf. Tableau 46).

Au regard des résultats obtenus (Cf. Tableau 57), l'excès de risque individuel en eq benzo(a)pyrène est nettement inférieur à la valeur repère de  $10^{-5}$ .

**Aucun risque sans seuil par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations étudiées.**

**Le projet de BHNS de TPM n'induit pas de risques supplémentaires pour les effets sans seuil par ingestion**

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Muraille dit Raimu
Eq benzo(a)pyrène	État initial 2021	1.24E-07	1.16E-08
	Fil de l'eau 2030	7.35E-08	6.36E-09
	État projeté 2030	7.46E-08	6.58E-09
	Fil de l'eau 2050	5.89E-08	4.91E-09
	État projeté 2050	5.79E-08	5.04E-09

Source : Egis

TABLEAU 57 : EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION

## 5.5 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition aiguë

### 5.5.1 - Méthodologie

Pour les polluants faisant suite à une exposition aiguë par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

$$QD = CI / VTR$$

Avec :

- CI : concentration maximale d'exposition par inhalation, exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air inhalé ;
- VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisie dans cette évaluation, exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air inhalé, pour une exposition aiguë par inhalation.

En termes d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

### 5.5.2 - Caractérisation du risque sanitaire aigu

Le risque sanitaire en exposition aigu est calculé pour les 5 horizons étudiés à partir des concentrations d'exposition des populations (Cf. Tableau 50) et des VTR retenues (Cf. Tableau 44).

Pour tous les polluants et les différents scénarios étudiés, les quotients de danger calculés dans le Tableau 58 sont tous inférieurs à 1. La valeur maximale concerne les PM2,5 (QD = 0,877) au niveau du riverain de l'avenue de la Palasse, à l'État initial 2022.

**Aucun risque aigu n'est susceptible d'apparaître pour les populations étudiées quelle que soit la substance**

considérée et quel que soit le scénario étudié.

Traceurs de risque	État	Micro-crèche Les Malicieux d'Appert	Groupe Scolaire Jules Muraille dit Raimu	Clinique Saint-Michel	EHPAD Jeanne Marguerite	Riverain Bd de Strasbourg	Riverain Av de la Palasse
Dioxyde d'azote en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 17,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	2.92E-01	2.40E-01	2.02E-01	2.53E-01	2.96E-01	3.38E-01
	Fil de l'eau 2038	1.68E-01	1.50E-01	1.23E-01	1.46E-01	1.84E-01	1.98E-01
	État projeté 2038	1.70E-01	1.64E-01	1.24E-01	1.47E-01	2.03E-01	2.01E-01
	Fil de l'eau 2058	1.38E-01	1.14E-01	1.10E-01	1.24E-01	1.30E-01	1.61E-01
	État projeté 2058	1.37E-01	1.13E-01	1.09E-01	1.24E-01	1.28E-01	1.60E-01
Particules PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 13,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	4.02E-01	3.77E-01	3.39E-01	3.79E-01	4.16E-01	4.59E-01
	Fil de l'eau 2038	3.83E-01	3.67E-01	3.30E-01	3.57E-01	4.10E-01	4.33E-01
	État projeté 2038	3.86E-01	3.77E-01	3.31E-01	3.59E-01	4.22E-01	4.36E-01
	Fil de l'eau 2058	3.83E-01	3.67E-01	3.30E-01	3.54E-01	4.11E-01	4.33E-01
	État projeté 2058	3.86E-01	3.64E-01	3.32E-01	3.57E-01	4.09E-01	4.39E-01
Particules PM2,5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BF = 7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	État initial 2022	7.74E-01	6.96E-01	6.34E-01	7.14E-01	7.98E-01	8.77E-01
	Fil de l'eau 2038	7.04E-01	6.79E-01	5.95E-01	6.59E-01	7.80E-01	7.85E-01
	État projeté 2038	7.10E-01	7.00E-01	5.97E-01	6.61E-01	8.11E-01	7.93E-01
	Fil de l'eau 2058	7.00E-01	6.74E-01	5.92E-01	6.54E-01	7.76E-01	7.82E-01
	État projeté 2058	7.07E-01	6.70E-01	5.96E-01	6.62E-01	7.72E-01	7.92E-01

Source : Egis

TABLEAU 58 : QUOTIENT DE DANGER – EXPOSITION AIGUË PAR INHALATION

## 5.6 - Revue des incertitudes

L'évaluation des risques sanitaires constitue un outil d'aide à la décision permettant d'apprécier l'impact sanitaire d'une infrastructure routière sur les populations exposées.

Ces résultats font l'objet d'incertitudes conduisant à une sous-estimation ou à une surestimation des risques calculés, liées notamment aux connaissances scientifiques sur les polluants et les VTR, à l'évaluation des teneurs issues de la modélisation et au choix des hypothèses retenues.

L'analyse des incertitudes a pour objet d'apprécier leurs influences sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires.

### 5.6.1 - Facteurs de sous-estimation des risques

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à sous-estimer les risques sont les suivantes :

- Voies d'exposition

Dans cette étude, l'exposition par voie cutanée n'a pas été prise en compte, ce qui peut constituer une sous-estimation potentielle des risques calculés. Néanmoins, peu de VTR existent pour cette voie et l'extrapolation d'une VTR à partir d'une autre voie est entachée d'incertitude. De plus, l'absorption cutanée des gaz est négligeable devant absorption par voies respiratoires.

### 5.6.2 - Facteurs de surestimation des risques

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à surestimer les risques sont les suivantes :

- Spéciation du chrome

En l'absence de données précises sur la part relative des formes organiques et inorganiques, les émissions de chrome ont été totalement affectées au chrome VI, forme la plus préoccupante en termes de risque sanitaire.

- Choix des VTR

Les VTR retenues dans le cadre de cette étude, en conformité avec les préconisations de l'InVS et de la note de la

DGS du 31 octobre 2014, peuvent être considérées comme bénéficiant d'un degré de confiance élevé. Des facteurs de sécurité sont systématiquement appliqués (pour l'extrapolation inter-espèces, pour les populations sensibles, la qualité des données sources, etc.) sur ces VTR établies par les grandes instances internationales de la santé. Leur application conduit donc généralement à une surestimation des risques.

#### ■ Teneur de fond

Les teneurs de fond retenues, sur la base des mesures actuelles, ont été extrapolées aux années 2038 et 2058 (état au fil de l'eau et état projeté) sans aucune variation alors que l'on peut raisonnablement espérer une diminution des valeurs de fond des principaux polluants atmosphériques compte tenu des évolutions réglementaires et efforts technologiques à venir.

#### ■ Scénarii d'exposition

Dans la présente étude et en l'absence de connaissances précises du budget espace-temps des populations étudiées, nous avons retenu des paramètres d'exposition relativement majorants pour les populations de riverains.

### 5.6.3 - Facteurs d'incertitude dont l'influence sur le résultat n'est pas connue

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation, et dont le sens d'influence n'est pas connu, sont les suivantes :

#### ■ Teneurs de fond

Les teneurs de fond retenues sont issues des valeurs mesurées lors des campagnes de mesure Egis en octobre et novembre 2021 et en avril et mai 2022 au niveau du site 05 (dioxyde d'azote) et site 27 (autres polluants) ; nous avons assimilé le résultat de ces mesures à une moyenne annuelle.

#### ■ Teneurs en polluants

Nous avons considéré que les teneurs étaient identiques à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, ce qui n'est probablement pas le cas. L'influence de ces hypothèses sur les risques sanitaires est difficilement appréciable.

#### ■ Risque global

Les substances interagissent les unes par rapports aux autres. Si la connaissance des effets sur la santé, liés à l'inhalation de chacune d'entre elles a beaucoup avancé, ce n'est pas encore le cas pour l'ensemble des substances. Les méthodes disponibles pour quantifier les risques sanitaires liés à l'exposition simultanée de plusieurs polluants (additivité des risques) sont encore limitées et il reste difficile de savoir si les effets sanitaires sont antagonistes, synergiques ou additifs.

### 5.6.4 - Synthèse des facteurs d'incertitude

Il ressort de l'examen des incertitudes que les facteurs qui minorent le risque seraient peu nombreux et qu'ils induiraient probablement une sous-estimation non significative des risques sanitaires estimés. Il semble donc raisonnable de conclure que **les hypothèses retenues amènent à une probable surestimation du risque.**

Toutefois, les résultats de cette ERS doivent être appréciés en l'état des connaissances disponibles aussi bien méthodologiques que descriptives. Les données et les méthodes de calculs utilisées ont été présentées et les choix ont été justifiés.

## 5.7 - Conclusion

La réalisation du projet de BHNS de la métropole toulonnaise n'induit pas de risque sanitaire supplémentaire pour les effets chroniques à seuil ou sans seuil par inhalation ou par ingestion, ni pour les effets aigus par inhalation.

Aucun risque à seuil par inhalation ou par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude du projet aux horizons futurs (sans et avec projet). Néanmoins, quel que soit l'état considéré (2022, 2038 et 2058), les teneurs inhalées dépassent la valeur guide de l'OMS pour le dioxyde d'azote et les PM<sub>2,5</sub>. Des dépassements sont également constatés pour les PM<sub>10</sub> au droit de la crèche, de l'école primaire et des riverains les plus impactés.

Globalement, sur toute la zone d'étude, les valeurs de fond du dioxyde d'azote et des PM<sub>2,5</sub> dépassent les valeurs guides de l'OMS et la valeur de fond des PM<sub>10</sub> atteint presque 90 % de la recommandation OMS. De facto, ces dépassements ne sont pas liés à la réalisation du projet.

Le risque cancérigène lié à une exposition chronique peut être qualifié d'acceptable pour les populations vulnérables étudiées, quelle que soit la substance prise individuellement.

En exposition aigüe, aucun risque sanitaire n'est susceptible de se produire pour les populations vulnérables étudiées, quelle que soit la substance considérée et quel que soit le scénario étudié.



## 6 - EVALUATION DE L'IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

Ce chapitre contient quatre thématiques qui ne sont pas directement traitées dans les impacts sur :

- La qualité de l'air : chapitre 3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air ;
- Les populations : chapitre 4 - Évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations ;
- La santé : chapitre 5 - Évaluation des risques sanitaires.

Ces thématiques concernent :

- La pollution sensible (liée à la perception) :
  - Odeurs ;
  - Transparence de l'air ;
  - Nuages de poussières ;
- Les impacts de la pollution atmosphérique sur :
  - Le sol ;
  - La flore ;
  - La faune ;
  - Les bâtiments ;
  - L'économie ;
- Les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) issues de la circulation routières et assimilées aux émissions de GES ;
- La consommation énergétique liée au trafic routier.

Les deux premiers items sont traités en fonction des sources bibliographiques existantes, les deux suivants sont les résultats des calculs des émissions sur le réseau routier retenu et les trafics étudiés.

### 6.1 - Pollution sensible

#### 6.1.1 - Odeurs

De très nombreuses molécules odorantes sont présentes dans l'air. À concentration suffisante, elles deviennent perceptibles par les récepteurs olfactifs de la paroi nasale et engendrent une réponse émotionnelle (agréable ou non, sucrée, aigre, etc.), une réponse affective (souvenirs, faim, stress, etc.) avant la réponse descriptive (odeur de vanille, d'herbes sèches ou d'ordures).

La perception très fréquente d'odeurs fortes et/ou désagréables engendre un trouble important, source du deuxième motif de plainte après le bruit. Ainsi l'odeur acide ou nauséabonde est souvent associée à un risque sanitaire, mais ce rapprochement est le plus souvent sans fondement puisque les composés odorants perçus sont présents à des niveaux inférieurs aux valeurs limites d'exposition (VLE).

Cette perception chronique, bien qu'inoffensive directement, peut provoquer un stress entraînant des conséquences sur la santé (troubles respiratoires, nausées, vomissements, troubles du sommeil, etc.).

Trois types d'activités principales sont génératrices d'odeurs :

- Les émissions industrielles :

- Activités liées à l'énergie (pétrochimie, combustion de gaz de charbon, pétrole) ;
- Activités chimiques (chimie minérale, organique ou inorganique) ;
- Activités de l'industrie du bois, du papier et de la viscose ;
- Activités des industries de l'agroalimentaire (préparation d'aliments : sucres, levures alimentaires...)

- Les déchets d'origine :

- Végétale : compostage, algue verte ;
- Animale : carcasses d'animaux, déchets de poissons, fumier, épandage ;
- Anthropique : déchets ménagers et industriels ;

- Les installations de traitement des eaux usées :

- Réseaux de collecte et d'assainissement ;
- Stations d'épuration urbaines et industrielles.

Par conséquent, un réseau routier et le trafic associé ne sera pas générateur d'odeurs hormis celles chroniques des échappements (liées à la combustion incomplète des carburants) ou occasionnelles à la suite du passage d'un transport de boues de stations d'épuration, d'ordures ménagères...

#### 6.1.2 - Transparence de l'air

Des conditions météorologiques anticycloniques, en particulier en hiver, apportent une situation de vents calmes favorisant la stagnation au-dessus des zones géographiques fortement émissives (régions industrielles, métropoles). Il peut ainsi apparaître des cloches de pollution visibles de loin, voire des nuages opacifiant plus ou moins le ciel (cf. Figure 70), comme le smog (contraction anglaise de smoke – fumée et fog – brouillard). Ce smog peut provoquer des atteintes plus ou moins importantes sur la santé, en témoigne l'épisode de smog à Londres du 5 au 9 décembre 1952 à l'origine de plus de 4 000 morts dans les semaines suivantes.



FIGURE 70 : COMPARAISON DE SITUATION SANS ET AVEC UNE POLLUTION PROVOQUANT UN SMOG A PARIS (SOURCE : CARLOS MORENO)

Ces niveaux de transparence, plus ou moins marqués, reflètent la qualité de l'air, et aussi sa dégradation, mesurée par les stations des AASQAs.



### 6.1.3 - Nuages de poussière

Les nuages de poussière sont des phénomènes occasionnels dont l'origine repose sur des conditions météorologiques spécifiques. Il s'agit de vents dont les vitesses sont supérieures à 15-20 km/h soufflant sur des sols instables : dune, plage, champ avant végétalisation et durant des phases d'exploitation, chantier, carrière, stockage de matériau de granulométrie fine...

Ces nuages de poussière naissent ainsi du ré-envol des particules (cf. Figure 71). Plus les vitesses des vents augmentent, plus la granulométrie des poussières augmente également.



FIGURE 71 : RE-ENVOL DES RESIDUS DE STOCKAGE D'UNE USINE DE PRODUCTION D'ALUMINES  
(SOURCE : JEAN-CLAUDE MONET)

sont le blé, le soja, la laitue, l'oignon, la tomate, le tournesol et certaines légumineuses comme le haricot.

L'ozone provoque ainsi des dégâts spectaculaires au niveau des feuilles, l'exposition de la végétation à des concentrations très fortes mais ponctuelles d'ozone entraînent des tâches ou des nécroses (cf. Figure 72). Cet impact reste limité aux feuilles endommagées et cesse après le pic de pollution. D'une manière plus insidieuse, l'ozone agit sur la réduction de la photosynthèse et l'augmentation de la respiration, affaiblissant ainsi les organismes et diminuant la croissance des plantes. À titre d'exemple, la pollution atmosphérique à l'ozone a réduit de 10 % sur une quinzaine d'années les rendements du blé en Île-de-France.



FIGURE 72 : IMPACT FOLIAIRE DE L'OZONE (SOURCE : ATMO NOUVELLE-AQUITAINE)

## 6.2 - Pollution atmosphérique et environnement

### 6.2.1 - Effets sur les sols

Lorsque le sol devient plus acide, sa capacité à retenir de nombreux nutriments, minéraux et éléments essentiels, comme le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le potassium (K), diminue. Ces derniers sont donc transportés par l'eau qui s'écoule à travers le sol et les rend moins disponibles pour les organismes qui y vivent.

De même, l'augmentation de l'acidité du sol peut accroître la mobilité des métaux lourds qui s'y trouvent et qui s'écoulent alors plus facilement dans les lacs, les cours d'eau et les ruisseaux.

### 6.2.2 - Effets sur la flore

Les polluants atmosphériques ont des impacts importants sur les cultures et les écosystèmes, de manière chronique (poussières sur les feuilles limitant la photosynthèse) ou de manière aiguë (action agressive engendrant ou permettant l'action de maladies).

#### 6.2.2.1 - L'ozone

Ce polluant, particulièrement, possède des propriétés oxydantes impactant fortement la végétation. La plupart des végétaux sont sensibles à l'ozone, à des degrés divers cependant. Parmi les plantes cultivées, les plus vulnérables

#### 6.2.2.2 - Les pluies acides

Les polluants atmosphériques, portés par les vents, peuvent parcourir de longues distances et impacter des écosystèmes sensibles et éloignés des sources d'émissions. Sous l'effet des oxydes d'azote (NOx) et du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les précipitations (pluies et neiges) et le brouillard deviennent plus acides et altèrent alors les sols et les cours d'eau, entraînant un déséquilibre des écosystèmes et un appauvrissement de la biodiversité. Les forêts de conifères sont particulièrement sensibles aux pluies acides (cf. Figure 73).



FIGURE 73 : IMPACT DES PLUIES ACIDES SUR UNE FORET DE CONIFERES  
(SOURCE : ATMO NOUVELLE-AQUITAINE)

#### 6.2.2.3 - Les bio-indicateurs

Certaines plantes sensibles à la pollution atmosphérique sont utilisées comme outils d'évaluation dans les programmes de recherches. C'est ainsi le cas pour :



- Les lichens, inexistants dans les secteurs géographiques où la pollution atmosphérique est avérée ;
- Le tabac et certains trèfles, très sensibles à l’ozone (réaction foliaire quelques heures après une exposition forte), utilisés comme outils d’alerte ;
- Les mousses, marqueurs des métaux ;
- ...

### 6.2.3 - Effets sur la faune

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons :

- La détérioration de la qualité de l’environnement ou de l’habitat des espèces ;
- La diminution de la disponibilité et de la qualité de l’approvisionnement alimentaire.

Les pluies acides altèrent la qualité des cours d’eau et des plans d’eau en modifiant la composition chimique des eaux et en favorisant le lessivage des métaux lourds, très toxiques pour la faune aquatique. Le smog, les poussières, l’ozone, etc. par leurs effets sur la flore perturbe les milieux favorables aux espèces, entraînant parfois jusqu’à leur disparition.

Stockés par les végétaux à l’origine de la chaîne alimentaire, les polluants sont ensuite et successivement ingérés et emmagasinés dans les tissus par les différentes espèces animales. Ce processus est nommé bioaccumulation. Ces polluants peuvent être toxiques pour les animaux en :

- Perturbant leur fonction endocrinienne ;
- Endommageant leurs organes ;
- Accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie ;
- Diminuant leur succès de reproduction ;
- Causant possiblement leur mort.

Les changements dans l’abondance d’une espèce causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influencer sur l’abondance (augmentation ou diminution) et la santé des espèces dépendantes y compris l’espèce humaine. Le déclin des espèces pollinisatrices est un exemple connu des effets sur la faune de la pollution atmosphérique, plus précisément des effets des produits phytosanitaires aérosols.

### 6.2.4 - Effets sur les bâtiments

On observe, davantage dans les zones urbanisées, une dégradation physique et esthétique des bâtiments anciens et des statues. Il apparaît ainsi une alternance de zones sombres et claires (cf. Figure 74).

Les zones sombres sont formées d’une pellicule de suies associées à des faibles quantités de sulfates et de carbonates. Elles sont à l’abri de la pluie et ces zones ne sont donc pas lessivées par les précipitations, d’où leur teinte. Les zones claires, elles, sont lessivées par les eaux. Le matériau de construction est alors mis à nu et parfois érodé.

Les verres des fenêtres et des façades des immeubles contemporains souffrent moins, leur composition étant chimiquement plus stable. Toutefois, la pluie peut laisser des traces légèrement opacifiantes. Les vitraux anciens sont attaqués par les pluies jusqu’à des niveaux de corrosion avancés.



FIGURE 74 : IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LES MATERIAUX (SOURCE : AIRPARIF)

### 6.2.5 - Effets sur l’économie

En 2012, le Commissariat Général au Développement durable estimait le coût de la pollution atmosphérique par les particules sur la santé entre 20 et 30 milliards d’euros par an dont plus de la moitié imputable à la mortalité. Plus récemment, la Commission d’enquête du Sénat et le rapport de l’OCDE aboutissait à des tendances similaires malgré des divergences de chiffres, avec respectivement par année 67 à 98 milliards pour le coût total de la pollution de l’air (Sénat) et 51 milliards pour la seule mortalité liée à la pollution aux particules fines (OCDE).

Au-delà des décès, les maladies dues à la pollution de l’air impactent principalement le système de soin : l’asthme, les bronchites aiguës et chroniques, les pneumopathies et les cancers des voies respiratoires.

## 6.3 - Gaz à effet de serre

Les polluants atmosphériques n’ont pas uniquement des effets négatifs sur l’homme et l’environnement. Ils influencent aussi directement indirectement le climat.

### 6.3.1 - Dérèglement climatique

Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, le réchauffement général de la planète a été de +0,5 °C. Suivant les engagements de la COP21, à savoir limiter le réchauffement mondial moyen bien en deçà de 2 °C, tout en poursuivant les efforts pour limiter le réchauffement à 1,5 °C d’ici 2100, la persistance et l’amplification de ce phénomène est prévisible. Il conduirait, entre autres conséquences, à la fonte des glaciers et l’élévation du niveau moyen des mers.

Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) augmentent les quantités déjà présentes dans l’atmosphère et conséquemment accentuent le réchauffement climatique global de la planète, d’après le GIEC. Pour autant, il n’existe aucune certitude sur l’importance et les conséquences de ce réchauffement global. Toutefois, les scientifiques s’accordent sur certaines perspectives éventuelles :

- Climat – multiplication d’événements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations, sécheresses, etc.) ;
- Environnement – fonte des glaces, augmentation de l’élévation des mers, modification des grands courants marins, extinction d’espèces animales et végétales, migrations climatiques animales et humaines, etc. ;



- Alimentation – diminution et perte de fertilité des sols, chute des productions agricoles, déplacements des zones de production, risque de famines ;
- Santé – développement de maladies transmises par des agents vecteurs, augmentation des affections cardio-respiratoires en lien avec le stress thermique, intensification des problèmes sanitaires pour les plus vulnérables, etc.

### 6.3.2 - Actions des GES

Les Gaz à Effet de Serre sont les gaz qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmentation de la température. Les GES ont pour origine première les activités humaines et les combustibles fossiles.

Les principaux GES sont :

- La vapeur d'eau – H<sub>2</sub>O – produit par l'évaporation des masses d'eau ;
- Le dioxyde de carbone – CO<sub>2</sub> – produit par la combustion de combustibles fossiles et la déforestation ;
- Le méthane – CH<sub>4</sub> – présent par la décomposition anaérobie de composés organiques (ruminants, rizières, déchets, etc.) et la pyrolyse des composés carbonés ;
- Le protoxyde d'azote – N<sub>2</sub>O – produit par l'industrie chimique et les produits azotés ;
- Les hydrocarbures fluorés – HFC, PFC, SF<sub>6</sub>, CFC et HCFC – présents dans les gaz réfrigérants et divers procédés industriels (expansion des mousses plastiques, composants électroniques, appareillage haute tension, électrolyse de l'alumine, etc.) ;
- L'ozone – O<sub>3</sub> – produit par réaction des COV et des oxydes d'azote.

Toutefois, la vapeur d'eau et l'ozone ne sont pas pris en compte dans les évaluations des Gaz à Effet de Serre.

Ces différents GES ont un impact plus ou moins important sur le climat. Afin de pouvoir les comparer, les émissions de GES sont exprimées dans une unité commune : le CO<sub>2e</sub>, c'est-à-dire en équivalent CO<sub>2</sub>, un indicateur d'impact – le Potentiel de Réchauffement Global (PRG) – a été créé. Il permet de classer l'impact des GES comparativement à l'impact du CO<sub>2</sub>, et ce, à une échéance de 100 ans.

L'indicateur PRG signifie que :

**1 gramme d'un GES ayant un PRG de n sera équivalent à n gramme de CO<sub>2</sub>**

Les indicateurs PRG des différents Gaz à Effet de Serre évoluent régulièrement puisqu'ils dépendent :

- Des concentrations des divers GES déjà présents dans l'atmosphère et qui évoluent continuellement ;
- Des cycles naturels des gaz considérés qui conditionnent leur durée de vie dans l'air.

La durée de vie du CO<sub>2</sub> étant de 100 ans, on considère généralement cette échéance pour exprimer l'impact des GES. Les PRG des principaux GES sont détaillés dans le Tableau 59. Ces valeurs signifient que le méthane d'origine fossile, par exemple, aura une action 30 fois supérieure à celle du dioxyde d'azote ou que celle du CFC sera de 4 660 à 13 900 fois supérieure à celle du CO<sub>2</sub> (en fonction de la molécule de CFC considérée).

Nom du gaz	PRG à 100 ans
Dioxyde de carbone fossile - CO <sub>2</sub>	1
Méthane biogénique - CH <sub>4b</sub>	28
Méthane fossile - CH <sub>4f</sub>	30
Protoxyde d'azote - N <sub>2</sub> O	265
Hexafluorure de soufre - SF <sub>6</sub>	23 500
HFC	138 à 12 400
PFC	6 630 à 11 100
CFC	4 660 à 13 900
HCFC	79 à 1 980

Source : 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC

TABLEAU 59 : TABLEAU DES PRINCIPAUX PRG A 100 ANS

Les GES ont un effet primordial sur la destruction de l'ozone stratosphérique, en particulier par l'action de composés chimiques à base de chlore et de brome, tels que les chlorofluorocarbones (CFC) ou les bromures de méthyle (CH<sub>3</sub>Br), résultant des activités humaines et participant ainsi à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique, notamment au-dessus des pôles. Cette couche naturelle limite l'arrivée de certains rayons ultra-violet néfastes pour notre santé et notre environnement.

En effet, une augmentation du flux de rayons UV atteignant la surface terrestre à la suite d'une diminution de la concentration en ozone dans la haute atmosphère pourrait avoir de graves conséquences sur les êtres vivants, à savoir :

- Pour l'environnement :
  - Réduction de la taille des feuilles ;
  - Diminution de la photosynthèse ;
  - Impact sur le rendement et la qualité des cultures ;
  - Disparition du plancton ;
- Pour l'homme :
  - Brûlures superficielles ;
  - Atteintes oculaires ;
  - Augmentation des cancers et vieillissement de la peau ;
  - Maladies du système immunitaire ;
  - ...

### 6.3.3 - Calcul des émissions de GES pour le réseau routier retenu

La méthodologie Copert 5.5 (cf. chapitre 3.1.2 - Évaluation des émissions routières) ne permet pas de calculer l'ensemble des émissions de Gaz à Effet de Serre induites par le trafic routier retenu. Dans ce chapitre, les émissions de dioxyde de carbone, de méthane et protoxyde d'azote sont calculées.

Les émissions routières des GES ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, pour l'**État initial** (EI<sub>22</sub>) à l'horizon 2022, pour le **Fil de l'eau** (FE<sub>38</sub> et FE<sub>58</sub>) et l'**État projeté** (EP<sub>38</sub> et EP<sub>58</sub>) aux horizons 2038 et 2058. Elles sont présentées dans le Tableau 60.

Le Tableau 61 présente les évolutions des émissions en dioxyde de carbone entre les différents scénarii. Les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre :

- L'État initial 2022 et le Fil de l'eau 2038 (noté (FE<sub>38</sub>-EI<sub>22</sub>)/EI<sub>22</sub>) ;
- Le Fil de l'eau 2038 et le Fil de l'eau 2058 (noté (FE<sub>58</sub>-FE<sub>38</sub>)/FE<sub>38</sub>) ;



- Le Fil de l'eau 2038 et l'État projeté 2058 (noté (EP<sub>58</sub>-FE<sub>38</sub>)/FE<sub>38</sub> ;
- Le Fil de l'eau 2058 et l'État projeté 2058 (noté (EP<sub>58</sub>-FE<sub>58</sub>)/FE<sub>58</sub>).

Emissions en kg/j	État initial		Fil de l'eau		État projeté	
	2022	2038	2038	2058	2038	2058
<b>CO2</b>	88 135.9	74 842.5	69 009.7	72 923.5	66 534.8	
<b>CH4</b>	1.5	1.1	0.8	1.2	0.8	
<b>N20</b>	3.8	2.7	2.3	2.7	2.3	
<b>Total (Bande d'étude)</b>	<b>88 137</b>	<b>74 844</b>	<b>69 010</b>	<b>72 925</b>	<b>66 536</b>	

TABLEAU 60 : BILAN DES EMISSIONS DES GES DU RESEAU ROUTIER ETUDIE (EN KG/JOUR)  
SOURCE : EGIS

Emissions en kg/j	Évolution			
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	(FE <sub>58</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>
<b>CO2</b>	-15%	-8%	-3%	-4%
<b>CH4</b>	-28%	-26%	12%	-3%
<b>N20</b>	-29%	-14%	-2%	-3%
<b>Total (Bande d'étude)</b>	<b>-15%</b>	<b>-8%</b>	<b>-3%</b>	<b>-4%</b>

TABLEAU 61 : ÉVOLUTION DES EMISSIONS DES GES ENTRE LES DIFFERENTS SCENARIOS  
SOURCE : EGIS

Ces résultats témoignent d'une diminution des émissions en GES (-15 %) entre l'État initial et le **Fil de l'eau 2038**. Cette évolution est directement liée aux effets positifs des améliorations technologiques des véhicules et des motorisations malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+4 % en 2038).

Entre le **Fil de l'eau 2038** et le **Fil de l'eau 2058**, les émissions en GES sont en diminution (-8 %), en lien avec l'évolution du parc roulant entre 2038 et 2050 (cf. 3.1.2 - Évaluation des émissions routières) et notamment le passage de l'ensemble des véhicules légers et la plupart des poids lourds en motorisation non thermique.

Les émissions en GES diminuent de -3 % entre le **Fil de l'eau 2038** et l'État projeté 2038. Cette diminution est directement corrélée avec la baisse du kilométrage parcouru (-2 %). À noter une augmentation des émissions en méthane qu'il convient de relativiser au regard des quantités très faibles émises (cf. Tableau 25).

En **2058**, les émissions en GES diminuent de -4 % entre le **Fil de l'eau** et l'État projeté. Cette diminution est liée à la diminution du kilométrage parcouru (-2 %). À noter la diminution de l'ensemble des GES qui peut s'expliquer par une motorisation 100 % électrique (cf. Tableau 25) des bus BHNS de TPM à cet horizon malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+68 %) de cette catégorie de véhicules.

## 6.4 - Consommation énergétique

Les calculs de consommation énergétique sont réalisés avec Copert 5.5 suivant la méthodologie précisée dans le chapitre 3.1.2 - Évaluation des émissions routières. Par conséquent, cette consommation est étroitement liée au parc roulant utilisé et les incertitudes sur la réalité de ce parc se reportent sur les résultats des calculs de consommation énergétique.

Les calculs ne prennent en compte que le réseau routier retenu. Les consommations énergétiques sont reportées dans le Tableau 62 et les évolutions des consommations énergétiques sont présentées dans le Tableau 63.

Groupe de tronçons	État initial	Fil de l'eau		État projeté	
	2022	2038	2058	2038	2058
<b>Centre commercial Grand-Var</b>	661	653	651	588	565
<b>Projet</b>	27 176	23 001	21 174	22 461	20 476
<b>Total (Bande d'étude)</b>	<b>27 837</b>	<b>23 654</b>	<b>23 049</b>	<b>21 042</b>	<b>21 042</b>

TABLEAU 62 : CONSOMMATION ENERGETIQUE (EN KG/JOUR)  
SOURCE : EGIS

Groupe de tronçons	Évolution			
	(FE <sub>38</sub> -El <sub>22</sub> )/El <sub>22</sub>	(FE <sub>58</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>38</sub> -FE <sub>38</sub> )/FE <sub>38</sub>	(EP <sub>58</sub> -FE <sub>58</sub> )/FE <sub>58</sub>
<b>Centre commercial Grand-Var</b>	-1%	-10%	-10%	-4%
<b>Projet</b>	-15%	-2%	-10%	-9%
<b>Total (Bande d'étude)</b>	<b>-15%</b>	<b>-3%</b>	<b>-11%</b>	<b>-9%</b>

TABLEAU 63 : ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES ENTRE LES DIFFERENTS SCENARIOS  
SOURCE : EGIS

Ces résultats témoignent d'une diminution des consommations énergétiques (-15 %) entre l'État initial et le **Fil de l'eau 2038**. Cette évolution est directement liée à l'évolution du parc roulant malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+4 % en 2038). Entre le **Fil de l'eau 2038** et le **Fil de l'eau 2058** les consommations énergétiques sont en diminution (-3 %), en lien avec l'évolution du parc roulant entre 2038 et 2050 et notamment le passage de l'ensemble des véhicules légers et la plupart des poids lourds en motorisation non thermique.

Les consommations énergétiques diminuent de -11 % entre le **Fil de l'eau** et l'État projeté 2038. Cette diminution est directement corrélée avec la baisse du kilométrage parcouru (-2 %). En **2058**, les consommations énergétiques diminuent de -9 % entre le **Fil de l'eau** et l'État projeté. Cette diminution est liée à la diminution du kilométrage parcouru (-2 %).



## 7 - LES MESURES ET LA DEMARCHE ERC « EVITER, REDUIRE, COMPENSER »

### 7.1 - Mesures envisagées pour réduire l'impact sur l'air et la santé

À l'échelle d'une infrastructure routière, les actions de lutte contre la pollution atmosphérique sont peu nombreuses et leurs périmètres d'influence restent limités à proximité des voies. On distingue usuellement deux types de mesure de réduction :

La **réduction des émissions polluantes** : limitation des vitesses (mesure dont l'impact est variable selon les polluants), réduction du trafic (par catégorie de véhicules, par tranche horaire, etc.) ;

La **réduction des impacts** : éloignement des zones d'habitats et des sites sensibles ; confinement de la pollution (insertion d'écrans acoustiques et végétalisés, adaptation des profils, etc.).

#### 7.1.1 - Les vitesses de circulation

Dans une étude réalisée en avril 2022<sup>14</sup>, le CEREMA montre l'influence de la vitesse des véhicules sur les émissions en polluants atmosphériques et en gaz à effet de serre.

L'étude se concentre sur les oxydes d'azote (NOx) et les PM10 émis par les véhicules particuliers, les véhicules utilitaires et les poids lourds. Les émissions en polluants sont comparées pour les parcs roulants de 2020, 2030, 2040 et 2050.

L'étude conclue :

- Aux alentours de 70 km/h pour un véhicule léger et 86 km/h pour un poids lourd, la vitesse moyenne correspond à un régime moteur optimal, pour lequel les émissions de polluants et la consommation de carburant sont minimales ;
- Pour des vitesses très faibles (inférieures à 30 km/h), les émissions et la consommation sont très élevées pour un véhicule léger et maximales pour un poids lourd ;
- Pour des vitesses élevées (dès 100 km/h), les émissions de NOx sont toujours supérieures à celles à très faible vitesse pour un véhicule léger.

La Figure 75 et la Figure 76 présentent les émissions en NOx en fonction de la vitesse pour les véhicules légers et les poids lourds.

Les calculs montrent également que les émissions en polluants (NOx et PM10) ont tendance à évoluer de moins en moins significativement en fonction des vitesses avec des parcs roulants à horizons lointains car les motorisations des véhicules sont de plus en plus propres.

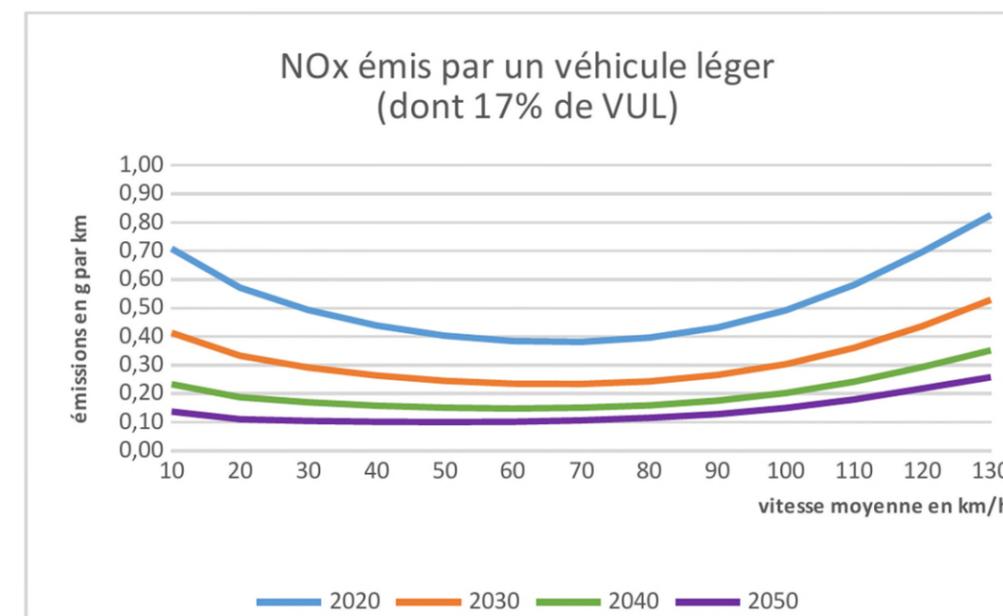


FIGURE 75 : ÉMISSIONS DE NOx D'UN VEHICULE LEGER EN FONCTION DE LA VITESSE  
SOURCE : ÉMISSIONS ROUTIERES DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES – COURBES ET FACTEURS D'INFLUENCE – CEREMA – AVRIL 2022

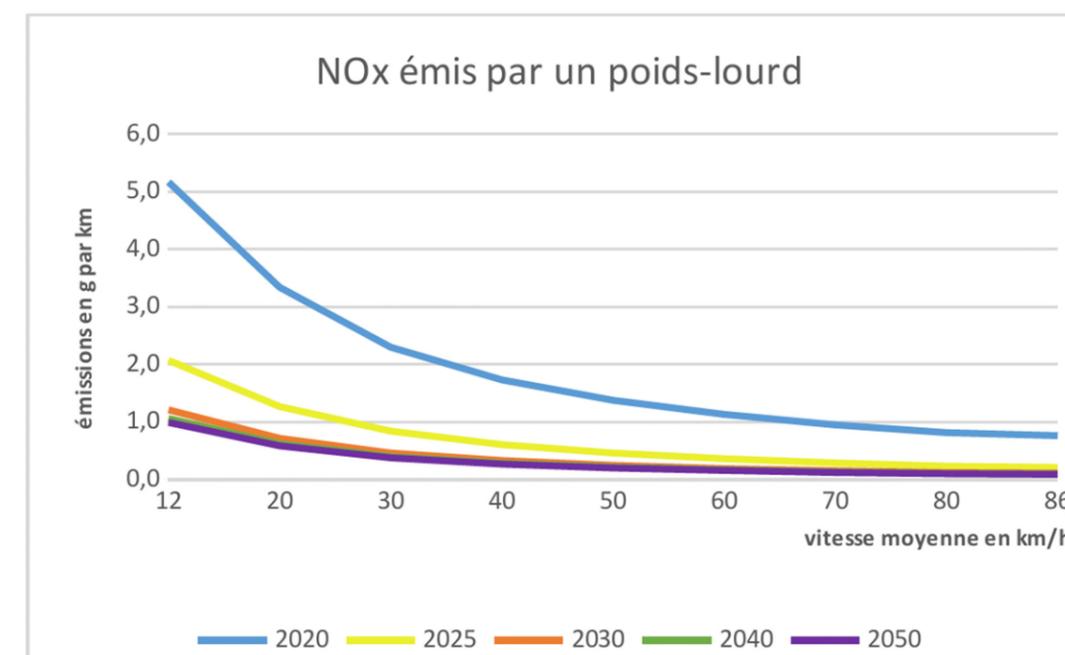


FIGURE 76 : ÉMISSIONS DE NOx D'UN POIDS Lourd EN FONCTION DE LA VITESSE  
SOURCE : ÉMISSIONS ROUTIERES DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES – COURBES ET FACTEURS D'INFLUENCE – CEREMA – AVRIL 2022

#### 7.1.2 - Autres mesures de réduction des impacts

Les écrans physiques tels que les remblais, les talus, les protections phoniques (écran, merlon, etc.) permettent de limiter la dispersion des polluants, de les confiner au niveau de la voie et/ou de les dévier. La végétation (écran végétalisé, plantation dense en bordure de voies, etc.) peut également contribuer à limiter et à « piéger » la pollution particulaire et gazeuse.

<sup>14</sup> Émissions routières des polluants atmosphériques – Courbes et facteurs d'influence – CEREMA – Avril 2021



Les écrans physiques peuvent entraîner une diminution des concentrations de 10 à 30 % à une distance de 70 à 100 m de la voie. Pour la végétation, les diminutions seraient de 10 à 40 % en fonction des végétaux et des conditions météorologiques.

Outre les écrans physiques, la photocatalyse permet de dégrader les oxydes d'azote, en présence de rayonnement UV et en contact avec un catalyseur, comme le dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>). Ce catalyseur doit être déposé ou mélangé au matériau constituant la surface de la voie ou des murs. Au contact du TiO<sub>2</sub>, les NOx vont se transformer en nitrates (NO<sub>3</sub>) qui se déposeront à la surface du revêtement traité et seront éliminés par un nettoyage (pluie ou jet d'eau).

## 7.2 - Mesures envisagées en phase chantier

En phase chantier, les principales sources d'émissions polluantes sont :

- Les émissions des moteurs thermiques des matériels roulants, compresseurs, groupes électrogènes, etc. ;
- Les rejets des centrales à bitume, centrales d'enrobage, etc. ;
- Les émissions de poussières produites par la circulation des engins, les mouvements des terres (notamment lors du terrassement) et les matériaux (transport, stockage, mise en œuvre) ;
- Les émissions de poussières issues des opérations d'épandage de liants hydrauliques ; ces poussières sont susceptibles de véhiculer des composés nocifs pour la santé.

Les émissions des matériels, compresseurs, etc. sont fortement dépendantes des stratégies qui seront mises en œuvre par les entreprises lors des travaux.

Les centrales font l'objet d'une procédure de déclaration ou d'autorisation qui imposent des valeurs limites à l'émission.

Les poussières produites lors de la phase de chantier sont susceptibles de se déposer sur les végétaux et les bâtiments situés à proximité. Elles peuvent être à l'origine de salissures sur les bâtiments, mais surtout de risques sanitaires par inhalation et par ingestion (contamination des végétaux et de la chaîne alimentaire). Pour limiter les émissions de poussière et leurs impacts, il est possible de prendre les mesures suivantes :

- Arroser de façon préventive, lors de conditions météorologiques défavorables (temps sec et venté) ;
- Choisir opportunément les lieux d'implantations des équipements et zones de stockage des matériaux en tenant compte des vents dominants et des zones urbanisées ;
- Éviter les opérations de traitement à la chaux ou aux liants hydrauliques et les opérations de chargement / déchargement des matériaux les jours de vents forts ;
- Mettre en place des dispositifs de protection (bâchage par exemple) au niveau des aires de stockage (permanentes ou temporaires) des matériaux susceptibles de générer des envols de poussières.

Rappelons que, conformément à la réglementation en vigueur, les brûlages de matériaux (emballages, plastiques, caoutchouc, etc.) sont interdits.

Au-delà, les travaux induisent souvent des nuisances olfactives causées par les centrales à bitumes, la réalisation des chaussées. Lors de la réalisation des chaussées, des émissions de COV se dégagent des enrobés à chaud générant des odeurs fortes, mais peu persistantes (quelques heures). Les nuisances engendrées par les centrales pourront être réduites en les éloignant autant que possible des zones d'habitations et en veillant au bon fonctionnement des appareils.



## 8 - MONÉTARISATION ET ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ET A L'EFFET DE SERRE

### 8.1 - Méthodologie

La monétarisation et l'analyse des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ont été réalisées conformément à la **Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport, aux fiches outils associées** (version du 1<sup>er</sup> octobre 2014) et le **rapport d'Alain Quinet de février 2019 – La valeur de l'action pour le climat**. Ces documents de référence ont été rédigés par la Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et par France Stratégie.

#### 8.1.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

La fiche outil intitulé **Effets sur la pollution locale de l'air<sup>15</sup>** avertit sur les limites de la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique.

Il est indiqué que « *les connaissances actuelles (données et outils disponibles) ne permettent pas de déterminer les pics de pollution, les variations saisonnières ou journalières de la pollution dues au projet* ».

Les résultats obtenus doivent davantage être lus comme des tendances plus que comme des valeurs formelles.

##### 8.1.1.1 - Valeurs de référence

La fiche outil du 3 mai 2019 intitulée **Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique** précise les valeurs de la pollution atmosphérique pour le mode routier devant être utilisées dans le calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique. Ces valeurs sont indiquées par type de véhicules et par densité d'urbanisation des territoires (cf. Tableau 64).

- les types de véhicules et carburants associés ;
- la densité de l'urbanisation ;
- le taux de croissance du PIB par tête.

€ <sub>2015</sub> /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VL essence	4.4	1.3	0.6	0.4	0.3
VL diesel	14.2	3.9	1.6	1.3	1.0
VL GPL	3.7	1.0	0.4	0.3	0.1
Utilitaire essence	6.3	1.8	0.7	0.5	0.3
Utilitaire diesel	20.2	5.7	2.5	2.0	1.8
PL diesel	133.0	26.2	12.4	6.6	4.4
Bus et cars	83.7	16.9	8.3	4.5	3.1

Source : Egis

TABLEAU 64 : VALEURS DE REFERENCE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE POUR LE MODE ROUTIER

<sup>15</sup> MEDDE - Fiche outil Effets sur la pollution de l'air – 01/10/14 – 3 Limites et précautions - page 2

<sup>16</sup> INSEE, Méthode de construction de la grille de densité (typologie européenne) mise en œuvre au PSAR AT16 - © Insee - Mars 2015

#### 8.1.1.2 - Répartition des véhicules et carburants aux horizons de l'étude

La répartition par type de véhicules est directement issue du parc roulant IFSTTAR 2022, défini à l'heure actuelle jusqu'en 2050. Cette répartition est présentée, pour les horizons d'étude 2022, 2038 et 2058, dans le Tableau 65.

Type de véhicules	État initial 2022	Fil de l'eau 2038	Fil de l'eau 2058	État projeté 2038	État projeté 2058
VL essence	42%	40%	56%	57%	56%
VL diesel	56%	46%	22%	29%	22%
VL GPL	1%	2%	2%	2%	2%
Utilitaire essence	3%	7%	27%	15%	27%
Utilitaire diesel	96%	92%	37%	67%	37%
PL diesel	100%	95%	89%	95%	89%
Bus diesel	80%	46%	26%	0%	0%
Bus biodiesel	0%	0%	1%	17%	0%
Bus CNG	15%	29%	34%	0%	0%

Source : Egis

TABLEAU 65 : REPARTITION DES VEHICULES ET CARBURANTS AUX HORIZONS DE L'ETUDE

#### 8.1.1.3 - Répartition de l'urbanisation aux horizons de l'étude

Les critères retenus pour la détermination de la densité d'urbanisation s'appuient sur la **Méthode de construction de la grille de densité (typologie européenne) mise en œuvre au PSAR AT<sup>16</sup>**. Ils tiennent également compte de la définition officielle de l'Unité urbaine<sup>17</sup> telle qu'elle est décrite par l'INSEE, l'IGN, le MEDDE.

Ces valeurs de surfaces s'obtiennent, sous SIG, par la détermination des secteurs urbanisés (Corine Land Cover, Open Street Map, numérisation) et l'affectation des populations légales (Insee). À défaut, il est possible d'utiliser la répartition de l'urbanisation (en ajoutant et en quantifiant les zones interurbaines) définies par l'INSEE<sup>18</sup>.

Les populations communales ont été estimées sur la base des données de population INSEE de 2020.

Les classes de densité retenues sont issues de la fiche outil concernant les **Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique** (paragraphe 3 – Externalités environnementales). Cette répartition est présentée dans le Tableau 66.

Classes de densité	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interrurbain
	> 4 500 hab/km <sup>2</sup>	1 500 à 4 500 hab/km <sup>2</sup>	450 à 1 500 hab/km <sup>2</sup>	37 à 450 hab/km <sup>2</sup>	< 37 hab/km <sup>2</sup>
Horizon 2022	66%	34%	0%	0%	0%
Horizon 2038	66%	34%	0%	0%	0%
Horizon 2058	66%	34%	0%	0%	0%

Source : Egis

TABLEAU 66 : REPARTITION DE L'URBANISATION DANS LA BANDE D'ETUDE

<sup>17</sup> INSEE - <http://insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/unite-urbaine.htm>

<sup>18</sup> INSEE - <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=zonages/grille-densite.htm>

#### 8.1.1.4 - Croissance du PIB

Les croissances du PIB sont fournies par la Banque Mondiale<sup>19</sup> pour les années 1961 à 2022, par la Commission Européenne<sup>20</sup> pour les années 2006 à 2022, et par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) jusqu'en 2025.

En l'absence de données prévisionnelles à utiliser pour les horizons prospectifs au-delà de 2020, le taux de croissance du PIB ne peut pas être intégré dans cette méthodologie.

La croissance du PIB n'a donc pas été considérée dans le cadre de cette évaluation. Cette absence de donnée n'entrave toutefois pas l'analyse comparative entre les États au **fil de l'eau 2038 et 2058** et les **États projetés 2038 et 2058**, puisqu'elle concerne les mêmes horizons d'étude.

#### 8.1.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre

Le calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre s'appuie sur les émissions de dioxyde de carbone pour l'ensemble des tronçons et des véhicules et sur le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> en €<sub>2018</sub> pour l'année considérée.

##### 8.1.2.1 - Valeurs de référence

Les valeurs de référence du prix de la tonne de dioxyde de carbone sont indiquées dans le rapport « La valeur de l'action pour le climat » d'Alain Quinet<sup>21</sup>.

##### 8.1.2.2 - Coûts de la tonne de CO<sub>2</sub> aux horizons d'étude

Les valeurs de référence du coût de la tonne de dioxyde de carbone sont présentées dans le Tableau 67.

Année	Coût de la tonne de CO <sub>2</sub>
2018	54 € <sub>2018</sub>
2030	250 € <sub>2018</sub>
2050	775 € <sub>2018</sub>

Source : Egis

TABLEAU 67 : VALEURS DE REFERENCE DE LA TONNE DE DIOXYDE DE CARBONE

À partir de ces valeurs de référence, des taux d'évolution annuel ont été déterminés pour la période 2018 – 2030, la période 2030 – 2040 et pour la période 2040 – 2050. Ils sont présentés dans le Tableau 68.

Le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> n'est pas déterminé pour les horizons antérieurs à 2018. Ainsi le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> pour ces horizons sera basé sur le coût en 2018 soit 54€<sub>2018</sub>.

Période	Taux d'évolution
2018 - 2030	14%
2030 - 2040	7%
2040 - 2050	4%

Source : Egis

TABLEAU 68 : TAUX D'ÉVOLUTION DU PRIX EN €2018 DE LA TONNE DE DIOXYDE DE CARBONE

Les coûts de la tonne de dioxyde d'azote en €<sub>2018</sub> pour les horizons concernés sont indiqués dans le Tableau 69.

Scénario	Année	Coût de la tonne de CO <sub>2</sub> en € <sub>2018</sub>
État initial	2022	76
Fil de l'eau / État projeté	2038	250
	2058	775

Source : Egis

TABLEAU 69 : COUT DE LA TONNE DE CO<sub>2</sub> EN €2018

#### 8.1.3 - Monétarisation des effets amont-aval

Ces coûts intègrent la prise en charge des externalités, à savoir la production et la distribution des énergies, la fabrication, la maintenance et le retrait des véhicules, ainsi que la construction, la maintenance et la fin de vie de l'infrastructure.

Les valeurs tutélaires des émissions atmosphériques, précisées dans la fiche outil **Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique**, sont données dans le Tableau 70.

Les valeurs pour l'étude sont calculées à partir des valeurs tutélaires et du kilométrage parcouru.

Transport routier	VL	0.90
	Utilitaire	1.14
	PL	2.96
	Bus - Car	2.83

Source : Egis

TABLEAU 70 : VALEURS TUTELAIRES DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES EN €2010 POUR 100 VEH.KM

#### 8.1.4 - Prise en compte des risques

La monétarisation intègre la notion de risques pouvant affectés les effets du projet.

D'origines multiples, physiques (aléas naturels, industriels, malveillance) ou économiques (coûts, croissance, prix relatifs, etc.), ces risques sont classés en :

- Risques non systémiques (données insuffisamment fiables, erreurs d'estimation des coûts...) dont l'évaluation n'intervient pas dans la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ;
- Risques systémiques (contexte macro-économique, prix de l'énergie...) qui sont évalués dans la monétarisation.

La prise en compte du risque systémique est réalisée par la méthode de calcul élémentaire qui consiste à « évaluer l'ensemble des coûts et avantages du projet dans un scénario de contexte macro-économique unique (dit 'tendanciel') »<sup>22</sup>. Le taux d'actualisation est alors fixé à 4,5 %.

Toutefois, comme les projets concernant les trajets de longues distances sont réputés plus risqués que les projets locaux, le rapport Quinet introduit un facteur risque qui implique la prise en compte d'un taux variable en fonction du type de projet.

Le rapport propose d'introduire la notion de risque dans le taux d'actualisation (méthode dite du dénominateur). En pratique il s'agit de considérer un taux d'actualisation selon la formule suivante :

$$r = rf + \phi\beta$$

Avec :

publiques – Alain Quinet – Février 2019

<sup>22</sup> MEDDE – Prise en compte des risques dans l'analyse monétarisée - 01/10/14 - 3. Prise en compte des risques systémiques dans l'analyse monétarisée - page 5

<sup>19</sup> Banque Mondiale - <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.KD.ZG>

<sup>20</sup> Commission européenne - [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Real\\_GDP\\_growth\\_2006-2016\\_\(%25\\_change\\_compared\\_with\\_the\\_previous\\_year;\\_%25\\_per\\_annum\)\\_YB17-fr.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Real_GDP_growth_2006-2016_(%25_change_compared_with_the_previous_year;_%25_per_annum)_YB17-fr.png)

<sup>21</sup> La valeur de l'action pour le climat – Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques



- r taux d'actualisation risqué propre au projet ;
- rf taux sans risque de 2,5 % passant à 1,5 % au-delà de 2070 ;
- φ prime de risque du projet, de 2 % passant à 3 % au-delà de 2070 ;
- β corrélation entre la valeur du projet et le PIB.

On distingue trois types de corrélation β en fonction :

- Du gain de temps et qui ne concerne pas la présente monétarisation ;
- Des coûts de construction et fixée à 0,5 par défaut dans le rapport Quinet<sup>23</sup> ;
- Des effets carbone et fixée à 1 par défaut dans le rapport Quinet<sup>24</sup>.

Les taux d'actualisation utilisés pour la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont-aval sont présentés dans le Tableau 71.

Actualisation	État initial	Fil de l'eau et État projeté	Fil de l'eau et État projeté
Horizon	2022	2038	2058
Pollution atmosphérique	3.5%	3.5%	3.5%
Gaz à effet de serre	4.5%	4.5%	4.5%
Effets amont - aval	3.5%	3.5%	3.5%

Source : Egis

TABLEAU 71 : TAUX D'ACTUALISATION DES RISQUES LIES A LA CONSTRUCTION

## 8.2 - Résultats de la monétarisation

### 8.2.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique sont présentés dans le Tableau 72.

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une diminution annuelle de -3,6 k€ à l'horizon 2038, de -0.8 k€ à l'horizon 2058, en lien avec les évolutions du kilométrage parcouru du trafic routier du fait de la réalisation du projet de BHNS de TPM.

Coût annuel en k€	État initial		Fil de l'eau		État projeté		Ecart relatif (en %) (FE-EI)/EI		Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE	
	EI2022	FE2038	FE2058	EP2038	EP2058	2038	2058	2038	2058	
VL	10.8	5.7	2.7	4.4	2.6	-47%	-75%	-23%	-3%	
Utilitaires	9.1	5.5	1.8	4.1	1.8	-39%	-80%	-26%	-3%	
PL	4.7	2.8	1.8	2.7	1.8	-41%	-62%	-3%	-3%	
<b>Total</b>	<b>27.3</b>	<b>15.3</b>	<b>7.0</b>	<b>11.7</b>	<b>6.1</b>	<b>-44%</b>	<b>-74%</b>	<b>-24%</b>	<b>-12%</b>	

Source : Egis

TABLEAU 72 : MONETARISATION DES COUTS ANNUELS LIES A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

### 8.2.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre

Les coûts collectifs liés à l'effet de serre sont présentés dans le Tableau 73.

Coût annuel en k€ <sub>2018</sub>	État initial		Fil de l'eau		État projeté		Ecart relatif (en %) (FE-EI)/EI		Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE	
	EI2022	FE2038	FE2058	EP2038	EP2058	2038	2058	2038	2058	
Gaz à effet de serre	3 011	5 512	9 284	5 371	8 951	83%	208%	-3%	-4%	

Source : Egis

TABLEAU 73 : MONETARISATION DES COUTS COLLECTIFS ANNUELS LIES A L'EFFET DE SERRE

La monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre permet d'estimer une diminution annuelle de 141 k€ à l'horizon 2038 et de 333 k€ à l'horizon 2058, en lien avec la diminution du kilométrage parcouru du fait de la réalisation du projet de BHNS de TPM.

### 8.2.3 - Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont-aval

Les coûts collectifs liés aux effets amont-aval sont présentés dans le Tableau 74.

Coût annuel en k€	État initial		Fil de l'eau		État projeté		Ecart relatif (en %) (FE-EI)/EI		Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE	
	EI2022	FE2038	FE2058	EP2038	EP2058	2038	2058	2038	2058	
VL	1.314	0.817	0.566	0.792	0.550	-38%	-57%	-3%	-3%	
Utilitaires	0.706	0.439	0.305	0.426	0.296	-38%	-57%	-3%	-3%	
PL	0.145	0.090	0.063	0.088	0.061	-38%	-57%	-3%	-3%	
Bus - Car	0.128	0.074	0.049	0.124	0.091	-43%	-62%	68%	86%	
<b>Total</b>	<b>2.294</b>	<b>1.421</b>	<b>0.983</b>	<b>1.430</b>	<b>0.998</b>	<b>-38%</b>	<b>-57%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	

Source : Egis

TABLEAU 74 : MONETARISATION DES COUTS COLLECTIFS LIES AUX EFFETS AMONT-AVAL

La monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont-aval permet d'estimer une augmentation annuelle de 0,01k€ à l'horizon 2038 et de 0,015 k€ à l'horizon 2058, en lien avec l'augmentation du nombre de bus aux États projetés du fait du projet de BHNS de TPM.

<sup>23</sup> Commissariat général à la stratégie et à la prospective – Évaluation socio-économique des investissements publics – rapport de la mission présidée par Émile Quinet – Chapitre 1 – 3.5.3. Les considérants concernant le système d'actualisation – page 82

<sup>24</sup> Commissariat général à la stratégie et à la prospective – Évaluation socio-économique des investissements publics – rapport de la mission présidée par Émile Quinet – Chapitre 1 – 9.2. Comment envisager la révision 2013 – page 123



## 8.2.4 - Synthèse

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont-aval sont cumulés dans le Tableau 75.

Coût annuel en k€	État initial			État projeté		Ecart relatif (en %) (FE-EI)/EI		Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE	
	EI2022	FE2038	FE2058	EP2038	EP2052	2038	2058	2038	2058
VL	10.8	5.7	2.7	4.4	2.6	-47%	-75%	-23%	-3%
Pollution de l'air									
Utilitaires	9.1	5.5	1.8	4.1	1.8	-39%	-80%	-26%	-3%
PL	4.7	2.8	1.8	2.7	1.8	-41%	-62%	-3%	-3%
Effet de serre	3011.2	5511.8	9283.5	5371.0	8950.7	83%	208%	-3%	-4%
Effets Amont - Aval	2.3	1.4	1.0	1.4	1.0	-38%	-57%	1%	2%
<b>Total en k€</b>	<b>3 038</b>	<b>5 527</b>	<b>9 291</b>	<b>5 384</b>	<b>8 958</b>	<b>82%</b>	<b>206%</b>	<b>-2.6%</b>	<b>-4%</b>

Source : Egis

TABLEAU 75 : SYNTHÈSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE, À L'EFFET DE SERRE ET AUX EFFETS AMONT-AVAL

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont-aval permet d'estimer une diminution annuelle de 144 k€ à l'horizon 2038 et de 334 k€ à l'horizon 2058, du fait du projet de BHNS de TPM. À noter que l'effet de serre est principalement responsable de la diminution des coûts collectifs totaux (99 % pour chaque horizon d'étude)

Ces résultats sont principalement liés à l'évolution du kilométrage parcouru.



## 9 - CONCLUSION

Le projet de BHNS de TPM se situe dans un environnement caractérisé principalement par des espaces urbains avec une densité de population relativement élevée. Dans la bande d'étude définie le long du tracé du projet et autour de chaque voie du réseau routier retenu potentiellement impactée, 112 établissements vulnérables ont été recensés.

À proximité du projet, l'AASQA ATMOSud dispose de quatre stations permanentes de mesures en fond urbain, périurbain et de proximité trafic : la station trafic Toulon Foch, la station en fond urbain Toulon Claret, la station en fond urbain La Seyne Genoud et la station en fond périurbain La Valette situées au sein du projet et entre 100 m et 200 m du projet.

Les teneurs moyennes annuelles mesurées respectent les normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote, les PM10 et PM2,5 en 2021, 2022 et 2023.

À noter que la station Toulon Foch (site trafic) dépasse les valeurs limites réglementaires applicables en 2030 pour le dioxyde d'azote ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et PM10 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 2021, 2022 et 2023. La station Toulon Claret dépasse les valeurs limites réglementaires de 2030 pour les PM10 en 2021, 2022 et 2023.

Les seuils recommandés par l'OMS sont dépassés pour le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2,5.

Afin de caractériser plus finement la qualité de l'air à proximité du projet, deux campagnes de mesures ont été réalisées en octobre-novembre 2021 et avril-mai 2022.

Au regard des résultats de la campagne de mesures, la qualité de l'air est moyenne à dégradée en fonction des ambiances des sites de mesures. Les teneurs moyennes en dioxyde d'azote s'élèvent à  $37,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant les campagnes de mesures en proximité routière. Les valeurs réglementaires sont dépassées sur 6 des 18 sites de mesures en proximité routière.

En fond urbain, les valeurs limites réglementaires sont respectées mais restent élevées. Les teneurs des sites 08 et 29 s'élèvent à  $33,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $32,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant les deux campagnes de mesures. En moyenne, les teneurs en dioxyde s'élèvent à  $24,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

À noter que les valeurs limites réglementaires en dioxyde d'azote applicables en 2030 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont dépassées sur l'ensemble des sites exceptés les sites 05, 24, 25, 26 et 27.

Le seuil recommandé par l'OMS ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est dépassé sur tous les sites.

Concernant les autres polluants mesurés, qui disposent de valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air (benzène, 1,3-butadiène, PM10, PM2,5, les métaux (arsenic, nickel), le benzo(a)pyrène et HAP), leurs concentrations moyennes respectent les normes en vigueur.

Ainsi, au regard des résultats des campagnes de mesures menées en octobre-novembre 2021 et avril-mai 2022, la qualité de l'air est globalement moyenne à dégradée sur la zone d'étude.

Le projet de BHNS de TPM a pour impact la diminution globale du kilométrage parcouru de l'ordre de -2 % par rapport aux horizons sans projet, en 2038 et 2058.

Globalement, les évolutions des émissions entre le Fil de l'eau et l'État projeté sont faibles et cohérentes avec la diminution du kilométrage parcouru du réseau routier global (-1 % et -2 %).

L'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air a été menée avec le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Roads.

Au regard des résultats obtenus, les teneurs maximales en dioxyde d'azote dépassent la valeur limite réglementaire de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'état initial 2022, Fil de l'eau et État projeté 2038. Toutefois, ces concentrations maximales évoluent favorablement au Fil du temps avec une réduction d'environ 36 % et 48 % entre l'État initial et État projeté pour les horizons 2038 et 2058.

Le projet réduira les concentrations moyennes en dioxyde d'azote de l'ensemble de la zone d'étude avec et sans projet.

Les teneurs maximales en PM10 respectent la valeur limite réglementaire de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et l'objectif de qualité ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) quel que soit l'horizon d'étude.

Les teneurs maximales en PM2,5 respectent la valeur limite réglementaire de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mais dépassent l'objectif de qualité ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour tous les horizons d'étude les scénarios avec et sans projet.

Pour tous les autres polluants, les valeurs limites réglementaires sont respectées.

**Ainsi aux horizons 2038 et 2058, la réalisation du projet de BHNS de TPM ne sera pas à l'origine de dépassements des normes de la qualité de l'air et provoquera une réduction des concentrations moyennes pour le dioxyde d'azote.**

**Le projet de BHNS de TPM aura un impact peu significatif sur la qualité de l'air.**

Sur la base des trafics considérés et du calcul de l'Indice Pollution-Population (IPP), indicateur sanitaire simplifié, le projet de BHNS de TPM induirait une faible diminution de l'exposition des populations présentes dans la bande d'étude pour le dioxyde d'azote à l'horizon 2058.

**Près de 850 habitants** sont impactés par des teneurs supérieures aux valeurs limites réglementaires ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dioxyde d'azote à l'état initial.

Entre les horizons 2038 et 2058, les proportions d'habitants impactés par des concentrations en dioxyde d'azote supérieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (projet de valeur limite de l'Union européenne en dioxyde d'azote applicable en 2030) diminueraient d'environ -33 % en 2038 et de -50 % pour les scénarios avec projet en 2058 par rapport à l'État initial.



À noter que le nombre d'habitants impactés par des teneurs supérieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  serait en recul de 1 à 2% pour les scénarios avec projet par rapport aux scénarios sans projet pour les horizons 2038 et 2058.

À l'horizon 2038, pour les scénarios avec et sans projet, 72 à 74 % des habitants sont impactés par des teneurs inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

À l'horizon 2058, pour les scénarios avec et sans projet, 93 à 94 % des habitants sont impactés par des teneurs inférieures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**La réalisation du projet de BHNS de TPM n'induit pas de risque sanitaire supplémentaire pour les effets chroniques à seuil ou sans seuil par inhalation ou par ingestion, ni pour les effets aigus par inhalation.**

Aucun risque à seuil par inhalation ou par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations situées dans la bande d'étude du projet aux horizons futurs (sans et avec projet). Néanmoins, quel que soit l'état considéré (2022, 2038 et 2058), les teneurs inhalées dépassent la valeur guide de l'OMS pour le dioxyde d'azote et les PM<sub>2,5</sub>. Des dépassements sont également constatés pour les PM<sub>10</sub> au droit de la micro-crèche les Malicieux d'Appert, du Groupe scolaire Jules Muraire dit Raimu (école primaire) et des riverains les plus impactés.

Globalement, sur toute la zone d'étude, les valeurs de fond du dioxyde d'azote et des PM<sub>2,5</sub> dépassent les valeurs guides de l'OMS et la valeur de fond des PM<sub>10</sub> atteint presque 90 % de la recommandation OMS. De facto, ces dépassements ne sont pas liés à la réalisation du projet.

Le risque cancérogène lié à une exposition chronique peut être qualifié d'acceptable pour les populations vulnérables étudiées, quelle que soit la substance prise individuellement.

En exposition aiguë, aucun risque sanitaire n'est susceptible de se produire pour les populations vulnérables étudiées, quelle que soit la substance considérée et quel que soit le scénario étudié.

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont-aval permet d'estimer une diminution annuelle de 144 k€ à l'horizon 2038 et de 334 k€ à l'horizon 2058, du fait du projet de BHNS de TPM. À noter que l'effet de serre est principalement responsable de la diminution des coûts collectifs totaux (99 % pour chaque horizon d'étude)

Ces résultats sont principalement liés à l'évolution globale du kilométrage parcouru.



## 10 - ANNEXES

### 10.1 - Données trafics

TABLEAU 76 : TRAFIC ROUTIER – ÉTAT INITIAL 2022

Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
A50	322	Tr322	1.51	41 126	1 024	0	96
	323	Tr323	1.61	38 942	970	0	99
	324	Tr324	0.07	26 267	654	0	103
	325	Tr325	0.78	25 040	623	0	104
	326	Tr326	0.88	26 267	654	0	103
	327	Tr327	0.46	32 134	801	0	102
	328	Tr328	0.41	29 399	732	0	103
	329	Tr329	0.25	39 115	974	0	78
	330	Tr330	0.35	46 493	1 158	0	74
	331	Tr331	0.63	39 115	974	0	99
	332	Tr332	0.56	46 493	1 158	0	94
	333	Tr333	0.01	46 493	1 158	0	90
	334	Tr334	0.01	39 115	974	0	96
	335	Tr335	0.16	36 141	900	0	80
	336	Tr336	0.04	40 698	1 014	0	78
	337	Tr337	0.69	40 698	1 014	0	78
	338	Tr338	0.35	32 176	802	0	47
	339	Tr339	0.08	22 619	563	228	59
	340	Tr340	0.16	24 044	599	221	59
	341	Tr341	0.22	51 466	1 282	0	77
	342	Tr342	0.39	45 754	1 139	0	73
	343	Tr343	0.16	51 463	1 282	0	68
	344	Tr344	0.17	52 312	1 303	0	70
	345	Tr345	0.08	52 312	1 303	0	70
	346	Tr346	0.59	53 516	1 333	0	70
	347	Tr347	0.01	52 312	1 303	0	70
	348	Tr348	0.12	32 176	802	0	47
	349	Tr349	0.12	23 544	586	0	60
	350	Tr350	0.32	21 191	528	0	83
	351	Tr351	0.15	55 721	1 388	0	70
	352	Tr352	0.10	23 544	586	0	60
	353	Tr353	0.14	23 544	586	0	60
	354	Tr354	0.41	36 141	900	0	80



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
A57	355	Tr355	0.68	61 337	1 528	60	81
	356	Tr356	0.58	63 021	1 569	97	66
	357	Tr357	0.23	32 176	802	0	47
	358	Tr358	0.64	65 514	1 631	195	66
	359	Tr359	0.66	66 578	1 658	97	63
	360	Tr360	0.12	59 731	1 488	97	67
	361	Tr361	0.16	56 526	1 408	100	74
	362	Tr362	0.03	59 731	1 488	97	67
	363	Tr363	0.73	51 892	1 293	7	81
	364	Tr364	0.62	43 977	1 095	7	86
	365	Tr365	0.71	51 991	1 295	97	73
	366	Tr366	0.57	58 785	1 464	97	62
	367	Tr367	0.42	47 920	1 193	100	78
	368	Tr368	0.58	55 111	1 373	100	68
	369	Tr369	0.05	55 111	1 373	100	67
	370	Tr370	1.09	47 088	1 172	7	85
	371	Tr371	0.34	47 088	1 172	7	85
	372	Tr372	0.30	35 278	879	7	91
	373	Tr373	0.10	56 891	1 417	7	60
	374	Tr374	0.26	43 977	1 095	7	79
	375	Tr375	0.32	50 829	1 266	7	81
	376	Tr376	0.03	60 379	1 504	7	63
	377	Tr377	0.34	16 753	417	0	81
	378	Tr378	0.41	16 753	417	0	81
	379	Tr379	0.62	28 002	697	0	99
	380	Tr380	0.67	26 800	667	0	99
	381	Tr381	0.47	47 088	1 172	7	94
	382	Tr382	0.25	45 860	1 142	7	86
	383	Tr383	1.36	45 860	1 142	7	85
	384	Tr384	0.06	16 753	417	0	81
	385	Tr385	0.11	35 837	893	7	80
	386	Tr386	0.23	22 749	566	7	105
	387	Tr387	0.16	36 335	905	7	102
	388	Tr388	0.13	35 837	893	7	66
	389	Tr389	0.02	35 837	893	7	102
	390	Tr390	0.02	36 335	905	7	94
	391	Tr391	0.02	35 837	893	7	80
	392	Tr392	0.02	36 335	905	7	102
	393	Tr393	0.18	22 516	561	7	102
	394	Tr394	0.03	22 749	566	7	102
	395	Tr395	0.03	22 516	561	7	102
	396	Tr396	3.34	28 016	697	7	100
397	Tr397	3.33	27 229	678	7	99	
398	Tr398	0.18	22 749	566	7	102	
399	Tr399	0.17	22 516	561	7	105	
400	Tr400	0.07	27 229	678	7	99	
401	Tr401	0.06	26 731	665	7	100	
402	Tr402	0.00	26 731	665	7	100	
403	Tr403	0.00	27 229	678	7	99	
404	Tr404	0.02	22 749	566	7	102	
405	Tr405	0.02	22 516	561	7	102	
406	Tr406	0.05	22 516	561	7	102	
407	Tr407	0.05	22 749	566	7	102	
408	Tr408	0.67	45 279	1 127	0	108	
409	Tr409	0.48	41 934	1 044	0	87	
410	Tr410	0.33	43 553	1 085	0	69	
411	Tr411	0.93	59 731	1 488	97	68	
412	Tr412	1.21	56 526	1 408	100	75	

Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
Centre commercial Grand-Var	264	Tr264	0.02	4 140	71	0	22
	265	Tr265	0.02	1 302	22	0	26
	266	Tr266	0.02	4 393	75	0	22
	267	Tr267	0.14	2 937	50	0	26
	268	Tr268	0.03	5 611	96	0	23
	269	Tr269	0.04	4 653	80	0	24
	270	Tr270	0.02	1 302	22	0	26
	271	Tr271	0.05	6 336	109	0	24
	272	Tr272	0.08	6 336	109	0	24
	273	Tr273	0.13	2 937	50	0	26
	280	Tr280	0.09	4 896	84	0	25
	283	Tr283	0.10	1 702	29	0	27
	284	Tr284	0.10	2 252	39	0	26
	285	Tr285	0.11	563	10	0	28
	286	Tr286	0.05	2 689	46	0	25
	287	Tr287	0.05	3 398	58	0	27
	288	Tr288	0.08	6 617	114	0	21
	289	Tr289	0.09	7 699	132	0	23
	290	Tr290	0.11	5 928	102	0	24
	291	Tr291	0.07	5 462	94	0	23
	292	Tr292	0.16	5 040	86	0	23
	293	Tr293	0.06	895	15	0	27
	294	Tr294	0.10	1 428	25	0	27
	309	Tr309	0.03	6 826	117	0	23
	310	Tr310	0.19	521	9	0	27
	417	Tr417	0.03	0	0	0	0
	418	Tr418	0.07	11 742	293	0	19
	419	Tr419	0.11	9 032	224	0	21
	420	Tr420	0.01	0	0	0	0
	421	Tr421	0.04	0	0	0	0



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
	1	Tr01	0.51	16 125	356	102	28
	2	Tr02	0.05	6 868	177	92	36
	3	Tr03	0.05	20 787	524	960	20
	4	Tr04	0.09	6 133	135	221	43
	5	Tr05	0.24	13 979	309	0	45
	6	Tr06	0.36	13 166	291	0	44
	7	Tr07	0.26	37 770	709	416	24
	8	Tr08	0.20	11 037	352	219	26
	9	Tr09	0.10	32 123	709	510	22
	10	Tr10	0.08	32 438	716	466	23
	11	Tr11	0.03	30 995	684	255	23
	12	Tr12	0.02	29 536	652	205	25
	13	Tr13	0.03	31 447	694	255	23
	14	Tr14	0.01	32 350	714	255	22
	15	Tr15	0.01	32 539	718	255	22
	16	Tr16	0.23	14 044	395	116	29
	17	Tr17	0.18	15 904	351	116	44
	18	Tr18	0.30	13 388	296	116	45
Projet	19	Tr19	0.16	17 520	442	116	29
	20	Tr20	0.05	20 757	523	116	28
	21	Tr21	0.07	17 127	432	116	29
	22	Tr22	0.06	17 704	447	116	29
	23	Tr23	0.04	8 763	193	264	27
	24	Tr24	0.06	13 912	351	116	29
	25	Tr25	0.04	9 959	252	129	29
	26	Tr26	0.01	10 679	235	211	25
	27	Tr27	0.36	15 143	335	116	44
	28	Tr28	0.23	19 355	427	238	26
	29	Tr29	0.05	14 485	320	194	27
	30	Tr30	0.01	16 532	365	223	25
	31	Tr31	0.12	5 561	143	331	27
	32	Tr32	0.11	5 618	145	430	27
	33	Tr33	0.06	14 141	313	255	22
	34	Tr34	0.02	15 925	352	349	23
	35	Tr35	0.01	11 007	243	255	22
	36	Tr36	0.04	15 925	352	349	23
	37	Tr37	0.02	5 625	124	296	28



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
	38	Tr38	0.01	6 163	159	331	26
	39	Tr39	0.44	1 414	36	115	29
	40	Tr40	0.06	568	15	0	29
	41	Tr41	0.31	42 288	1 032	306	26
	42	Tr42	0.12	44 039	1 110	306	25
	43	Tr43	0.03	23 373	589	151	26
	44	Tr44	0.13	40 083	1 011	306	26
	45	Tr45	0.16	26 601	671	306	26
	46	Tr46	0.31	23 783	600	306	26
	47	Tr47	0.04	9 560	241	204	50
	48	Tr48	0.33	6 380	165	78	39
	49	Tr49	0.02	3 188	82	39	38
	50	Tr50	0.02	3 188	82	39	38
	51	Tr51	0.03	5 777	149	78	39
	52	Tr52	0.03	2 194	55	130	52
	53	Tr53	0.29	8 419	212	130	51
	54	Tr54	0.03	13 563	342	59	50
	55	Tr55	0.02	8 400	211	39	51
Projet	56	Tr56	0.02	19 596	494	79	46
	57	Tr57	0.03	15 757	398	219	43
	58	Tr58	0.28	10 512	392	359	48
	59	Tr59	0.00	4 045	102	359	57
	60	Tr60	0.01	9 897	249	359	57
	61	Tr61	0.02	9 897	249	359	57
	62	Tr62	0.06	9 849	248	359	59
	63	Tr63	0.01	9 793	246	359	50
	64	Tr64	0.08	13 635	344	230	37
	65	Tr65	0.05	11 579	292	359	35
	66	Tr66	0.04	11 478	290	359	35
	67	Tr67	0.02	11 954	302	359	35
	68	Tr68	0.02	10 636	269	359	35
	69	Tr69	0.28	27 356	764	306	25
	70	Tr70	0.06	7 570	191	155	24
	71	Tr71	0.05	5 370	135	306	47
	72	Tr72	0.02	28 270	713	306	25
	73	Tr73	0.03	5 542	139	306	47
	74	Tr74	0.05	7 750	195	221	24



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
	75	Tr75	0.02	7 750	195	221	24
	76	Tr76	0.34	13 872	350	230	37
	77	Tr77	0.15	0	0	0	0
	78	Tr78	0.15	181	5	0	29
	79	Tr79	0.04	3	0	0	36
	80	Tr80	0.02	17 316	437	391	19
	81	Tr81	0.05	15 927	402	501	24
	82	Tr82	0.06	21 016	530	629	13
	83	Tr83	0.04	16 060	405	569	23
	84	Tr84	0.08	8 529	188	440	30
	85	Tr85	0.05	756	17	220	18
	86	Tr86	0.09	20 562	519	415	30
	87	Tr87	0.07	31 301	790	567	28
	88	Tr88	0.10	9 763	246	152	38
	89	Tr89	0.11	818	18	220	23
	90	Tr90	0.02	26 345	664	507	30
	91	Tr91	0.04	7 197	159	255	18
	92	Tr92	0.03	7 929	303	440	18
	93	Tr93	0.03	2 529	56	220	18
	94	Tr94	0.05	8 664	191	440	17
	95	Tr95	0.02	9 020	199	440	31
	96	Tr96	0.07	4 944	128	141	37
Projet	97	Tr97	0.02	5 304	137	92	36
	98	Tr98	0.15	4 993	129	92	37
	99	Tr99	0.10	15 752	348	292	30
	100	Tr100	0.01	21 077	531	1 788	20
	101	Tr101	0.05	13 301	294	460	45
	102	Tr102	0.05	4 013	85	180	38
	103	Tr103	0.06	10 443	215	180	36
	104	Tr104	0.08	10 134	414	435	28
	105	Tr105	0.19	10 495	231	435	47
	106	Tr106	0.08	10 489	231	435	43
	107	Tr107	0.01	10 170	224	435	43
	108	Tr108	0.34	14 040	354	230	37
	109	Tr109	0.04	14 398	363	295	37
	110	Tr110	0.01	13 513	341	295	38
	111	Tr111	0.11	9 948	219	435	28
	112	Tr112	0.26	13 658	345	360	37
	113	Tr113	0.02	9 954	219	435	47
	114	Tr114	0.08	11 017	217	346	35
	115	Tr115	0.04	3 709	82	115	38
	116	Tr116	0.05	4 295	95	58	28
	117	Tr117	0.03	3 592	79	115	39
	118	Tr118	0.03	4 654	103	214	28
	119	Tr119	0.06	11 170	246	346	35

Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
	120	Tr120	0.06	13 790	305	460	43
	121	Tr121	0.09	15 749	348	460	43
	122	Tr122	0.03	15 274	338	460	43
	123	Tr123	0.04	11 497	254	458	25
	124	Tr124	0.11	9 254	204	230	38
	125	Tr125	0.02	17 428	385	460	43
	126	Tr126	0.01	14 918	330	460	43
	127	Tr127	0.02	15 566	344	460	43
	128	Tr128	0.06	17 288	382	460	43
	129	Tr129	0.04	9 416	207	230	42
	130	Tr130	0.01	17 581	388	460	43
	131	Tr131	0.03	17 891	395	460	43
	132	Tr132	0.05	10 748	237	230	41
	133	Tr133	0.04	17 018	376	451	19
	134	Tr134	0.07	15 853	350	230	34
	135	Tr135	0.10	13 114	290	458	24
	136	Tr136	0.01	14 745	326	451	21
	137	Tr137	0.07	21 363	539	1 328	22
	138	Tr138	0.06	22 073	557	1 042	20
	139	Tr139	0.04	21 835	551	1 042	21
	140	Tr140	0.01	18 410	464	851	26
	141	Tr141	0.06	21 581	544	1 042	21
	142	Tr142	0.04	21 320	538	1 166	22
	143	Tr143	0.08	21 527	543	1 328	21
	144	Tr144	0.05	21 343	538	1 788	20
	145	Tr145	0.07	21 159	534	1 328	19
	146	Tr146	0.10	20 996	529	1 788	20
	147	Tr147	0.05	12 735	282	390	28
	148	Tr148	0.12	22 108	557	1 540	19
Projet	149	Tr149	0.06	20 129	508	1 561	20
	150	Tr150	0.12	21 242	536	1 561	20
	151	Tr151	0.02	21 068	531	1 561	20
	152	Tr152	0.02	20 067	506	1 561	21
	153	Tr153	0.09	20 783	524	1 561	20
	154	Tr154	0.23	22 197	560	960	18
	155	Tr155	0.01	23 067	582	1 417	17
	156	Tr156	0.07	12 793	283	390	28
	157	Tr157	0.03	14 986	331	452	26
	158	Tr158	0.04	13 242	293	452	28
	159	Tr159	0.03	12 026	266	421	29
	160	Tr160	0.00	14 393	318	421	28
	161	Tr161	0.02	12 992	287	452	27
	162	Tr162	0.02	12 786	283	452	28
	163	Tr163	0.09	13 582	300	452	28
	164	Tr164	0.03	14 087	311	452	27
	165	Tr165	0.08	13 793	305	452	28
	166	Tr166	0.09	14 921	330	452	26
	167	Tr167	0.01	14 154	313	452	27
	168	Tr168	0.07	16 259	359	292	29
	169	Tr169	0.12	14 561	322	292	31
	170	Tr170	0.08	13 568	300	292	32
	171	Tr171	0.06	14 511	321	292	31
	172	Tr172	0.10	15 285	338	292	30
	173	Tr173	0.02	16 020	354	292	30
	174	Tr174	0.03	14 910	330	292	30
	175	Tr175	0.01	17 819	394	292	30
	176	Tr176	0.06	16 735	370	292	30
	177	Tr177	0.01	15 862	350	292	30
	178	Tr178	0.03	1 348	35	72	23
	179	Tr179	0.02	1 069	28	31	24
	180	Tr180	0.05	1 673	43	103	24



Groupe	NO	Nom	Longueur en km	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
	181	Tr181	0.09	3 282	85	182	23
	182	Tr182	0.11	3 584	85	62	26
	183	Tr183	0.16	1 827	47	31	32
	184	Tr184	0.08	1 520	39	31	19
	185	Tr185	0.11	1 742	45	31	29
	186	Tr186	0.05	1 742	45	31	29
	187	Tr187	0.10	16 355	361	261	31
	188	Tr188	0.05	17 879	395	292	27
	189	Tr189	0.09	17 579	388	292	28
	190	Tr190	0.02	16 570	366	292	30
	191	Tr191	0.08	1 412	36	31	18
	192	Tr192	0.03	17 239	381	292	29
	193	Tr193	0.16	3 569	92	62	30
	194	Tr194	0.01	1 742	45	31	29
	195	Tr195	0.00	3 569	92	62	30
	196	Tr196	0.02	3 576	92	62	30
	197	Tr197	0.05	3 576	92	62	30
	198	Tr198	0.15	2 240	58	62	33
	199	Tr199	0.02	3 482	90	182	32
	200	Tr200	0.47	4 269	110	182	32
	201	Tr201	0.07	933	24	31	27
	202	Tr202	0.02	3 482	90	182	32
	203	Tr203	0.13	41	1	292	24
	204	Tr204	0.09	7 902	204	182	21
	205	Tr205	0.03	3 233	83	62	22
	206	Tr206	0.01	6 284	162	182	22
	207	Tr207	0.00	12 079	267	122	29
	208	Tr208	0.03	5 733	148	122	22
	209	Tr209	0.00	11 258	248	62	30
Projet	210	Tr210	0.16	5 503	142	62	22
	211	Tr211	0.12	3 707	96	292	23
	212	Tr212	0.15	1 614	42	292	24
	213	Tr213	0.12	5 503	142	292	22
	214	Tr214	0.11	2 103	54	292	23
	215	Tr215	0.09	1 916	49	292	23
	216	Tr216	0.02	2 952	76	292	23
	217	Tr217	0.11	992	26	103	24
	218	Tr218	0.05	1 986	51	103	24
	219	Tr219	0.23	2 344	60	103	23
	220	Tr220	0.05	1 103	28	72	24
	221	Tr221	0.08	555	14	31	24
	222	Tr222	0.22	7 283	160	297	27
	223	Tr223	0.11	3 698	95	103	23
	224	Tr224	0.25	1 959	51	103	24
	225	Tr225	0.04	677	17	103	24
	226	Tr226	0.13	2 414	62	103	24
	227	Tr227	0.16	5 266	136	103	28
	228	Tr228	0.07	2 367	61	31	28
	229	Tr229	0.15	0	0	153	0
	230	Tr230	0.03	5 670	146	36	36
	231	Tr231	0.11	6 408	165	92	36
	232	Tr232	0.03	6 671	172	92	36
	233	Tr233	0.08	6 212	160	92	36
	234	Tr234	0.49	0	0	157	0
	235	Tr235	0.10	0	0	123	0
	236	Tr236	0.24	0	0	153	0
	237	Tr237	0.09	275	6	310	29
	238	Tr238	0.09	23 211	512	155	33
	239	Tr239	0.32	7 810	172	137	28
	240	Tr240	0.25	11 504	254	131	28
	241	Tr241	0.06	5 608	145	90	37

Groupe	NO	Nom	Longueur en km	État initial - 2022			
				VL	PL	TC	Vitesse
	242	Tr242	0.08	12 318	319	155	25
	243	Tr243	0.25	22 810	504	155	34
	244	Tr244	0.17	2 184	48	310	28
	245	Tr245	0.59	15 401	340	155	39
	246	Tr246	0.26	12 247	271	137	27
	247	Tr247	0.13	14 691	325	131	27
	248	Tr248	0.05	1 172	26	41	29
	249	Tr249	0.31	17 867	395	155	37
	250	Tr250	0.15	14 008	310	137	24
	251	Tr251	0.16	11 344	251	131	29
	252	Tr252	0.14	16 249	359	131	26
	253	Tr253	0.15	20 514	453	151	24
	254	Tr254	0.09	15 156	335	90	27
	255	Tr255	0.03	9 396	207	60	27
	256	Tr256	0.04	1 172	26	41	29
	257	Tr257	0.04	9 369	206	74	24
	258	Tr258	0.04	9 400	207	74	24
	259	Tr259	0.01	14 098	312	95	27
	277	Tr277	0.01	2 180	37	190	28
	278	Tr278	0.10	606	10	0	29
	279	Tr279	0.15	424	7	0	29
	281	Tr281	0.07	568	10	185	17
	282	Tr282	0.14	2 212	38	0	27
	295	Tr295	0.55	0	0	0	0
	296	Tr296	0.20	0	0	0	0
	297	Tr297	0.42	0	0	0	0
Projet	298	Tr298	0.14	95	2	0	29
	299	Tr299	0.13	435	7	0	28
	300	Tr300	0.01	3 842	66	0	13
	301	Tr301	0.05	8 280	142	443	13
	302	Tr302	0.03	6 609	143	443	16
	303	Tr303	0.05	5 427	93	216	15
	304	Tr304	0.00	7 280	125	505	13
	305	Tr305	0.24	932	16	116	28
	306	Tr306	0.08	7 158	123	556	17
	307	Tr307	0.13	0	0	0	0
	308	Tr308	0.27	0	0	0	0
	311	Tr311	0.01	8 537	146	128	14
312	Tr312	0.04	4 794	82	128	17	
313	Tr313	0.09	4 794	82	128	17	
314	Tr314	0.05	1 287	22	53	17	
315	Tr315	0.22	1 166	20	116	29	
316	Tr316	0.24	998	17	116	28	
317	Tr317	0.22	0	0	116	0	
318	Tr318	0.03	4 370	75	204	26	
319	Tr319	0.17	3 386	58	204	27	
320	Tr320	0.35	1 761	30	331	28	
321	Tr321	0.06	3 527	60	331	26	
413	Tr413	0.12	159	4	0	28	
414	Tr414	0.05	5 051	126	0	22	
415	Tr415	0.05	5 043	125	0	22	
416	Tr416	0.07	5 051	126	0	22	
422	Tr422	0.17	522	13	0	29	
423	Tr423	0.21	6 182	154	0	19	



TABLEAU 77 : TRAFIC ROUTIER – ETATS FILS DE L'EAU

Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
A50	322	Tr322	1.51	45 525	1 134	0	96	47801	1191	0	94
	323	Tr323	1.61	42 184	1 051	0	99	43850	1092	0	98
	324	Tr324	0.07	28 845	719	0	103	30384	757	0	103
	325	Tr325	0.78	27 132	675	0	104	28224	703	0	103
	326	Tr326	0.88	28 845	719	0	103	30384	757	0	102
	327	Tr327	0.46	33 891	844	0	102	35576	886	0	101
	328	Tr328	0.41	29 732	741	0	103	31006	772	0	103
	329	Tr329	0.25	41 309	1 029	0	78	43181	1075	0	78
	330	Tr330	0.35	48 920	1 219	0	74	51214	1276	0	72
	331	Tr331	0.63	41 309	1 029	0	99	43181	1075	0	98
	332	Tr332	0.56	48 920	1 219	0	94	51214	1276	0	92
	333	Tr333	0.01	48 920	1 219	0	90	51214	1276	0	88
	334	Tr334	0.01	41 309	1 029	0	96	43181	1075	0	95
	335	Tr335	0.16	37 640	938	0	80	39286	978	0	80
	336	Tr336	0.04	42 299	1 054	0	78	43880	1092	0	77
	337	Tr337	0.69	42 299	1 054	0	78	43880	1092	0	77
	338	Tr338	0.35	32 809	817	0	47	34432	857	0	45
	339	Tr339	0.08	24 909	620	227	59	26555	661	228	58
	340	Tr340	0.16	25 515	636	220	59	27137	676	221	58
	341	Tr341	0.22	53 320	1 328	0	77	55949	1393	0	76
	342	Tr342	0.39	47 481	1 182	0	73	49612	1235	0	72
	343	Tr343	0.16	54 859	1 366	0	68	57108	1422	0	67
	344	Tr344	0.17	54 133	1 348	0	70	56812	1415	0	68
	345	Tr345	0.08	54 133	1 348	0	70	56812	1415	0	68
	346	Tr346	0.59	56 835	1 416	0	70	59294	1477	0	66
	347	Tr347	0.01	54 133	1 348	0	70	56812	1415	0	68
	348	Tr348	0.12	32 809	817	0	47	34432	857	0	45
	349	Tr349	0.12	24 843	618	0	60	26277	655	0	59
	350	Tr350	0.32	22 851	569	0	83	23848	594	0	82
	351	Tr351	0.15	57 653	1 436	0	70	60711	1512	0	67
	352	Tr352	0.10	24 843	618	0	60	26277	655	0	59
	353	Tr353	0.14	24 843	618	0	60	26277	655	0	59
	354	Tr354	0.41	37 640	938	0	80	39286	978	0	80



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	355	Tr355	0.68	62 634	1 560	60	81	65723	1637	60	79
	356	Tr356	0.58	65 479	1 631	97	66	68677	1711	97	64
	357	Tr357	0.23	32 809	817	0	47	34432	857	0	46
	358	Tr358	0.64	66 980	1 668	195	66	70430	1754	195	64
	359	Tr359	0.66	68 942	1 717	97	63	72495	1806	97	61
	360	Tr360	0.12	62 266	1 551	97	67	65558	1633	97	65
	361	Tr361	0.16	58 208	1 450	100	74	61424	1530	100	72
	362	Tr362	0.03	62 266	1 551	97	67	65558	1633	97	65
	363	Tr363	0.73	54 168	1 349	7	81	56695	1412	7	80
	364	Tr364	0.62	46 106	1 148	7	86	48503	1208	7	85
	365	Tr365	0.71	54 275	1 352	97	73	57026	1420	97	72
	366	Tr366	0.57	61 211	1 525	97	62	64385	1604	97	61
	367	Tr367	0.42	49 054	1 222	100	78	51754	1289	100	76
	368	Tr368	0.58	56 716	1 413	100	68	60037	1495	100	66
	369	Tr369	0.05	56 716	1 413	100	67	60037	1495	100	65
	370	Tr370	1.09	48 625	1 211	7	85	50800	1265	7	84
	371	Tr371	0.34	48 625	1 211	7	85	50800	1265	7	84
	372	Tr372	0.30	36 084	898	7	91	37901	944	7	90
	373	Tr373	0.10	60 031	1 495	7	60	63580	1584	7	59
	374	Tr374	0.26	46 106	1 148	7	79	48503	1208	7	78
	375	Tr375	0.32	53 828	1 340	7	81	57028	1420	7	80
	376	Tr376	0.03	63 794	1 589	7	63	66863	1665	7	58
	377	Tr377	0.34	16 815	419	0	81	16885	421	0	81
	378	Tr378	0.41	16 815	419	0	81	16885	421	0	81
	379	Tr379	0.62	28 732	716	0	99	29611	738	0	99
	380	Tr380	0.67	27 751	691	0	99	28717	715	0	98
	381	Tr381	0.47	48 625	1 211	7	94	50800	1265	7	93
	382	Tr382	0.25	47 604	1 186	7	86	50064	1247	7	84
	383	Tr383	1.36	47 604	1 186	7	85	50064	1247	7	84
	384	Tr384	0.06	16 815	419	0	81	16885	421	0	81
	385	Tr385	0.11	36 709	914	7	80	38074	948	7	82
	386	Tr386	0.23	23 577	587	7	105	24659	614	7	105
	387	Tr387	0.16	37 396	931	7	102	39272	978	7	102
	388	Tr388	0.13	36 709	914	7	66	38074	948	7	67
	389	Tr389	0.02	36 709	914	7	102	38074	948	7	102
	390	Tr390	0.02	37 396	931	7	94	39272	978	7	92
	391	Tr391	0.02	36 709	914	7	80	38074	948	7	82
	392	Tr392	0.02	37 396	931	7	102	39272	978	7	102
	393	Tr393	0.18	23 441	584	7	102	24750	616	7	101
	394	Tr394	0.03	23 577	587	7	102	24659	614	7	101
	395	Tr395	0.03	23 441	584	7	102	24750	616	7	101
	396	Tr396	3.34	28 819	718	7	100	29892	744	7	99
	397	Tr397	3.33	28 540	711	7	99	29947	745	7	98
	398	Tr398	0.18	23 577	587	7	102	24659	614	7	101
	399	Tr399	0.17	23 441	584	7	105	24750	616	7	105
	400	Tr400	0.07	28 540	711	7	99	29947	745	7	98
	401	Tr401	0.06	27 706	690	7	100	28869	719	7	99
	402	Tr402	0.00	27 706	690	7	100	28869	719	7	99
	403	Tr403	0.00	28 540	711	7	99	29947	745	7	98
	404	Tr404	0.02	23 577	587	7	102	24659	614	7	101
	405	Tr405	0.02	23 441	584	7	102	24750	616	7	101
	406	Tr406	0.05	23 441	584	7	102	24750	616	7	101
	407	Tr407	0.05	23 577	587	7	102	24659	614	7	101
	408	Tr408	0.67	46 276	1 152	0	108	47536	1184	0	108
	409	Tr409	0.48	42 841	1 067	0	87	43951	1095	0	87
	410	Tr410	0.33	44 567	1 110	0	69	45601	1136	0	66
	411	Tr411	0.93	62 266	1 551	97	68	65558	1633	97	67
	412	Tr412	1.21	58 208	1 450	100	75	61424	1530	100	73

A57



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	264	Tr264	0.02	4 504	78	0	22	5036	86	0	21
	265	Tr265	0.02	1 664	29	0	26	2531	44	0	25
	266	Tr266	0.02	4 741	82	0	22	5267	91	0	21
	267	Tr267	0.14	2 658	46	0	26	3772	65	0	26
	268	Tr268	0.03	6 147	106	0	23	6789	116	0	22
	269	Tr269	0.04	6 191	107	0	24	7309	126	0	23
	270	Tr270	0.02	1 665	29	0	26	2531	44	0	25
	271	Tr271	0.05	6 538	112	0	24	7707	132	0	23
	272	Tr272	0.08	6 538	112	0	24	7707	132	0	23
	273	Tr273	0.13	2 658	46	0	26	3772	65	0	26
	280	Tr280	0.09	4 938	85	0	25	4126	71	0	26
	283	Tr283	0.10	2 416	41	0	27	2678	46	0	27
	284	Tr284	0.10	4 049	69	0	26	4313	74	0	26
	285	Tr285	0.11	1 226	21	0	28	1487	26	0	28
Centre commercial	286	Tr286	0.05	5 193	89	0	25	5700	98	0	25
Grand-Var	287	Tr287	0.05	3 673	63	0	27	3854	66	0	27
	288	Tr288	0.08	8 712	149	0	21	9350	161	0	20
	289	Tr289	0.09	8 295	142	0	23	7686	132	0	24
	290	Tr290	0.11	7 057	121	0	24	8542	147	0	23
	291	Tr291	0.07	5 755	99	0	23	6339	109	0	22
	292	Tr292	0.16	5 217	89	0	23	5743	98	0	23
	293	Tr293	0.06	1 128	20	0	27	2076	35	0	26
	294	Tr294	0.10	1 949	33	0	27	3022	52	0	26
	309	Tr309	0.03	7 843	135	0	23	8560	147	0	23
	310	Tr310	0.19	2 284	39	0	27	2690	46	0	27
	417	Tr417	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0
	418	Tr418	0.07	13 353	333	0	19	13622	340	0	18
	419	Tr419	0.11	10 424	259	0	21	10608	264	0	21
	420	Tr420	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
	421	Tr421	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	1	Tr01	0.51	16 940	374	102	28	17548	388	102	28
	2	Tr02	0.05	7 203	187	91	36	7537	194	92	35
	3	Tr03	0.05	21 736	549	957	20	22701	572	960	19
	4	Tr04	0.09	6 692	147	220	43	7166	158	221	42
	5	Tr05	0.24	15 130	334	0	45	15642	345	0	44
	6	Tr06	0.36	14 188	313	0	44	14675	324	0	44
	7	Tr07	0.26	39 099	734	414	24	39728	745	416	24
	8	Tr08	0.20	11 681	372	219	26	12449	397	219	26
	9	Tr09	0.10	32 791	724	508	22	32882	726	510	22
	10	Tr10	0.08	33 117	731	465	23	33217	734	466	23
	11	Tr11	0.03	31 778	701	255	23	31713	700	255	23
	12	Tr12	0.02	30 357	670	204	25	30661	677	205	24
	13	Tr13	0.03	32 252	712	255	23	32199	711	255	23
	14	Tr14	0.01	32 968	728	255	22	33124	731	255	22
	15	Tr15	0.01	33 198	733	255	22	33350	737	255	22
	16	Tr16	0.23	14 233	400	115	29	14364	404	116	29
	17	Tr17	0.18	17 533	387	115	44	18410	407	116	43
	18	Tr18	0.30	14 770	326	115	45	15403	340	116	45
	19	Tr19	0.16	17 624	445	115	29	17968	453	116	29
	20	Tr20	0.05	21 430	540	115	28	21927	553	116	28
	21	Tr21	0.07	17 187	434	115	29	17504	441	116	29
	22	Tr22	0.06	17 780	448	115	29	18144	458	116	29
	23	Tr23	0.04	8 998	199	263	27	8151	180	264	27
	24	Tr24	0.06	14 125	356	115	29	14247	360	116	29
	25	Tr25	0.04	10 796	272	129	29	11130	281	129	29
	26	Tr26	0.01	10 942	242	210	25	11220	248	211	25
Projet	27	Tr27	0.36	16 680	368	115	44	17535	388	116	44
	28	Tr28	0.23	19 377	427	238	26	20394	451	238	25
	29	Tr29	0.05	15 368	339	193	27	16199	358	194	26
	30	Tr30	0.01	17 539	387	222	25	18470	408	223	25
	31	Tr31	0.12	5 743	148	330	27	5874	152	331	27
	32	Tr32	0.11	5 786	149	429	27	5908	153	430	27
	33	Tr33	0.06	14 852	328	255	22	15222	336	255	21
	34	Tr34	0.02	16 774	370	348	23	17088	377	349	22
	35	Tr35	0.01	11 011	243	255	22	11363	251	255	22
	36	Tr36	0.04	16 774	370	348	23	17088	377	349	22
	37	Tr37	0.02	5 796	128	295	28	5892	130	296	28
	38	Tr38	0.01	6 321	164	330	26	6442	167	331	26
	39	Tr39	0.44	1 516	39	114	29	1510	39	115	29
	40	Tr40	0.06	615	16	0	29	617	16	0	29
	41	Tr41	0.31	44 941	1 096	305	26	46323	1130	306	26
	42	Tr42	0.12	47 804	1 205	305	25	49493	1248	306	24
	43	Tr43	0.03	23 956	604	150	26	24687	623	151	25
	44	Tr44	0.13	41 937	1 058	305	26	43170	1089	306	26
	45	Tr45	0.16	29 066	733	305	26	29949	755	306	25
	46	Tr46	0.31	25 345	639	305	26	26018	657	306	26
	47	Tr47	0.04	12 090	305	203	50	13016	328	204	49
	48	Tr48	0.33	9 403	243	78	39	10251	265	78	38
	49	Tr49	0.02	5 220	135	39	38	5456	141	39	37
	50	Tr50	0.02	5 220	135	39	38	5456	141	39	37
	51	Tr51	0.03	8 827	228	78	39	9446	245	78	39
	52	Tr52	0.03	3 978	101	130	52	4970	125	130	51
	53	Tr53	0.29	10 766	272	130	51	11870	299	130	50
	54	Tr54	0.03	15 748	397	59	50	16920	427	59	49
	55	Tr55	0.02	10 711	270	39	51	11719	296	39	50



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	56	Tr56	0.02	21 973	554	79	46	23409	590	79	44
	57	Tr57	0.03	18 510	467	219	43	19740	498	219	41
	58	Tr58	0.28	13 260	494	358	48	14405	537	359	47
	59	Tr59	0.00	6 724	170	358	57	7789	196	359	55
	60	Tr60	0.01	12 576	317	358	57	13641	344	359	55
	61	Tr61	0.02	12 576	317	358	57	13641	344	359	55
	62	Tr62	0.06	12 467	314	358	59	13517	341	359	58
	63	Tr63	0.01	12 502	315	358	50	13640	344	359	49
	64	Tr64	0.08	15 514	391	229	37	16641	420	230	36
	65	Tr65	0.05	14 327	361	358	35	15614	394	359	34
	66	Tr66	0.04	14 201	358	358	35	15468	390	359	34
	67	Tr67	0.02	14 784	372	358	35	16141	407	359	34
	68	Tr68	0.02	13 416	338	358	35	14575	367	359	34
	69	Tr69	0.28	29 763	831	305	25	30869	862	306	24
	70	Tr70	0.06	8 894	224	155	24	9888	250	155	23
	71	Tr71	0.05	6 427	162	305	47	7088	178	306	46
	72	Tr72	0.02	30 737	775	305	25	31942	805	306	24
	73	Tr73	0.03	6 527	165	305	47	7139	180	306	46
	74	Tr74	0.05	9 133	230	220	24	10156	256	221	22
	75	Tr75	0.02	9 133	230	220	24	10156	256	221	22
	76	Tr76	0.34	15 757	397	229	37	16930	427	230	36
	77	Tr77	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0
	78	Tr78	0.15	187	5	0	29	191	5	0	29
	79	Tr79	0.04	3	0	0	36	3	0	0	36
	80	Tr80	0.02	18 292	462	390	19	19453	490	391	19
	81	Tr81	0.05	16 430	414	500	24	17001	429	501	23
Projet	82	Tr82	0.06	21 620	546	627	13	22532	568	629	11
	83	Tr83	0.04	16 677	420	567	23	17236	435	569	22
	84	Tr84	0.08	9 536	211	438	30	10218	225	440	30
	85	Tr85	0.05	1 363	30	220	18	1824	41	220	18
	86	Tr86	0.09	21 371	539	413	30	22490	567	415	29
	87	Tr87	0.07	32 237	813	566	28	33936	856	567	27
	88	Tr88	0.10	9 890	249	151	38	10470	264	152	37
	89	Tr89	0.11	1 497	33	220	23	1760	38	220	23
	90	Tr90	0.02	27 293	689	506	30	28640	722	507	30
	91	Tr91	0.04	7 809	172	255	18	8111	179	255	18
	92	Tr92	0.03	8 823	337	438	18	9400	359	440	18
	93	Tr93	0.03	3 054	67	220	18	3364	75	220	18
	94	Tr94	0.05	9 675	214	438	17	10419	230	440	17
	95	Tr95	0.02	10 032	222	438	31	10763	238	440	30
	96	Tr96	0.07	5 225	135	141	37	5469	141	141	36
	97	Tr97	0.02	5 582	144	91	36	5826	151	92	36
	98	Tr98	0.15	5 277	137	91	37	5517	143	92	36
	99	Tr99	0.10	16 565	366	291	30	17143	378	292	30
	100	Tr100	0.01	21 758	549	1 782	20	22463	567	1788	19
	101	Tr101	0.05	14 044	310	459	45	14951	330	460	44
	102	Tr102	0.05	4 267	91	179	38	4617	98	180	38
	103	Tr103	0.06	11 459	236	179	36	12372	255	180	35
	104	Tr104	0.08	10 757	439	434	28	11358	463	435	27
	105	Tr105	0.19	11 329	250	434	47	11930	264	435	46
	106	Tr106	0.08	11 325	250	434	43	11916	263	435	42
	107	Tr107	0.01	10 978	243	434	43	11540	255	435	42
	108	Tr108	0.34	15 966	402	229	37	17196	434	230	36
	109	Tr109	0.04	16 021	405	294	37	17327	437	295	36
	110	Tr110	0.01	14 815	373	294	38	16028	405	295	37



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	111	Tr111	0.11	10 719	236	434	28	11352	251	435	27
	112	Tr112	0.26	14 908	375	359	37	16097	406	360	36
	113	Tr113	0.02	10 742	238	434	47	11383	251	435	46
	114	Tr114	0.08	12 004	236	345	35	13265	262	346	34
	115	Tr115	0.04	3 894	86	114	38	4105	91	115	38
	116	Tr116	0.05	4 312	95	58	28	4520	99	58	28
	117	Tr117	0.03	3 741	83	114	39	3935	87	115	38
	118	Tr118	0.03	4 723	105	214	28	4991	110	214	28
	119	Tr119	0.06	12 142	268	345	35	13626	301	346	34
	120	Tr120	0.06	14 641	324	459	43	15942	352	460	42
	121	Tr121	0.09	16 576	366	459	43	18010	397	460	42
	122	Tr122	0.03	16 060	355	459	43	17312	382	460	42
	123	Tr123	0.04	12 372	273	456	25	12850	284	458	24
	124	Tr124	0.11	9 250	204	229	38	9438	208	230	38
	125	Tr125	0.02	17 724	391	459	43	18595	410	460	42
	126	Tr126	0.01	15 619	344	459	43	16623	367	460	42
	127	Tr127	0.02	16 243	359	459	43	17273	381	460	42
	128	Tr128	0.06	17 763	392	459	43	18742	413	460	42
	129	Tr129	0.04	9 421	208	229	42	9662	214	230	42
	130	Tr130	0.01	18 000	397	459	43	18855	416	460	42
	131	Tr131	0.03	18 048	398	459	43	18564	410	460	42
	132	Tr132	0.05	10 767	238	229	41	11190	247	230	40
	133	Tr133	0.04	18 032	398	449	19	18613	411	451	19
	134	Tr134	0.07	17 000	375	229	34	15823	349	230	34
	135	Tr135	0.10	14 035	310	456	24	14370	317	458	23
	136	Tr136	0.01	15 674	346	449	21	16369	361	451	20
	137	Tr137	0.07	22 390	564	1 323	22	22944	579	1328	21
Projet	138	Tr138	0.06	23 948	604	1 039	20	24748	625	1042	19
	139	Tr139	0.04	23 624	595	1 039	21	24520	618	1042	20
	140	Tr140	0.01	19 611	495	848	26	20265	511	850	26
	141	Tr141	0.06	23 458	591	1 039	21	24265	612	1042	20
	142	Tr142	0.04	22 291	562	1 162	22	22845	577	1166	21
	143	Tr143	0.08	22 612	570	1 323	21	23189	585	1328	21
	144	Tr144	0.05	22 030	556	1 782	20	22820	576	1788	19
	145	Tr145	0.07	22 108	558	1 323	19	22603	570	1328	19
	146	Tr146	0.10	21 641	546	1 782	20	22318	563	1788	19
	147	Tr147	0.05	13 899	307	389	28	15100	333	390	27
	148	Tr148	0.12	22 958	579	1 535	19	23782	600	1540	18
	149	Tr149	0.06	20 747	523	1 556	20	21468	541	1561	19
	150	Tr150	0.12	21 838	551	1 556	20	22672	571	1561	19
	151	Tr151	0.02	21 603	545	1 556	20	22445	566	1561	19
	152	Tr152	0.02	20 652	521	1 556	21	21426	540	1561	20
	153	Tr153	0.09	21 506	542	1 556	20	22228	561	1561	19
	154	Tr154	0.23	23 355	589	957	18	24355	614	960	17
	155	Tr155	0.01	23 562	594	1 412	17	24464	617	1417	17
	156	Tr156	0.07	13 977	308	389	28	15182	335	390	27
	157	Tr157	0.03	16 664	368	450	26	18071	399	452	26
	158	Tr158	0.04	14 607	323	450	28	15799	349	452	28
	159	Tr159	0.03	13 062	288	419	29	14146	312	421	29
	160	Tr160	0.00	15 657	345	419	28	17055	377	421	27
	161	Tr161	0.02	14 229	314	450	27	15317	338	452	27
	162	Tr162	0.02	14 058	310	450	28	15127	334	452	28
	163	Tr163	0.09	14 876	329	450	28	15942	352	452	28
	164	Tr164	0.03	15 522	342	450	27	16860	373	452	27
	165	Tr165	0.08	15 174	335	450	28	16259	359	452	28



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	166	Tr166	0.09	16 445	363	450	26	17822	393	452	26
	167	Tr167	0.01	15 656	345	450	27	16990	375	452	26
	168	Tr168	0.07	17 191	380	291	29	18224	403	292	29
	169	Tr169	0.12	15 420	340	291	31	16274	359	292	31
	170	Tr170	0.08	14 142	312	291	32	14841	328	292	32
	171	Tr171	0.06	15 333	338	291	31	16120	356	292	31
	172	Tr172	0.10	16 204	358	291	30	17218	380	292	29
	173	Tr173	0.02	16 960	374	291	30	17946	396	292	29
	174	Tr174	0.03	15 493	342	291	30	16195	358	292	30
	175	Tr175	0.01	18 423	407	291	30	19363	427	292	29
	176	Tr176	0.06	17 284	382	291	30	18163	401	292	30
	177	Tr177	0.01	16 708	369	291	30	17325	382	292	30
	178	Tr178	0.03	1 610	41	72	23	1731	45	72	23
	179	Tr179	0.02	1 171	30	31	24	1280	33	31	24
	180	Tr180	0.05	1 849	48	102	24	1997	51	103	24
	181	Tr181	0.09	3 748	96	181	23	3818	98	182	23
	182	Tr182	0.11	4 294	103	61	26	5000	120	62	25
	183	Tr183	0.16	2 052	53	31	32	2473	64	31	31
	184	Tr184	0.08	1 645	43	31	19	2035	52	31	18
	185	Tr185	0.11	2 213	57	31	29	2489	64	31	28
	186	Tr186	0.05	2 213	57	31	29	2490	64	31	28
	187	Tr187	0.10	17 298	382	261	31	18113	399	261	31
	188	Tr188	0.05	19 387	428	291	27	20468	452	292	27
	189	Tr189	0.09	18 941	418	291	28	19950	440	292	28
	190	Tr190	0.02	17 580	388	291	30	18449	407	292	29
	191	Tr191	0.08	1 633	43	31	18	1856	48	31	17
Projet	192	Tr192	0.03	18 396	407	291	29	19396	428	292	29
	193	Tr193	0.16	4 267	110	61	30	4963	128	62	30
	194	Tr194	0.01	2 213	57	31	29	2490	64	31	28
	195	Tr195	0.00	4 267	110	61	30	4963	128	62	30
	196	Tr196	0.02	4 286	111	61	30	4991	129	62	30
	197	Tr197	0.05	4 286	111	61	30	4991	129	62	30
	198	Tr198	0.15	2 523	65	61	33	2977	77	62	32
	199	Tr199	0.02	3 844	100	181	32	4364	113	182	32
	200	Tr200	0.47	4 690	121	181	32	4840	125	182	32
	201	Tr201	0.07	1 143	29	31	27	1284	33	31	27
	202	Tr202	0.02	3 844	100	181	32	4364	113	182	32
	203	Tr203	0.13	84	2	291	24	84	2	292	24
	204	Tr204	0.09	8 611	223	181	21	9034	234	182	21
	205	Tr205	0.03	3 654	94	61	22	4003	104	62	22
	206	Tr206	0.01	6 497	168	181	22	6792	175	182	22
	207	Tr207	0.00	12 854	284	121	29	13688	302	122	28
	208	Tr208	0.03	5 896	152	121	22	6128	158	122	22
	209	Tr209	0.00	11 974	264	61	30	12776	282	62	29
	210	Tr210	0.16	5 962	155	61	22	6406	166	62	22
	211	Tr211	0.12	3 829	99	291	23	4090	106	292	23
	212	Tr212	0.15	1 688	44	291	24	1719	45	292	24
	213	Tr213	0.12	5 962	155	291	22	6406	166	292	22
	214	Tr214	0.11	2 283	59	291	23	2648	68	292	23
	215	Tr215	0.09	1 996	52	291	23	2235	58	292	23
	216	Tr216	0.02	3 149	81	291	23	3614	93	292	23
	217	Tr217	0.11	1 039	27	102	24	1172	30	103	24
	218	Tr218	0.05	2 177	56	102	24	2381	62	103	23
	219	Tr219	0.23	2 591	67	102	23	2986	77	103	23
	220	Tr220	0.05	1 297	33	72	24	1394	36	72	24



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	221	Tr221	0.08	535	13	31	24	584	15	31	24
	222	Tr222	0.22	7 985	176	297	27	8430	186	297	26
	223	Tr223	0.11	4 082	106	102	23	4409	114	103	23
	224	Tr224	0.25	2 015	52	102	24	2191	57	103	24
	225	Tr225	0.04	709	19	102	24	786	20	103	24
	226	Tr226	0.13	2 776	72	102	24	3005	78	103	24
	227	Tr227	0.16	6 395	165	102	28	6842	177	103	28
	228	Tr228	0.07	3 427	88	31	28	3553	92	31	28
	229	Tr229	0.15	0	0	153	0	0	0	153	0
	230	Tr230	0.03	5 959	155	36	36	6375	164	36	36
	231	Tr231	0.11	6 772	175	91	36	7030	182	92	36
	232	Tr232	0.03	6 996	180	91	36	7315	189	92	35
	233	Tr233	0.08	6 660	172	91	36	6778	175	92	36
	234	Tr234	0.49	0	0	156	0	0	0	157	0
	235	Tr235	0.10	0	0	123	0	0	0	123	0
	236	Tr236	0.24	0	0	153	0	0	0	153	0
	237	Tr237	0.09	608	13	309	29	734	16	310	29
	238	Tr238	0.09	24 964	551	155	33	26321	581	155	32
	239	Tr239	0.32	8 733	193	137	28	9178	203	137	27
	240	Tr240	0.25	12 373	273	131	28	12495	276	131	28
	241	Tr241	0.06	5 647	146	90	37	5935	154	90	37
	242	Tr242	0.08	13 068	338	155	25	13374	346	155	25
	243	Tr243	0.25	24 331	537	155	34	25590	565	155	33
	244	Tr244	0.17	3 313	74	309	28	3565	79	310	28
	245	Tr245	0.59	16 169	357	155	39	16731	369	155	38
	246	Tr246	0.26	13 315	294	137	27	13782	304	137	27
Projet	247	Tr247	0.13	15 133	334	131	27	15487	342	131	27
	248	Tr248	0.05	1 432	31	41	29	1490	33	41	29
	249	Tr249	0.31	18 438	407	155	37	19681	435	155	36
	250	Tr250	0.15	15 378	339	137	24	15920	351	137	24
	251	Tr251	0.16	11 761	259	131	29	11901	263	131	29
	252	Tr252	0.14	17 284	382	131	26	17604	389	131	26
	253	Tr253	0.15	21 798	481	150	24	22592	499	151	24
	254	Tr254	0.09	15 961	353	90	27	16238	359	90	26
	255	Tr255	0.03	10 112	223	60	27	10632	235	60	27
	256	Tr256	0.04	1 432	31	41	29	1490	33	41	29
	257	Tr257	0.04	10 183	225	73	24	10781	238	74	24
	258	Tr258	0.04	10 173	225	73	24	10756	237	74	24
	259	Tr259	0.01	14 933	330	95	27	15527	343	95	26
	260	Tr260	0.01	12 762	282	118	22	13593	300	118	22
	261	Tr261	0.19	10 544	273	36	30	10872	281	36	30
	262	Tr262	0.37	24 604	543	150	23	25500	563	151	23
	263	Tr263	0.01	16 599	366	91	32	17520	387	92	31
	274	Tr274	0.15	25	0	0	30	15	0	0	30
	275	Tr275	0.05	2 481	43	115	26	2574	44	116	26
	276	Tr276	0.35	33	1	115	29	40	1	116	30
	277	Tr277	0.01	2 237	38	190	28	2307	40	190	28
	278	Tr278	0.10	657	11	0	29	660	12	0	29
	279	Tr279	0.15	468	8	0	29	467	9	0	29
	281	Tr281	0.07	807	13	185	17	1016	17	185	17
	282	Tr282	0.14	2 415	41	0	27	2598	45	0	27
	295	Tr295	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0
	296	Tr296	0.20	0	0	0	0	0	0	0	0
	297	Tr297	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0
	298	Tr298	0.14	121	2	0	29	155	3	0	29



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	Fil de l'eau - 2038				Fil de l'eau - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	299	Tr299	0.13	595	10	0	28	739	13	0	28
	300	Tr300	0.01	4 458	77	0	13	4947	85	0	12
	301	Tr301	0.05	9 568	165	442	13	10216	175	443	12
	302	Tr302	0.03	7 442	162	442	16	7736	168	443	16
	303	Tr303	0.05	5 985	103	215	15	6789	116	216	15
	304	Tr304	0.00	8 572	147	503	13	9175	158	505	12
	305	Tr305	0.24	949	17	115	28	1006	17	116	28
	306	Tr306	0.08	7 564	130	554	17	7785	133	556	16
	307	Tr307	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0
	308	Tr308	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0
	311	Tr311	0.01	8 925	154	127	14	9612	165	128	14
	312	Tr312	0.04	4 910	84	127	17	5231	90	128	16
	313	Tr313	0.09	4 910	84	127	17	5231	90	128	17
Projet	314	Tr314	0.05	1 521	26	53	17	1668	29	53	16
	315	Tr315	0.22	1 187	21	115	29	1269	21	116	29
	316	Tr316	0.24	1 019	18	115	28	1081	18	116	28
	317	Tr317	0.22	0	0	115	0	0	0	116	0
	318	Tr318	0.03	4 433	76	203	26	4488	77	204	26
	319	Tr319	0.17	3 597	62	203	27	3833	66	204	27
	320	Tr320	0.35	1 858	32	330	28	1886	32	331	28
	321	Tr321	0.06	3 767	64	330	26	3784	65	331	26
	413	Tr413	0.12	609	16	0	28	591	15	0	28
	414	Tr414	0.05	6 115	152	0	22	6277	156	0	21
	415	Tr415	0.05	6 087	151	0	22	6245	156	0	21
	416	Tr416	0.07	6 115	152	0	22	6277	156	0	21
	422	Tr422	0.17	665	17	0	29	687	17	0	28
	423	Tr423	0.21	6 626	165	0	19	6721	168	0	19



TABLEAU 78 : TRAFIC ROUTIER – ETATS PROJETES

Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
A50	322	Tr322	1.51	45 068	1 122	0	96	47264	1177	0	95
	323	Tr323	1.61	41 814	1 041	0	99	43431	1082	0	98
	324	Tr324	0.07	28 742	716	0	103	30213	753	0	103
	325	Tr325	0.78	27 150	676	0	104	28211	703	0	103
	326	Tr326	0.88	28 742	716	0	103	30213	753	0	102
	327	Tr327	0.46	33 393	832	0	102	34990	871	0	101
	328	Tr328	0.41	29 393	732	0	103	30569	761	0	103
	329	Tr329	0.25	40 899	1 019	0	79	42711	1064	0	78
	330	Tr330	0.35	48 782	1 215	0	74	50469	1257	0	73
	331	Tr331	0.63	40 899	1 019	0	99	42711	1064	0	99
	332	Tr332	0.56	48 782	1 215	0	95	50469	1257	0	93
	333	Tr333	0.01	48 782	1 215	0	91	50469	1257	0	89
	334	Tr334	0.01	40 899	1 019	0	96	42711	1064	0	95
	335	Tr335	0.16	37 359	930	0	80	38908	969	0	80
	336	Tr336	0.04	42 390	1 056	0	78	43461	1083	0	77
	337	Tr337	0.69	42 390	1 056	0	78	43461	1083	0	77
	338	Tr338	0.35	32 663	813	0	47	34178	851	0	46
	339	Tr339	0.08	24 390	608	196	59	25838	644	196	58
	340	Tr340	0.16	24 648	614	103	60	26166	651	103	59
	341	Tr341	0.22	52 587	1 310	0	77	55099	1372	0	76
	342	Tr342	0.39	46 805	1 166	0	74	48839	1216	0	73
	343	Tr343	0.16	54 412	1 355	0	68	56594	1410	0	67
	344	Tr344	0.17	53 377	1 330	0	71	55952	1393	0	69
	345	Tr345	0.08	53 377	1 330	0	71	55952	1393	0	69
	346	Tr346	0.59	56 328	1 402	0	72	58614	1460	0	67
	347	Tr347	0.01	53 377	1 330	0	71	55952	1393	0	69
	348	Tr348	0.12	32 663	813	0	47	34178	851	0	46
	349	Tr349	0.12	24 157	602	0	60	25471	634	0	59
	350	Tr350	0.32	22 595	563	0	83	23416	583	0	83
	351	Tr351	0.15	56 821	1 415	0	73	59650	1485	0	68
	352	Tr352	0.10	24 157	602	0	60	25471	634	0	59
	353	Tr353	0.14	24 157	602	0	60	25471	634	0	59
	354	Tr354	0.41	37 359	930	0	80	38908	969	0	80



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	355	Tr355	0.68	62 369	1 554	20	81	65292	1626	20	79
	356	Tr356	0.58	64 564	1 608	29	67	68055	1695	29	66
	357	Tr357	0.23	32 663	813	0	47	34178	851	0	46
	358	Tr358	0.64	66 695	1 661	119	66	70041	1745	119	64
	359	Tr359	0.66	68 024	1 694	29	63	71815	1789	29	62
	360	Tr360	0.12	61 447	1 530	29	69	64637	1610	29	67
	361	Tr361	0.16	57 954	1 444	29	74	61109	1522	29	72
	362	Tr362	0.03	61 447	1 530	29	69	64637	1610	29	67
	363	Tr363	0.73	53 405	1 330	10	82	56021	1396	9	81
	364	Tr364	0.62	45 606	1 136	10	86	48011	1196	9	85
	365	Tr365	0.71	53 888	1 342	29	74	56458	1406	29	72
	366	Tr366	0.57	60 565	1 508	29	63	63584	1584	29	62
	367	Tr367	0.42	48 814	1 216	29	78	51649	1287	29	77
	368	Tr368	0.58	56 090	1 397	29	69	59650	1485	29	67
	369	Tr369	0.05	56 090	1 397	29	67	59650	1485	29	65
	370	Tr370	1.09	48 787	1 215	10	85	50687	1262	9	84
	371	Tr371	0.34	48 787	1 215	10	85	50687	1262	9	84
	372	Tr372	0.30	35 998	896	10	91	37786	941	9	90
	373	Tr373	0.10	58 983	1 469	10	61	62462	1556	9	60
	374	Tr374	0.26	45 606	1 136	10	80	48011	1196	9	79
	375	Tr375	0.32	52 936	1 318	10	81	56182	1399	9	80
	376	Tr376	0.03	63 204	1 575	10	64	65911	1641	9	61
	377	Tr377	0.34	16 771	418	0	81	16880	421	0	81
	378	Tr378	0.41	16 771	418	0	81	16880	421	0	81
	379	Tr379	0.62	29 116	725	0	99	29694	740	0	98
	380	Tr380	0.67	27 714	690	0	99	28652	713	0	99
	381	Tr381	0.47	48 787	1 215	10	94	50687	1262	9	93
	382	Tr382	0.25	47 535	1 184	10	86	49928	1244	9	84
	383	Tr383	1.36	47 535	1 184	10	85	49928	1244	9	84
	384	Tr384	0.06	16 771	418	0	81	16880	421	0	81
	385	Tr385	0.11	36 442	908	10	80	37873	943	9	83
	386	Tr386	0.23	23 526	586	10	105	24644	614	9	105
	387	Tr387	0.16	37 357	930	10	102	39148	975	9	102
	388	Tr388	0.13	36 442	908	10	65	37873	943	9	68
	389	Tr389	0.02	36 442	908	10	102	37873	943	9	102
	390	Tr390	0.02	37 357	930	10	94	39148	975	9	92
	391	Tr391	0.02	36 442	908	10	80	37873	943	9	83
	392	Tr392	0.02	37 357	930	10	102	39148	975	9	102
	393	Tr393	0.18	23 391	583	10	102	24830	618	9	101
	394	Tr394	0.03	23 526	586	10	102	24644	614	9	101
	395	Tr395	0.03	23 391	583	10	102	24830	618	9	101
	396	Tr396	3.34	28 868	719	10	100	29990	746	9	99
	397	Tr397	3.33	28 483	709	10	99	30014	747	9	98
	398	Tr398	0.18	23 526	586	10	102	24644	614	9	101
	399	Tr399	0.17	23 391	583	10	105	24830	618	9	105
	400	Tr400	0.07	28 483	709	10	99	30014	747	9	98
	401	Tr401	0.06	27 747	691	10	100	29118	725	9	99
	402	Tr402	0.00	27 747	691	10	100	29118	725	9	99
	403	Tr403	0.00	28 483	709	10	99	30014	747	9	98
	404	Tr404	0.02	23 526	586	10	102	24644	614	9	101
	405	Tr405	0.02	23 391	583	10	102	24830	618	9	101
	406	Tr406	0.05	23 391	583	10	102	24830	618	9	101
	407	Tr407	0.05	23 526	586	10	102	24644	614	9	101
	408	Tr408	0.67	46 653	1 162	0	108	47566	1184	0	108
	409	Tr409	0.48	42 739	1 064	0	88	43894	1093	0	86
	410	Tr410	0.33	44 485	1 108	0	69	45532	1134	0	66
	411	Tr411	0.93	61 447	1 530	29	70	64637	1610	29	69
	412	Tr412	1.21	57 954	1 444	29	75	61109	1522	29	74

A57



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	264	Tr264	0.02	3 815	65	0	23	4432	76	0	22
	265	Tr265	0.02	2 431	42	0	26	1633	28	0	26
	266	Tr266	0.02	4 080	71	0	23	4653	80	0	22
	267	Tr267	0.14	2 547	44	0	27	2582	45	0	27
	268	Tr268	0.03	5 478	94	0	24	6126	106	0	23
	269	Tr269	0.04	5 906	102	0	25	6179	106	0	24
	270	Tr270	0.02	2 432	42	0	26	1634	28	0	26
	271	Tr271	0.05	6 566	113	0	24	6369	110	0	24
	272	Tr272	0.08	6 566	113	0	24	6369	110	0	24
	273	Tr273	0.13	2 547	44	0	27	2582	45	0	27
	280	Tr280	0.09	5 364	92	0	25	4846	83	0	26
	283	Tr283	0.10	1 961	34	0	28	2278	39	0	27
	284	Tr284	0.10	2 841	49	0	27	3792	65	0	26
	285	Tr285	0.11	792	13	0	28	1065	18	0	28
Centre commercial	286	Tr286	0.05	3 617	62	0	27	4813	82	0	26
Grand-Var	287	Tr287	0.05	3 207	55	0	26	3853	66	0	27
	288	Tr288	0.08	7 709	133	0	22	8454	145	0	22
	289	Tr289	0.09	8 193	141	0	23	8409	144	0	23
	290	Tr290	0.11	6 738	116	0	24	7040	121	0	24
	291	Tr291	0.07	5 237	90	0	24	5748	99	0	23
	292	Tr292	0.16	4 702	81	0	24	5187	90	0	24
	293	Tr293	0.06	997	18	0	27	1071	18	0	27
	294	Tr294	0.10	1 763	30	0	28	1839	32	0	28
	309	Tr309	0.03	6 549	113	0	24	7804	135	0	23
	310	Tr310	0.19	1 047	18	0	28	2156	37	0	28
	417	Tr417	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0
	418	Tr418	0.07	12 735	317	0	19	13217	329	0	19
	419	Tr419	0.11	10 086	251	0	22	10372	258	0	21
	420	Tr420	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
	421	Tr421	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	1	Tr01	0.51	16 841	371	353	28	17382	383	353	28
	2	Tr02	0.05	6 964	180	276	36	7283	188	276	35
	3	Tr03	0.05	21 446	540	1 027	20	22248	561	1027	20
	4	Tr04	0.09	6 467	143	282	43	6929	153	282	42
	5	Tr05	0.24	14 509	320	118	45	14996	331	118	45
	6	Tr06	0.36	13 765	304	118	44	14206	314	118	44
	7	Tr07	0.26	38 444	722	683	25	39436	740	683	24
	8	Tr08	0.20	11 593	369	568	26	11886	379	568	26
	9	Tr09	0.10	32 424	716	778	22	33020	729	778	22
	10	Tr10	0.08	32 713	722	592	23	33317	736	592	23
	11	Tr11	0.03	31 360	692	530	23	32107	709	530	23
	12	Tr12	0.02	29 986	662	480	25	30453	673	480	25
	13	Tr13	0.03	31 805	702	530	23	32558	719	530	23
	14	Tr14	0.01	32 657	721	530	23	33201	733	530	22
	15	Tr15	0.01	32 810	724	530	22	33413	738	530	22
	16	Tr16	0.23	14 105	396	352	29	14260	400	352	29
	17	Tr17	0.18	16 714	369	392	45	17498	387	392	44
	18	Tr18	0.30	14 022	309	392	46	14644	324	392	46
	19	Tr19	0.16	17 432	440	352	29	17933	453	352	29
	20	Tr20	0.05	20 641	521	352	28	21700	548	352	28
	21	Tr21	0.07	17 013	429	352	29	17478	441	352	29
	22	Tr22	0.06	17 575	443	352	29	18067	456	352	29
	23	Tr23	0.04	8 685	192	379	27	8071	178	379	27
	24	Tr24	0.06	13 979	353	352	29	14142	357	352	29
	25	Tr25	0.04	10 333	260	292	29	10920	275	291	29
	26	Tr26	0.01	10 452	230	344	25	11152	247	344	25
	27	Tr27	0.36	15 909	352	392	45	16647	367	392	44
	28	Tr28	0.23	19 432	429	568	26	19643	434	568	26
	29	Tr29	0.05	15 089	333	488	27	15481	342	488	26
Projet	30	Tr30	0.01	17 093	378	596	26	17655	390	596	25
	31	Tr31	0.12	5 637	145	587	27	5558	144	587	27
	32	Tr32	0.11	5 687	147	662	27	5594	144	662	27
	33	Tr33	0.06	14 438	318	522	22	15019	332	522	22
	34	Tr34	0.02	16 186	358	628	23	16737	369	627	22
	35	Tr35	0.01	10 511	232	389	23	11209	248	389	22
	36	Tr36	0.04	16 186	358	628	23	16737	369	627	22
	37	Tr37	0.02	5 696	126	592	28	5579	123	592	28
	38	Tr38	0.01	6 245	162	587	26	6097	158	587	26
	39	Tr39	0.44	1 445	37	371	29	1395	36	371	29
	40	Tr40	0.06	557	15	236	29	558	14	236	29
	41	Tr41	0.31	43 865	1 070	512	26	45543	1112	512	26
	42	Tr42	0.12	46 416	1 171	540	25	48705	1228	540	25
	43	Tr43	0.03	23 542	593	256	26	24209	611	256	26
	44	Tr44	0.13	40 752	1 028	512	26	42425	1070	512	26
	45	Tr45	0.16	28 284	714	512	26	29515	744	512	25
	46	Tr46	0.31	24 531	618	512	27	25653	647	512	26
	47	Tr47	0.04	11 670	295	310	50	12732	321	309	50
	48	Tr48	0.33	9 029	233	326	39	10014	258	326	38
	49	Tr49	0.02	5 243	136	136	38	5296	137	135	38
	50	Tr50	0.02	5 243	136	136	38	5296	137	135	38
	51	Tr51	0.03	8 650	224	270	39	9191	238	270	39
	52	Tr52	0.03	3 651	92	456	53	4503	113	456	52
	53	Tr53	0.29	10 390	262	456	52	11382	287	456	51
	54	Tr54	0.03	15 578	393	310	50	16618	419	309	49
	55	Tr55	0.02	10 345	261	365	52	11233	283	365	51
	56	Tr56	0.02	21 806	550	400	46	23080	582	399	45
	57	Tr57	0.03	18 077	456	414	44	19440	490	414	42
	58	Tr58	0.28	12 891	480	430	49	14169	528	429	47
	59	Tr59	0.00	6 299	159	430	57	7515	190	429	56
	60	Tr60	0.01	12 152	306	430	57	13368	337	429	56



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	61	Tr61	0.02	12 152	306	430	57	13368	337	429	56
	62	Tr62	0.06	11 982	302	430	60	13237	334	429	59
	63	Tr63	0.01	11 983	302	430	50	13282	335	429	49
	64	Tr64	0.08	15 161	383	380	38	16169	408	380	37
	65	Tr65	0.05	13 931	352	430	35	15260	384	429	35
	66	Tr66	0.04	13 801	348	430	36	15123	381	429	35
	67	Tr67	0.02	14 379	363	430	35	15797	398	429	34
	68	Tr68	0.02	13 043	329	430	35	14337	362	429	34
	69	Tr69	0.28	29 010	809	512	25	30399	848	512	24
	70	Tr70	0.06	8 434	213	256	25	9377	236	256	23
	71	Tr71	0.05	5 980	150	512	47	6695	169	512	47
	72	Tr72	0.02	29 961	756	512	25	31439	793	512	24
	73	Tr73	0.03	6 190	157	512	47	6816	172	512	47
	74	Tr74	0.05	8 693	219	282	25	9669	243	282	23
	75	Tr75	0.02	8 693	219	282	25	9669	243	282	23
	76	Tr76	0.34	15 385	388	380	38	16426	414	380	37
	77	Tr77	0.15	0	0	236	0	0	0	236	0
	78	Tr78	0.15	182	5	236	29	171	4	236	29
	79	Tr79	0.04	3	0	118	32	3	0	118	32
	80	Tr80	0.02	17 680	446	515	19	19081	482	515	19
	81	Tr81	0.05	16 117	407	542	24	16865	425	542	23
	82	Tr82	0.06	21 182	534	622	14	22309	563	622	12
	83	Tr83	0.04	16 433	415	512	24	17143	432	512	23
	84	Tr84	0.08	9 199	203	626	31	9699	215	626	31
	85	Tr85	0.05	1 082	24	193	18	1675	37	193	18
	86	Tr86	0.09	21 037	531	432	30	22083	557	432	30
	87	Tr87	0.07	31 742	801	715	28	33460	844	715	28
	88	Tr88	0.10	9 729	246	283	38	10402	263	283	38
	89	Tr89	0.11	1 173	26	308	23	1605	35	308	23
Projet	90	Tr90	0.02	26 992	680	605	31	28294	713	605	30
	91	Tr91	0.04	7 773	171	433	18	7946	175	433	18
	92	Tr92	0.03	8 541	327	626	18	9038	345	626	18
	93	Tr93	0.03	2 975	65	313	18	3250	72	313	18
	94	Tr94	0.05	9 353	206	626	17	9898	219	626	17
	95	Tr95	0.02	9 695	214	626	31	10227	225	626	31
	96	Tr96	0.07	5 242	136	110	37	5535	143	110	36
	97	Tr97	0.02	5 527	143	276	36	5795	150	276	36
	98	Tr98	0.15	5 210	135	276	37	5468	141	276	37
	99	Tr99	0.10	16 273	359	416	31	16763	370	416	31
	100	Tr100	0.01	21 178	534	1 285	20	22102	557	1285	19
	101	Tr101	0.05	13 664	302	1 002	45	14685	325	1002	44
	102	Tr102	0.05	4 082	87	325	39	4381	93	325	38
	103	Tr103	0.06	11 085	229	325	37	11998	248	325	35
	104	Tr104	0.08	10 427	425	562	28	10976	447	561	27
	105	Tr105	0.19	11 106	245	562	47	11623	256	561	46
	106	Tr106	0.08	11 094	245	562	43	11611	256	561	43
	107	Tr107	0.01	10 701	236	562	43	11233	248	561	43
	108	Tr108	0.34	15 517	391	380	37	16632	420	380	36
	109	Tr109	0.04	15 474	390	560	37	16729	422	560	36
	110	Tr110	0.01	14 284	360	560	38	15450	390	560	37
	111	Tr111	0.11	10 416	230	562	28	10974	242	561	28
	112	Tr112	0.26	14 366	362	650	37	15539	392	650	36
	113	Tr113	0.02	10 435	230	562	47	11001	242	561	46
	114	Tr114	0.08	11 532	227	912	36	12485	246	912	34
	115	Tr115	0.04	3 821	84	325	39	3963	88	325	38
	116	Tr116	0.05	4 268	94	176	28	4361	96	176	28
	117	Tr117	0.03	3 673	81	325	39	3800	84	325	39
	118	Tr118	0.03	4 602	102	280	28	4754	105	279	28
	119	Tr119	0.06	11 667	257	912	36	12873	284	912	34
	120	Tr120	0.06	14 270	315	1 002	44	15350	339	1002	43



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	121	Tr121	0.09	16 235	359	1 002	43	17376	383	1002	43
	122	Tr122	0.03	15 669	346	1 002	44	16782	371	1002	43
	123	Tr123	0.04	11 501	254	606	25	12465	275	606	25
	124	Tr124	0.11	9 213	203	546	38	9189	203	546	38
	125	Tr125	0.02	17 397	384	1 002	43	18057	398	1002	43
	126	Tr126	0.01	15 208	336	1 002	44	16270	359	1002	43
	127	Tr127	0.02	15 920	352	1 002	43	16921	374	1002	42
	128	Tr128	0.06	17 383	384	1 002	43	18189	401	1002	42
	129	Tr129	0.04	9 368	206	546	43	9370	207	546	43
	130	Tr130	0.01	17 661	390	1 002	43	18312	405	1002	42
	131	Tr131	0.03	17 843	394	1 002	43	18180	401	1002	43
	132	Tr132	0.05	10 661	235	546	41	10789	238	546	41
	133	Tr133	0.04	17 040	377	604	20	18354	405	604	19
	134	Tr134	0.07	15 760	347	502	35	17183	379	501	33
	135	Tr135	0.10	13 103	289	686	24	14220	314	686	24
	136	Tr136	0.01	14 720	325	604	21	16134	357	604	20
	137	Tr137	0.07	22 145	558	992	22	22687	572	992	22
	138	Tr138	0.06	22 908	578	1 152	21	24252	612	1152	20
	139	Tr139	0.04	22 511	567	1 212	22	24019	605	1212	20
	140	Tr140	0.01	18 762	473	1 108	27	19968	504	1107	26
	141	Tr141	0.06	22 259	561	1 212	22	23791	600	1212	21
	142	Tr142	0.04	21 995	555	972	22	22680	572	972	21
	143	Tr143	0.08	22 313	563	992	22	22884	577	992	21
	144	Tr144	0.05	21 753	549	1 285	20	22490	567	1285	19
	145	Tr145	0.07	21 865	552	992	20	22346	564	992	19
	146	Tr146	0.10	21 085	532	1 285	20	21982	554	1285	20
	147	Tr147	0.05	13 846	306	626	29	14427	318	626	28
	148	Tr148	0.12	22 652	572	1 000	19	23285	587	999	18
	149	Tr149	0.06	20 365	513	946	21	21067	532	945	20
Projet	150	Tr150	0.12	21 336	538	946	20	22282	562	945	19
	151	Tr151	0.02	21 143	533	946	21	22045	556	945	20
	152	Tr152	0.02	20 323	512	946	21	21087	532	945	20
	153	Tr153	0.09	21 063	531	946	20	21725	548	945	20
	154	Tr154	0.23	22 850	577	1 027	19	23931	603	1027	18
	155	Tr155	0.01	23 094	583	941	18	24057	607	941	17
	156	Tr156	0.07	13 921	307	626	28	14524	320	626	28
	157	Tr157	0.03	16 072	355	566	27	17323	382	566	27
	158	Tr158	0.04	14 222	314	566	29	15246	336	566	29
	159	Tr159	0.03	13 001	287	596	29	13558	299	596	29
	160	Tr160	0.00	15 511	342	596	28	16398	362	596	28
	161	Tr161	0.02	13 980	309	566	28	14729	326	566	28
	162	Tr162	0.02	13 764	304	566	29	14562	321	566	29
	163	Tr163	0.09	14 536	321	566	29	15414	341	566	29
	164	Tr164	0.03	15 086	333	566	28	16152	357	566	28
	165	Tr165	0.08	14 762	326	566	28	15675	346	566	28
	166	Tr166	0.09	15 908	352	566	27	17140	378	566	27
	167	Tr167	0.01	15 145	334	566	28	16251	359	566	27
	168	Tr168	0.07	16 843	371	416	30	17645	390	416	30
	169	Tr169	0.12	15 011	331	416	31	15765	348	416	31
	170	Tr170	0.08	13 888	307	416	32	14504	320	416	32
	171	Tr171	0.06	14 970	331	416	31	15660	346	416	31
	172	Tr172	0.10	15 913	352	416	30	16612	366	416	30
	173	Tr173	0.02	16 596	366	416	30	17365	383	416	30
	174	Tr174	0.03	15 403	340	416	31	15565	344	416	31
	175	Tr175	0.01	18 278	403	416	30	18755	414	416	30
	176	Tr176	0.06	17 229	381	416	30	17512	387	416	30
	177	Tr177	0.01	16 382	362	416	31	16921	374	416	30
	178	Tr178	0.03	1 408	36	190	24	1533	40	189	24
	179	Tr179	0.02	946	25	148	24	1010	26	148	24
	180	Tr180	0.05	1 599	41	337	24	1701	44	337	24



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	181	Tr181	0.09	3 141	81	356	23	3362	87	356	23
	182	Tr182	0.11	3 512	84	118	27	4043	96	118	26
	183	Tr183	0.16	1 684	44	0	32	1979	51	0	32
	184	Tr184	0.08	1 363	35	0	19	1652	43	0	19
	185	Tr185	0.11	1 813	47	0	30	2042	52	0	30
	186	Tr186	0.05	1 813	47	0	30	2042	52	0	30
	187	Tr187	0.10	17 089	378	180	31	17705	391	180	31
	188	Tr188	0.05	18 699	413	180	29	19523	431	180	28
	189	Tr189	0.09	18 312	405	298	29	19071	421	298	29
	190	Tr190	0.02	17 143	379	298	30	17752	392	298	30
	191	Tr191	0.08	1 380	35	0	18	1580	41	0	18
	192	Tr192	0.03	17 942	396	180	30	18731	413	180	30
	193	Tr193	0.16	3 497	90	0	31	4021	104	0	31
	194	Tr194	0.01	1 813	47	0	30	2042	52	0	30
	195	Tr195	0.00	3 497	90	0	31	4021	104	0	31
	196	Tr196	0.02	3 505	90	118	31	4035	105	118	31
	197	Tr197	0.05	3 505	90	118	31	4035	105	118	31
	198	Tr198	0.15	1 899	49	118	33	2174	57	118	33
	199	Tr199	0.02	3 222	83	296	33	3561	92	296	33
	200	Tr200	0.47	4 074	106	296	33	4244	110	296	32
	201	Tr201	0.07	822	22	0	28	910	23	0	28
	202	Tr202	0.02	3 222	83	296	33	3561	92	296	33
	203	Tr203	0.13	34	1	236	25	77	2	236	24
	204	Tr204	0.09	7 648	198	356	22	8207	212	356	22
	205	Tr205	0.03	3 331	86	236	23	3776	97	236	22
	206	Tr206	0.01	6 095	158	356	22	6131	158	356	22
	207	Tr207	0.00	12 000	265	296	30	12987	287	296	29
	208	Tr208	0.03	5 525	143	296	23	5505	142	296	23
	209	Tr209	0.00	11 225	248	236	31	12015	265	236	30
Projet	210	Tr210	0.16	5 554	143	236	23	6189	160	236	22
	211	Tr211	0.12	3 648	94	236	23	3979	103	236	23
	212	Tr212	0.15	1 573	40	236	24	1747	45	236	24
	213	Tr213	0.12	5 554	143	236	23	6189	160	236	22
	214	Tr214	0.11	2 010	52	236	24	2231	58	236	24
	215	Tr215	0.09	1 865	48	236	23	2084	53	236	23
	216	Tr216	0.02	2 835	74	236	23	3151	81	236	23
	217	Tr217	0.11	1 008	26	337	24	1132	29	337	24
	218	Tr218	0.05	1 952	51	337	24	2071	53	337	24
	219	Tr219	0.23	2 259	58	337	23	2502	65	337	23
	220	Tr220	0.05	1 104	29	190	24	1225	32	189	24
	221	Tr221	0.08	481	12	148	24	460	12	148	24
	222	Tr222	0.22	7 560	167	395	27	8058	178	395	26
	223	Tr223	0.11	3 586	92	337	23	3834	99	337	23
	224	Tr224	0.25	1 892	49	337	24	2060	53	337	24
	225	Tr225	0.04	654	17	337	24	760	19	337	24
	226	Tr226	0.13	2 349	61	337	24	2536	65	337	24
	227	Tr227	0.16	5 626	145	337	28	6127	158	337	28
	228	Tr228	0.07	3 034	79	148	28	3178	82	148	28
	229	Tr229	0.15	0	0	293	0	0	0	293	0
	230	Tr230	0.03	5 715	147	276	36	6160	159	276	36
	231	Tr231	0.11	6 554	169	276	36	6872	177	276	36
	232	Tr232	0.03	6 787	175	276	36	7097	184	276	36
	233	Tr233	0.08	6 343	164	276	36	6871	177	276	36
	234	Tr234	0.49	0	0	326	0	0	0	326	0
	235	Tr235	0.10	0	0	203	0	0	0	203	0
	236	Tr236	0.24	0	0	323	0	0	0	323	0
	237	Tr237	0.09	481	10	649	29	536	12	649	29
	238	Tr238	0.09	24 236	535	382	33	25554	564	381	32
	239	Tr239	0.32	8 795	194	466	28	8904	196	465	28
	240	Tr240	0.25	11 942	263	461	29	12333	272	461	28



Groupe	NO	Nom	Longueur <i>en km</i>	État projeté - 2038				État projeté - 2058			
				VL	PL	TC	Vitesse	VL	PL	TC	Vitesse
	241	Tr241	0.06	5 698	147	326	37	5887	153	326	37
	242	Tr242	0.08	12 729	329	382	25	13018	336	381	25
	243	Tr243	0.25	23 639	522	382	34	24831	548	381	33
	244	Tr244	0.17	2 556	56	649	29	2899	64	649	29
	245	Tr245	0.59	15 594	344	382	39	16100	356	381	39
	246	Tr246	0.26	13 236	292	466	28	13420	296	465	27
	247	Tr247	0.13	14 788	327	343	27	15506	343	343	27
	248	Tr248	0.05	1 402	31	160	29	1427	32	159	29
	249	Tr249	0.31	18 167	401	382	37	19184	424	381	37
	250	Tr250	0.15	15 036	332	436	24	15528	343	435	24
	251	Tr251	0.16	11 398	252	461	29	11812	261	461	29
	252	Tr252	0.14	16 883	372	461	26	17361	383	461	26
	253	Tr253	0.15	21 452	474	252	24	22490	497	252	24
	254	Tr254	0.09	15 598	344	272	27	16045	354	272	27
	255	Tr255	0.03	9 683	214	295	27	10206	225	295	27
	256	Tr256	0.04	1 402	31	160	29	1427	32	159	29
	257	Tr257	0.04	9 895	219	112	24	10791	238	112	24
	258	Tr258	0.04	9 876	218	112	24	10799	238	112	24
	259	Tr259	0.01	14 544	322	325	27	15094	333	325	26
	260	Tr260	0.01	12 251	271	274	23	13283	294	274	22
	261	Tr261	0.19	10 361	268	326	31	10717	277	326	30
	262	Tr262	0.37	24 158	533	252	24	25300	558	252	23
	263	Tr263	0.01	16 059	355	112	33	17491	387	112	31
	274	Tr274	0.15	24	0	270	30	7	0	270	30
	275	Tr275	0.05	2 286	39	352	26	2338	41	352	26
	276	Tr276	0.35	25	0	234	30	30	0	234	29
	277	Tr277	0.01	2 071	35	311	28	2133	36	311	28
	278	Tr278	0.10	598	10	0	29	600	11	0	29
	279	Tr279	0.15	413	7	0	29	425	7	0	29
	281	Tr281	0.07	608	10	193	17	859	15	193	18
	282	Tr282	0.14	2 303	39	236	27	2429	42	236	27
	295	Tr295	0.55	0	0	118	0	0	0	118	0
	296	Tr296	0.20	0	0	236	0	0	0	236	0
	297	Tr297	0.42	0	0	118	0	0	0	118	0
	298	Tr298	0.14	113	2	236	29	117	2	236	29
	299	Tr299	0.13	498	8	236	29	593	11	236	29
	300	Tr300	0.01	4 242	73	0	13	4681	80	0	13
	301	Tr301	0.05	9 377	161	176	14	9914	171	176	13
	302	Tr302	0.03	7 470	162	176	16	7567	164	176	16
	303	Tr303	0.05	5 976	103	140	16	6468	111	140	15
	304	Tr304	0.00	8 183	141	118	14	8881	153	118	13
	305	Tr305	0.24	952	17	352	28	976	17	352	28
	306	Tr306	0.08	7 564	130	118	17	7788	134	118	16
	307	Tr307	0.13	0	0	270	0	0	0	270	0
	308	Tr308	0.27	0	0	118	0	0	0	118	0
	311	Tr311	0.01	8 746	150	80	14	9405	161	80	14
	312	Tr312	0.04	4 801	83	80	17	5149	89	80	17
	313	Tr313	0.09	4 801	83	80	17	5149	89	80	17
	314	Tr314	0.05	1 536	26	60	17	1577	27	60	17
	315	Tr315	0.22	1 150	20	352	29	1192	20	352	29
	316	Tr316	0.24	989	17	352	28	1028	18	352	28
	317	Tr317	0.22	0	0	234	0	0	0	234	0
	318	Tr318	0.03	4 104	71	324	26	4178	72	324	26
	319	Tr319	0.17	3 321	57	442	28	3564	61	442	28
	320	Tr320	0.35	1 763	30	587	28	1788	31	587	28
	321	Tr321	0.06	3 539	61	587	26	3575	62	587	26
	413	Tr413	0.12	0	0	0	29	0	0	0	29
	414	Tr414	0.05	0	0	0	22	0	0	0	21
	415	Tr415	0.05	6 739	168	0	22	7192	179	0	21
	416	Tr416	0.07	0	0	0	22	0	0	0	21
	422	Tr422	0.17	6 739	168	0	29	7192	179	0	29
	423	Tr423	0.21	6 222	155	0	19	6606	164	0	19



## 10.2 - Fiches toxicologiques

### 10.2.1 - Dioxyde d'azote

Les oxydes d'azote (NOx) sont des gaz composés d'au moins une molécule d'azote et une molécule d'oxygène, il s'agit principalement du NO et du NO<sub>2</sub>. Parmi les NOx, le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) présente le plus grand intérêt sur le plan sanitaire.

La principale voie d'exposition du NO<sub>2</sub> est la voie aérienne, par exposition à l'air extérieur et intérieur des locaux et par le tabagisme. 80 à 90 % du NO<sub>2</sub> inhalé est absorbé et distribué à partir du système circulatoire dans tout le corps après s'être dissout partiellement dans le mucus des voies respiratoires supérieures. Des études expérimentales chez le rat ont montré que le NO<sub>2</sub> était excrété via les urines.

Le NO<sub>2</sub> augmente la réactivité des bronches chez le sujet normal et chez l'asthmatique lorsque ceux-ci sont exposés à des agents bronchoconstricteurs et ceci, même à des niveaux qui n'affectent pas la fonction pulmonaire directement en l'absence de bronchoconstricteurs. Chez l'animal, il a été observé des œdèmes pulmonaires, un épaississement de la paroi alvéolaire et une perte ciliaire de l'épithélium bronchique en exposition aiguë (jusqu'à 3 jours) à de fortes concentrations (4 à 50 mg/m<sup>3</sup>). Chez l'homme, les premiers signes cliniques se caractérisent par une toux légère, une irritation laryngée et oculaire qui disparaissent très vite.

La toxicité respiratoire du dioxyde d'azote, comparée aux autres polluants, est cependant assez faible. En raison de son interaction avec d'autres polluants, ce polluant est plus considéré comme un indicateur de pollution que pour sa toxicité propre.

Dans le cadre de cette étude, le dioxyde d'azote est retenu comme traceur de l'impact sanitaire pour ses effets à seuil par inhalation pour une exposition aiguë et chronique

Pour une exposition de type chronique par inhalation, la seule valeur de référence disponible est la valeur guide définie en moyenne annuelle par l'OMS (Cf. Tableau 79) valeur indicative fixée pour protéger le grand public des effets sanitaire du dioxyde d'azote gazeux. Cette valeur est basée sur des changements légers de la fonction respiratoire chez les asthmatiques.

Cette valeur guide n'étant pas une VTR, elle ne pourra pas être utilisée pour le calcul d'indices de risque, conformément à la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, mais pourra être comparée aux concentrations moyennes annuelles dans l'air.

Substance	Valeur guide (µg/m <sup>3</sup> )	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Oxydes d'azote</b>	10 (dioxyde d'azote)	Effets respiratoires, études sur l'homme OMS, 2021

Source : Health Canada - US-EPA

TABLEAU 79 : PRESENTATION DE LA VALEUR GUIDE POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION DES NO<sub>x</sub>

Les valeurs toxicologiques proposées pour une exposition aiguë au NO<sub>2</sub> sont présentées dans le Tableau 80.

Substance	VTR (µg/m <sup>3</sup> )	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Dioxyde d'azote</b>	200	1 heure	Effets respiratoires étude sur l'homme, OMS 2000
	470	1 heure	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OEHHA, 1999
	25	24 heures	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OMS, 2021

Source : Health Canada - OEHHA - OMS - US-EPA

TABLEAU 80 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS EN EXPOSITION AIGUË POUR LE NO<sub>2</sub>

Deux organismes (OMS et OEHHA) proposent des valeurs toxicologiques pour une exposition aiguë au NO<sub>2</sub>. Les 2

valeurs proposées proviennent d'études sur l'homme avec des effets critiques similaires relatifs à l'augmentation de la réactivité bronchique.

L'INERIS dans sa fiche toxicologique de 2011 sur le dioxyde d'azote ne retient pas la valeur de l'OEHHA car elle associe cette valeur à des seuils accidentels. Ainsi dans le cadre cette étude nous retenons la valeur guide de l'OMS de 200 µg/m<sup>3</sup>.

Remarque : cette valeur de 200 µg/m<sup>3</sup> est reprise dans la réglementation française sur la qualité de l'air (article R221.1 du Code de l'environnement) comme une valeur limite pour la protection de la santé humaine. Toutefois, elle est assortie d'une fréquence de dépassement : « la valeur de 200 µg/m<sup>3</sup> ne doit pas être dépassée plus de 18 heures par année civile de 365 jours (centile 99,8 des valeurs moyennes par heure ou par périodes inférieures à l'heure). »

### 10.2.2 - Poussières PM10 et PM2,5

Les poussières sont connues pour les risques d'affections respiratoires et cardiovasculaires qu'elles peuvent provoquer. Les poussières présentent des effets dits non spécifiques, liés principalement à leur taille qui conditionne elle-même le niveau de pénétration dans l'appareil respiratoire. Dans la partie inhalable des particules, nous distinguons, en fonction du Dae50 (diamètre aérodynamique médian), la fraction extrathoracique (Dae50 compris entre 10 et 100 µm), la fraction thoracique (Dae50 = 10 µm), la fraction trachéo-bronchique (Dae50 compris entre 4 et 10 µm) et la fraction alvéolaire dont le Dae50 est inférieur ou égal à 4 µm.

Les PM2,5 (diamètre inférieur à 2,5 µm) entraînent en plus de leurs effets non spécifiques, une augmentation des troubles liés aux autres éléments polluants présents de façon concomitante. Les études à long terme sont peu nombreuses, mais les principaux effets reconnus sont les suivants : réduction de la durée de vie, augmentation des cas de bronchites chez les enfants, réduction des capacités respiratoires chez les adultes et les enfants.

Les seules valeurs de référence disponibles pour une exposition de type chronique sont les valeurs guides pour la protection de la santé humaine définie en moyenne annuelle par l'OMS (Cf. Tableau 81). Ces valeurs guide n'étant pas des VTR, elles ne pourront pas être utilisées pour le calcul d'indices de risque, conformément à la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, mais pourront être comparées aux concentrations moyennes annuelles dans l'air.

Substances	Valeur Guide (µg/m <sup>3</sup> )	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Poussières PM10</b>	15	Effets cardio-respiratoires et mortalité par cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2021
<b>Poussières PM2,5</b>	5	Effets cardio-respiratoires et mortalité par cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2021

Source : Health Canada, US-EPA

TABLEAU 81 : PRESENTATION DES VALEURS GUIDE POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION EN EXPOSITION CHRONIQUE DES PM10 ET PM2,5

L'OMS considère que des effets sanitaires des PM2,5 peuvent être observés à partir d'une concentration dans l'air de 5 µg/m<sup>3</sup>. Cette valeur correspond au niveau le plus bas pour lequel une augmentation significative de la mortalité par cancer a été observée dans une synthèse de 25 études (Chen & Hoek, 2020).

La valeur de 15 µg/m<sup>3</sup> définie pour les PM10 est issue de la même synthèse de 25 études (Chen & Hoek, 2020).

L'indice de confiance de l'étude Chen & Hoek est de 95 %.

En exposition aiguë, la valeur retenue pour les particules PM2,5 s'appuie sur l'étude Orellano et al. (2020) sur les PM2,5 et la mortalité non accidentelle toutes causes confondues dans laquelle est montrée la relation entre l'augmentation forte du risque et le niveau d'exposition même faible aux PM2,5. L'indice de confiance de l'étude sur les PM2,5 de Orellano et al. est de 95 %.

Pour la valeur retenue pour les particules PM10 en exposition aiguë, l'OMS s'appuie sur la même base d'étude (les PM10 et la mortalité non accidentelle toutes causes confondues, Orellano et al. 2020). Une même relation est montrée entre l'augmentation forte du risque et le niveau d'exposition même faible aux PM10. L'étude est toutefois



moins documentée que celle sur les PM<sub>2,5</sub>. L'indice de confiance est cependant de 95 %. Ces valeurs guide, pour des expositions 24 h, définies pour la protection de la santé humaine pour une exposition aiguë sont présentées dans le Tableau 82.

Substances	Valeur Guide (µg/m <sup>3</sup> )	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Poussières PM <sub>2,5</sub>	15	24h	Effets cardio-respiratoires et mortalité par cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2021
Poussières PM <sub>10</sub>	45	24h	Effets cardio-respiratoires et mortalité par cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2021

Source : Health Canada, US-EPA

TABLEAU 82 : PRESENTATION DES VALEURS GUIDE DES PARTICULES POUR UNE EXPOSITION AIGUË DES PM10 ET PM2,5

### 10.2.3 - Benzène

Le benzène, retrouvé dans l'air, l'eau et le sol, peut être d'origine naturelle (volcans, feux de forêts, pétrole ou gaz naturel) mais il a surtout une origine anthropique (gaz d'échappement, manufactures, industrie, fumée de tabac). La forme gazeuse du benzène est caractérisée par une odeur agréable qui peut provoquer, à des concentrations élevées, une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants. L'exposition aiguë à plusieurs centaines de ppm agit sur le système nerveux central entraînant notamment des états de somnolence, d'ébriété et des maux de tête. Des expositions plus faibles mais prolongées peuvent altérer la mémoire et certaines capacités psychiques. Enfin, le benzène est responsable d'effets irritants sur la peau et les muqueuses (oculaires et respiratoires en particulier).

En exposition chronique, cette substance se distingue, pour l'espèce humaine, par sa grande toxicité pour les cellules sanguines et les organes qui les produisent (moelle osseuse). Ceci se manifeste par une réduction des globules rouges, blancs ou des plaquettes. L'importance de ces effets est fonction des doses de benzène auxquelles le sujet est exposé. L'affection qui préoccupe le plus, tant au niveau professionnel qu'environnemental, est la survenue de cancers du sang liés à l'exposition répétée à des concentrations de benzène de quelques ppm pendant plusieurs dizaines d'années. En effet, celui-ci provoque certaines leucémies myéloïdes. Ces atteintes surviendraient plus fréquemment après des expositions faibles et continues plutôt qu'élevées et intermittentes (pics de pollution). Elles sont souvent précédées par certaines des anomalies sanguines. De plus, il a été démontré chez l'animal que le benzène peut induire des altérations génétiques transmissibles à la descendance.

Le benzène est reconnu comme cancérigène (risque de leucémie) et génotoxique par le CIRC (groupe 1A).

L'inhalation de concentrations élevées entraîne une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants. Cette dépression du système nerveux central peut s'accompagner de convulsions, et la mort résulte d'une dépression respiratoire. L'exposition à 20 000 ppm (64 980 mg/m<sup>3</sup>) pendant 5 à 10 minutes est fatale. Dans les formes légères d'intoxication, une excitation puis des troubles de la parole, des céphalées, des vertiges, des insomnies, des nausées, des paresthésies dans les mains et les pieds et de la fatigue sont rapportés.

Le benzène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil et sans seuil par inhalation.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du benzène sont présentées dans le Tableau 83.

Substance	VTR <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	30	Diminution des lymphocytes, étude sur l'homme, US-EPA, 2003
	10	Diminution des lymphocytes B, étude sur l'homme, ATSDR, 2007
	3	Effet sur les systèmes hématopoïétiques, étude sur l'homme, OEHHA, 2014

Source : OEHHA - US-EPA

TABLEAU 83 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION DU BENZENE

Pour les effets à seuil (non cancérigènes) par inhalation, trois valeurs sont proposées à partir d'études épidémiologiques. La valeur de l'ATSDR est basée sur une étude postérieure à l'évaluation réalisée par l'US-EPA. Cette étude (Lan et al., 2004) a été privilégiée par rapport à celle choisie par l'US-EPA (Rothman et al., 1996) car basée sur une cohorte plus importante. La VTR de l'ATSDR paraît donc plus pertinente que celle de l'US-EPA. Par ailleurs, l'OEHHA et l'ATSDR s'appuient sur la même étude épidémiologique pour proposer leur VTR. À qualité d'études égales, l'ATSDR est privilégié par rapport à l'OEHHA [Note d'information DGS du 31 octobre 2014]. Le choix réalisé suit les recommandations de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation de l'Environnement et du Travail (ANSES, 2008) qui retient comme Valeur Guide de la Qualité de l'Air Intérieur la VTR de l'ATSDR pour plusieurs raisons.

Substance	ERU <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	2,2.10 <sup>-6</sup> à 7,8.10 <sup>-6</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, US-EPA, 2000
	4,4.10 <sup>-6</sup> à 7,5.10 <sup>-6</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, OMS, 2000
	3,3.10 <sup>-6</sup>	Néoplasmes lymphatiques et hématopoïétiques et leucémies, étude sur l'homme, Santé Canada, 1991
	5.10 <sup>-6</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, RIVM, 2001
	2,9.10 <sup>-5</sup>	Leucémie, études sur l'homme et l'animal, OEHHA, 2002
	2,6.10 <sup>-5</sup>	Leucémies aiguës, étude sur l'homme, ANSES 2014

Source : US-EPA - OMS - Santé Canada - RIVM - OEHHA - ANSES

TABLEAU 84 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU BENZENE

Pour les effets sans seuil (cancérigènes) par inhalation, six organismes proposent des valeurs à partir d'études sur l'homme. À qualité d'études égales, nous retenons l'excès de risque unitaire fixé par l'ANSES, 2,6.10<sup>-5</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> conformément à la note d'information de la DGS du 31 octobre 2014. Cette valeur bénéficie par ailleurs d'un fort niveau de confiance en raison de la qualité de l'étude retenue, du choix de l'effet critique retenu (études épidémiologiques de bonne qualité scientifique et effets cohérents avec les études toxicologiques) et de la dose critique retenue.

### 10.2.4 - 1,3-butadiène

Le 1,3-butadiène est un gaz produit lors de la fabrication d'éthylène et utilisé en synthèse organique, dans la fabrication des caoutchoucs, des résines, d'émulsions latex styrène-butadiène et du néoprène. Les concentrations ubiquitaires dans l'air sont de 0,2 µg/m<sup>3</sup>.



Chez l'homme, la toxicité s'observe essentiellement par inhalation. Des effets hématologiques minimes sont retrouvés (exposition à 20 ppm de 1,3-butadiène) et, potentiellement, des effets cardiovasculaires. Chez l'animal, la toxicité s'observe également par inhalation. Plusieurs effets sont décrits : nécrose du foie, atrophie des organes génitaux, modifications des cavités nasales (inflammation, fibrose, métaplasie...), hyperplasie de l'estomac et de l'épithélium respiratoire et altérations rénales. Chez l'homme, il semble qu'il existe un lien entre la survenue de leucémies et les expositions au 1,3-butadiène.

Deux types d'effets sont étudiés pour le 1,3-butadiène dans la présente étude : les effets à seuil et les effets sans seuil par inhalation.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du 1,3-butadiène sont présentées dans le Tableau 85.

Substance	VTR <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Effets critiques associés, type d'étude et source
1,3-butadiène	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, OEHHA, 2013
	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, US-EPA, 2002
	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, ANSES 2021

Source : OEHHA - US-EPA

TABLEAU 85 : PRESENTATION DES VTR PAR INHALATION DU 1,3-BUTADIENE

Pour les effets chroniques à seuil par inhalation, deux organismes proposent une valeur identique : l'OEHHA et l'US-EPA. Ces organismes se sont basés sur la même étude pour calculer un benchmark dose. Nous retenons donc la valeur proposée à la fois par l'US-EPA et l'OEHHA

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique du 1,3-butadiène sont présentés dans le Tableau 86.

Substance	ERU <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Effets critiques associés, type d'étude et source
1,3-butadiène	1,7.10 <sup>-4</sup>	Cancer des poumons et des bronches, étude sur l'animal, OEHHA, 2008
	6.10 <sup>-6</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, Santé Canada 2000
	6.10 <sup>-6</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, OMS 2001
	2,47.10 <sup>-7</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, ANSES, 2022
	3.10 <sup>-5</sup>	Leucémie, étude sur l'homme, US-EPA, 2002

Source : OEHHA - Santé Canada - OMS - US-EPA - ANSES

TABLEAU 86 : PRESENTATION DES ERU PAR INHALATION DU 1,3-BUTADIENE

Pour des **effets sans seuil**, cinq organismes proposent une valeur : l'ANSES, l'OEHHA, Santé Canada, l'US -EPA et l'OMS. Santé Canada et l'OMS (IPCS) se basent sur une étude épidémiologique menée sur 15 000 travailleurs. L'étude établie une association entre l'exposition au 1,3-butadiène et l'apparition de leucémies. Il est souligné que ces travailleurs ont été co-exposés au styrène et au benzène, toutefois cela n'a pas constitué un biais dans cette étude. La valeur de l'US-EPA se base sur l'analyse faite par Santé Canada en ajoutant un facteur d'incertitude de 2 pour protéger la population générale. L'OEHHA se base sur plusieurs études expérimentales sur l'animal et choisit la plus

pertinente pour calculer l'ERUi. L'ANSES se base sur une étude épidémiologique de 2021, jugée de bonne qualité en raison de la durée de cette étude (1943 2009) et de l'effet critique retenue : les leucémies lymphoïdes. Un niveau de confiance global fort a été attribué à cette VTR en se basant sur : la nature et la qualité des données (niveau de confiance fort), le choix de l'effet critique et le mode d'action (niveau de confiance fort), le choix de l'étude clé (niveau de confiance fort).

Au regard de ces éléments nous choisissons la valeur construite par l'ANSES, en accord également avec la note d'information de la DGS du 31 octobre 2014.

## 10.2.5 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) forment un vaste groupe de composés. Ils se présentent le plus souvent sous forme de mélanges complexes. L'US-EPA a établi une liste de 16 HAP à analyser en priorité dans un mélange.

### 10.2.5.1 - Benzo(a)pyrène

Dans le cadre de cette évaluation, ne connaissant pas la proportion des différents HAP présents à l'émission, le flux de HAP émis à l'atmosphère est considéré comme étant un **flux de benzo(a)pyrène (B(a)P)**, considérée comme la molécule la plus toxique.

Le benzo(a)pyrène peut être absorbé par voie orale, pulmonaire ou cutanée. Après absorption, il est rapidement et largement distribué. L'absorption à travers l'épithélium pulmonaire est rapide. Le produit est stocké dans les tissus adipeux et mammaires.

Le benzo(a)pyrène est considéré comme un cancérigène local et systémique pour de nombreuses espèces animales. Des effets mutagènes ont été démontrés chez l'animal (il se fixe sur l'ADN) et sont soupçonnés chez l'humain.

Le CIRC a classé le benzo(a)pyrène dans le groupe 2A, cancérigène probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal). L'US EPA a classé le composé dans le groupe 2B (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal).

Dans le cadre de cette étude le benzo(a)pyrène est étudié pour ses effets à seuil et sans seuil par inhalation et par ingestion.

Pour les effets sans seuil, pour une exposition par inhalation les ERU existantes sont présentées dans le Tableau 87.

Substance	ERU <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Organisme, année et effet critique
Mélange de HAP de cokerie	8,7.10 <sup>-2</sup>	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
Benzo(a)pyrène	1,1.10 <sup>-3</sup>	Cancer du tractus respiratoire supérieur, études sur l'animal, OEHHA, 2002
	Valeur provisoire : 3,13.10 <sup>-5</sup>	Cancer du tractus respiratoire supérieur, études chez l'animal, Santé Canada, 1993
	6.10 <sup>-4</sup>	Cancer de la région gastro-intestinale et de l'appareil respiratoire supérieur, étude sur l'animal, US-EPA, 2017

Source : OMS - OEHHA - Santé Canada - US-EPA

TABLEAU 87 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU BENZO(A)PYRENE

La valeur de Santé Canada n'est pas retenue car elle est provisoire. La valeur de l'OMS (2000), établie à partir de données épidémiologiques chez des salariés travaillant dans une cokerie et exposés à un mélange de HAP (et donc non spécifique au B(a)P) n'est pas applicable dans le présent cas.

Deux organismes proposent des ERU spécifiquement établis pour le benzo(a)pyrène, l'OEHHA et l'US-EPA se basant



sur la même étude sur des hamsters. Seule la méthode d'extrapolation pour le calcul de l'ERU diffère. Aussi, en accord avec la note d'information de la DGS du 30 octobre 2014, nous retenons la valeur de l'US-EPA, plus récente et préférée à l'organisme de l'OEHHA.

Pour les effets à seuil par inhalation, les VTR proposées sont présentées dans le Tableau 88.

Substance	VTR <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Benzo(a)pyrène</b>	2.10 <sup>-3</sup>	Effet sur le développement, étude sur l'animal, US-EPA 2017

Source : US-EPA

TABLEAU 88 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION DU BENZO(A)PYRENE

Seul l'US-EPA propose une VTR pour des effets à seuil par inhalation du benzo(a)pyrène avec un niveau de confiance moyen à faible. En l'absence d'autre valeur disponible nous retenons donc la VTR de l'US-EPA pour la suite de cette étude.

Pour les effets sans seuil par voie orale, les ERU existantes sont présentées dans le Tableau 89.

Substance	ERU <sub>o</sub> (mg/kg pc/j) <sup>-1</sup>	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Benzo(a)pyrène</b>	1	Cancer de l'estomac, trachée et œsophage, études (2) sur l'animal, US-EPA 2017
	12	Cancer de l'estomac, des poumons et leucémie, études sur l'animal, OEHHA, 2002
	0,2	Cancers du foie, estomac, intestin grêle, rein, œsophage, cavité orale, peau, glande mammaire, canal auditif, études chez l'animal, RIVM, 2001

Source : US-EPA - OEHHA - RIVM

TABLEAU 89 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION DES HAP

Trois organismes proposent des ERU pour la voie orale spécifiquement établis pour le benzo(a)pyrène, l'OEHHA, l'US-EPA et le RIVM se basant sur des études sur l'animal.

Nous choisissons de retenir la valeur de l'US-EPA, s'appuyant sur deux études sur l'animal (dont une ayant servi à l'établissement de l'ERU du RIVM), plus récente et en accord avec la note d'information de la DGS du 30 octobre 2014

Pour les effets à seuil par voie orale, les VTR existantes sont présentées dans le Tableau 90.

Substance	VTR <sub>o</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Benzo(a)pyrène</b>	3.10 <sup>-4</sup>	Effet sur le développement (y compris neurologique), études sur l'animal, US-EPA 2017

Source : US-EPA

TABLEAU 90 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION DU BENZO(A)PYRENE

Seul l'US-EPA propose une VTR pour la voie orale d'exposition au benzo(a)pyrène à partir d'une étude sur des rats avec un niveau de confiance moyen. À défaut d'autres données, nous retenons la seule valeur disponible pour cette exposition.

#### 10.2.5.2 - Acénaphthène

L'acénaphthène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbure Aromatique Polycyclique). Par assimilation à l'ensemble

des HAP, et en l'absence de donnée précise sur l'absorption de l'acénaphthène il devrait être absorbé par le tractus gastro-intestinal et les poumons. Peu d'information toxicologique sont disponibles pour l'acénaphthène à contrario d'autres HAP. Toutefois, l'acénaphthène est identifié comme un irritant de la peau et des muqueuses chez l'animal et l'être humain. Des études chez l'animal exposé par voie orale ont entraîné des effets des lésions bénignes du foie et des reins ainsi que des effets pulmonaires et sanguins.

Le CIRC a classé l'acénaphthène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme sur la base de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

L'acénaphthène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion d'acénaphthène sont récapitulées dans le Tableau 91.

Substance	VTR <sub>o</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Acénaphthène</b>	0.06	Effets hépatiques, étude sur l'animal, US-EPA 1990

Source : US-EPA

TABLEAU 91 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION D'ACENAPHTENE

Une seule VTR pour des effets chronique à seuil par ingestion est disponible pour l'acénaphthène. C'est celle que nous retenons dans le cadre de cette étude.

#### 10.2.5.3 - Anthracène

L'anthracène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbure Aromatique Polycyclique). Dans l'atmosphère il est présent sous forme essentiellement particulaire.

Peu d'étude existe concernant les effets toxiques de l'anthracène sur l'homme. Chez l'animal, il est identifié comme un irritant léger de la peau mais augmente le risque de lésions cutanées ("coups de soleil") causées par les rayons ultraviolets.

Le CIRC a classé l'anthracène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme en raison de manque de donnée sur l'homme et de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

L'anthracène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion d'anthracène sont récapitulées dans le Tableau 92.

Substance	VTR <sub>o</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Anthracène</b>	0.3	Pas d'effet observé, étude sur l'animal, US-EPA 1990
	0.4	Pas d'effet observé, étude sur l'animal, RIVM 2001

Source : US-EPA - RIVM

TABLEAU 92 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION D'ANTHRACENE

Deux organismes proposent une VTR pour des effets à seuil par ingestion. Celle du RIVM a été élaborée pour des hydrocarbures aromatiques polycycliques comportant de 10 à 16 carbones et qui ne sont pas considérés comme cancérogènes : anthracène, fluorène, naphthalène et phénanthrène. La valeur de l'US-EPA est spécifique à l'anthracène. Dans le cadre de cette étude, nous retenons la valeur de l'US-EPA suivant ainsi le choix de l'INERIS dans son document sur le choix des VTR de janvier 2019.

#### 10.2.5.4 - Benzo(ghi)pérylène

Le benzo(ghi)pérylène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Dans l'atmosphère, il est présent uniquement sous forme particulaire.



Peu d'études existent concernant les effets toxiques du benzo(ghi)pérylène sur l'homme.

Les données sur le potentiel toxique du benzo(ghi)pérylène seul, sur l'homme sont très peu disponibles. Des études chez l'homme ont montré des modifications des composants du système immunitaire dans le sang chez des travailleurs de fours à coke exposés à un mélange de HAP, notamment de fluoranthène, de pérylène, de pyrène, de benzo(a)pyrène, de chrysène, de benzo(a)anthracène et de dibenzo(ah)anthracène et benzo(ghi)pérylène. Cependant, la contribution du benzo(ghi)pérylène aux effets toxiques de ce mélange n'a pu être déterminée.

Le CIRC a classé le benzo(ghi)pérylène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme en raison de manque de donnée sur l'homme et de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

Le benzo(ghi)pérylène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion de benzo(ghi)pérylène sont récapitulées dans le Tableau 93.

Substance	VTR <sub>0</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Benzo(ghi)pérylène</b>	0.03	Pas d'effet spécifié, étude sur l'animal, RIVM 2001

Source : RIVM

TABLEAU 93 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION DU BENZO(GHI)PREYLENE

Seul le RIVM a élaboré une VTR pour le benzo(ghi)pérylène à partir d'une étude réalisée pour des hydrocarbures aromatiques polycycliques qui ne sont pas considérés comme cancérogènes. Nous retenons donc la seule VTR disponible pour caractériser les effets à seuil par ingestion de benzo(ghi)pérylène.

#### 10.2.5.5 - Fluorène

Le fluorène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Il est présent dans les combustibles fossiles et est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion d'huile, d'essence, de fioul, de charbon de bois. Il fait partie avec l'acénaphène et le phénanthrène des HAP majoritaires dans la phase gazeuse et dans la phase particulaire des émissions diesel.

Aucune étude épidémiologique ne traite des effets toxiques du fluorène en exposition chronique sur l'homme. Chez l'animal, l'exposition chronique au fluorène induit principalement des troubles hépatiques et hématologiques.

Le CIRC a classé le fluorène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme en raison de manque de donnée sur l'homme et de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

Le fluorène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion de fluorène sont récapitulées dans le Tableau 94.

Substance	VTR <sub>0</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Fluorène</b>	0.04	Effets hématologiques et diminution du poids du foie et de la rate, étude sur l'animal, US-EPA 1990
	0.04	Pas d'effet observé, étude sur l'animal, RIVM 2001

Source : US-EPA - RIVM

TABLEAU 94 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION DE FLUORENE

Deux organismes proposent une VTR pour des effets à seuil par ingestion. Celle du RIVM a été élaborée pour des hydrocarbures aromatiques polycycliques comportant de 10 à 16 carbones et qui ne sont pas considérés comme cancérogènes : anthracène, fluorène, naphthalène et phénanthrène. La valeur de l'US-EPA est spécifique au fluorène. Dans le cadre de cette étude, nous retenons la valeur de l'US-EPA qui par ailleurs s'avère être identique à celle proposée par le RIVM.

#### 10.2.5.6 - Fluoranthène

Le fluoranthène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Il fait partie des HAP prédominants dans les émissions des incinérateurs d'ordures ménagères.

Aucune donnée concernant le potentiel toxique du fluoranthène seul à produire des effets toxiques chez l'homme n'est répertoriée. Des études chez l'homme ont montré des modifications des composants du système immunitaire dans le sang des travailleurs des fours à coke exposés à des mélanges de HAP, notamment de fluoranthène, de pérylène, de pyrène, de benzo(a)pyrène, de chrysène, de benz(a)anthracène, de dibenzo(ah)anthracène et benzo(ghi)pérylène. Cependant, la contribution du fluoranthène à l'immunotoxicité de ce mélange n'a pu être déterminée.

Le CIRC a classé le fluoranthène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme en raison de manque de donnée sur l'homme et de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

Le fluoranthène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion de fluoranthène sont récapitulées dans le Tableau 95.

Substance	VTR <sub>0</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Fluoranthène</b>	0.04	Effets rénaux, hématologiques et hépatiques, étude sur l'animal, US-EPA 1990

Source : US-EPA

TABLEAU 95 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION DU FLUORANTHENE

Seul l'US-EPA a élaboré une VTR pour des effets à seuil en exposition chronique par ingestion du fluoranthène. Par défaut nous retenons donc cette valeur pour notre étude.

#### 10.2.5.7 - Phénanthrène

Le phénanthrène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Sa présence dans l'environnement provient essentiellement de la combustion incomplète de certains composés organiques, tels que bois et les combustibles fossiles.

Très peu de données concernant l'absorption et le devenir du phénanthrène chez l'homme sont disponibles. Toutefois, il semblerait que, comme tous les HAP, le phénanthrène pénètre dans l'organisme par voie pulmonaire, orale ou cutanée.

Aucune donnée concernant les effets systémiques du phénanthrène après une exposition chronique, chez l'homme ou chez l'animal, ne sont disponibles. La plupart des données concernent la famille des HAP

Le CIRC a classé le phénanthrène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme en raison de manque de donnée sur l'homme et de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

Le phénanthrène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion de phénanthrène sont récapitulées dans le Tableau 96.

Substance	VTR <sub>0</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Phénanthrène</b>	0.04	Pas d'effet spécifié, étude sur l'animal, RIVM 2001

Source : RIVM

TABLEAU 96 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION DU PHENANTHRENE



Seul le RIVM a élaboré une VTR pour le phénanthrène à partir d'une étude pour des hydrocarbures aromatiques polycycliques comportant de 10 à 16 carbones et qui ne sont pas considérés comme cancérigènes : anthracène, fluorène, naphtalène et phénanthrène. Nous retenons donc cette valeur pour les effets à seuil par ingestion en exposition chronique et suivons le choix de l'INERIS dans sa fiche toxicologique sur le phénanthrène de 2010

### 10.2.5.8 - Pyrène

Le pyrène fait partie de la famille des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Il est présent dans les combustibles fossiles et est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers (huile, essence, fioul). Le pyrène est présent sous forme gazeuse et particulaires dans l'atmosphère.

Aucune étude sur le potentiel toxique du pyrène n'est disponible en effets aigus ou chronique chez l'homme. Une seule étude sur l'animal, en exposition chronique, rend compte d'effets systémiques rénaux.

Le CIRC a classé le pyrène dans le groupe 3 : non classable quant à sa cancérogénicité chez l'homme en raison de manque de donnée sur l'homme et de preuves insuffisantes de cancérogénicité dans le cadre d'expérimentation animales.

Le pyrène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil par ingestion.

Les VTR proposées pour une exposition chronique par ingestion de pyrène sont récapitulées dans le Tableau 97.

Substance	VTR <sub>o</sub> (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Pyrène</b>	0.03	Effets rénaux, étude sur l'animal, US-EPA 1990

Source : US-EPA

TABLEAU 97 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INGESTION DU PYRENE

Seul l'US-EPA a élaboré une VTR pour des effets à seuil en exposition chronique par ingestion. Par défaut, nous retenons donc cette valeur pour notre étude.

## 10.2.6 - Métaux

### 10.2.6.1 - Arsenic

L'arsenic (As) est un élément naturel qui existe sous forme de différents minerais dans l'environnement. Sa présence dans l'air sous forme de particules provient des manipulations de minerais sous haute température qui permettent l'extraction d'arsenic mais aussi de l'incinération de produits contenant de l'arsenic. L'arsenic dans l'air est présent sous la forme d'un mélange de composés trivalents et pentavalents. Bien que la pénétration de l'arsenic soit possible par toutes les voies, la principale source d'apport d'arsenic de la population générale est la voie orale par l'intermédiaire de l'alimentation et secondairement par inhalation pour les personnes vivant au voisinage de site de pollution. L'arsenic, selon sa forme, traverse aisément la barrière pulmonaire et intestinale (80 à 100 %). Les particules inhalées peuvent être soit absorbées par les poumons, soit avalées par déglutition puis absorbées au niveau des intestins.

L'arsenic est un poison bien connu qui entraîne la mort lorsqu'il est administré à forte dose par ingestion d'eau ou d'aliments. Les composés arsenicaux considérés les plus toxiques sont les dérivés inorganiques solubles trivalents.

Par inhalation, l'exposition à l'arsenic contenu dans des poussières provoque surtout une irritation des voies respiratoires et une atteinte des muqueuses (rhinite, gingivite, laryngite, perforation de la cloison nasale). Les troubles neurologiques apparaissent après inhalation d'arsenic trivalent à des concentrations supérieures à 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Ces troubles sont caractérisés par une polynévrite sensitivomotrice (douleurs dans les membres inférieurs, marche difficile, faiblesse musculaire).

Les effets par ingestion se traduisent tout d'abord, dans l'heure qui suit, par des troubles digestifs (fortes douleurs abdominales, vomissements, diarrhées parfois hémorragiques). Dans les formes moins importantes, on observe une encéphalopathie, des troubles cardiovasculaires (anomalies du rythme cardiaque), une diminution de la production

des globules rouges et blanc ou encore, une anomalie de la coagulation du sang. Les atteintes nerveuses peuvent apparaître avec une sensation de "fourmis" dans les mains et les pieds. Des atteintes hépatiques, rénales ou cutanées peuvent survenir pour des doses d'exposition moins importantes.

Le rôle mutagène de l'arsenic trivalent a été montré in-vitro sur des cellules animales et humaines en induisant des échanges de chromatides sœurs. Des études épidémiologiques ont révélé un nombre accru de cas de cancers du poumon et de la peau respectivement par inhalation et par ingestion d'arsenic. L'arsenic a été classé comme carcinogène humain par le CIRC (Groupe 1) et l'US-EPA (Groupe A). Cette classification est basée sur des preuves suffisantes chez l'homme et des preuves limitées ou inadéquates chez l'animal.

L'arsenic est étudié dans cette étude pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de l'arsenic sont présentés dans le Tableau 98.

Substance	ERU <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Arsenic</b>	4,3.10 <sup>-3</sup>	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA 1998
	1,5.10 <sup>-3</sup>	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 1999
	6,4.10 <sup>-3</sup>	Cancer du poumon, étude sur l'homme, Santé Canada, 1992
	3,3.10 <sup>-3</sup>	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Source : US-EPA - OMS - Santé Canada - OEHHA

TABLEAU 98 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DE L'ARSENIC

Quatre organismes proposent des valeurs de référence pour les effets sans seuil par inhalation de l'arsenic. La valeur de l'OMS n'est pas retenue en raison du manque de transparence du mode de construction. Par ailleurs, la méthode de construction utilisée par Santé Canada pour l'établissement de sa VTR n'est pas décrite en détail. Par exemple, le modèle pris en compte pour calculer cette VTR n'est pas mentionnée. Dans ce cas, il est préférable de ne pas retenir la valeur proposée par Santé Canada.

L'US EPA retient six études réalisées dans des fonderies situées aux États-Unis et l'OEHHA retient une étude menée sur 8 fonderies différentes localisées aux États-Unis. Les fonderies étudiées étant souvent les mêmes. Toutefois, la VTR proposée par l'OEHHA est basée sur les résultats d'une seule fonderie. La VTR proposée par l'US-EPA repose sur le calcul de différents Excès de Risque Unitaire à partir des études ou des niveaux de concentrations en arsenic qui sont mentionnés. Une moyenne géométrique a ensuite été utilisée pour déterminer la valeur finalement proposée. L'INERIS dans sa fiche toxicologique de 2010 relative à l'arsenic juge que cette méthode de construction est plus appropriée que celle de l'OEHHA et préconise de retenir l'ERU de l'US-EPA. Compte tenu de cette analyse, nous suivons les recommandations de l'INERIS et retenons la valeur de l'OEHHA de 4,3.10<sup>-3</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. On notera toutefois que les valeurs de l'US EPA et de l'OEHHA sont très proches.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique de l'arsenic sont présentées dans le Tableau 99.

Substance	VTR <sub>i</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Effets critiques associés, type d'étude et source
<b>Arsenic</b>	1	Cancer du poumon, étude sur l'homme, RIVM, 2001
	0,015	Diminution de la capacité intellectuelle chez les enfants, étude sur l'homme, OEHHA 2008

Source : RIVM - OEHHA

TABLEAU 99 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION DE L'ARSENIC

Compte tenu du manque de transparence dans l'établissement de la VTR proposée par le RIVM (il n'est pas fait mention de l'étude ayant permis d'établir le LOAEC, ce LOAEC n'a pas été retrouvé dans le rapport de l'ATSDR de 1999 dont est issue cette valeur), nous ne retenons pas cette valeur.



La valeur proposée par l'OEHHA est une extrapolation à partir de la VTR établie pour la voie orale. Cette dernière est jugée de bonne qualité par l'INERIS dans sa fiche toxicologique de 2010 et l'INERIS recommande ainsi que retenir la valeur de l'OEHHA pour une exposition chronique par inhalation à l'arsenic. Compte tenu des données disponibles, nous suivons le choix de l'INERIS et retenons la valeur de l'OEHHA.

### 10.2.6.2 - Chrome

Dans l'atmosphère, le chrome existe surtout sous forme de particules et provient essentiellement de l'industrie chimique et de la combustion de gaz, charbon et pétrole. Les principales voies de pénétration dans l'organisme sont pulmonaires, digestives et accessoirement cutanées. Ce sont essentiellement les sels hexavalents hydrosolubles (acide chromique, chromate et bichromate de sodium et potassium...) qui sont à l'origine de la toxicité systémique et de la cancérogénicité du chrome.

Dans l'organisme, la majeure partie du chrome (VI) est transformée en chrome (III) après pénétration dans les globules rouges, mais aussi le foie, la surface des alvéoles pulmonaires et les macrophages alvéolaires.

Par inhalation, en exposition chronique, le tractus respiratoire est la principale cible d'expression de la toxicité du chrome. L'exposition répétée par inhalation de vapeurs et poussières de chrome peut provoquer, dès  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , des irritations, des épistaxis, un écoulement nasal chronique, du prurit, une sécheresse du nez, une perforation et une atrophie des muqueuses nasales, des bronchites et des diminutions de la fonction pulmonaire. Des cas d'asthme ont été observés chez des travailleurs sensibilisés.

Par ingestion en exposition chronique, des troubles gastro-intestinaux (ulcères) ont été rapportés par des travailleurs suite à la déglutition de particules inhalées. Mais ces effets gastro-intestinaux doivent être considérés avec précaution du fait de la méthodologie peu stricte des études à partir desquelles ils ont été rapportés.

Le Cr (VI) est cancérogène pour l'homme par inhalation (groupe 1 du CIRC et groupe A de l'US-EPA). Plusieurs études épidémiologiques en milieu professionnel ont montré une corrélation entre l'exposition au chrome et le cancer du poumon.

Dans le cadre de cette étude, nous retenons la forme chrome VI (forme la plus préoccupante) pour une exposition chronique, par inhalation, pour ses effets à seuil et sans seuil.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de chrome VI sont présentés dans le Tableau 100.

Substance	ERU <sub>i</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome VI	$1,2 \cdot 10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA, 1998
	$7,6 \cdot 10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, Santé Canada, 1993
	$4 \cdot 10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, RIVM, 1999
	$4 \cdot 10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS CICAD, 2013
	$4 \cdot 10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	$1,5 \cdot 10^{-1}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Source : US-EPA - Santé Canada - RIVM - OMS CICAD - OEHHA

TABLEAU 100 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU CHROME VI

Les effets sans seuil par inhalation (risque cancérogène) pour le chrome VI ont été évalués par 6 organismes. Toutes les évaluations sont basées sur des études épidémiologiques. La valeur de l'OMS CICAD est basée sur des données issues d'une cohorte de salariés travaillant dans une usine de production de chrome (étude de 1979) ré-analysées en 2000. Les valeurs de l'US-EPA, OEHHA et Santé Canada, se basent sur une même étude de 1975 et la valeur de l'US-EPA est calculée à partir de l'exposition au chrome total.

L'INERIS dans son document de janvier 2018 sur le choix de valeur toxicologique de référence pour le chrome et les composés tri et hexavalents propose ainsi de retenir la valeur de l'OMS CICAD (cette valeur est par ailleurs identique à celle proposée par l'OMS en 2000 calculée à partir de 3 études épidémiologiques dont celle de 1979). Nous suivons ainsi les recommandations de l'INERIS.

Pour les effets à seuil par inhalation, plusieurs formes de chrome sont étudiées d'un point de vue toxicologique. Nous présentons dans le Tableau 101 les VTR proposées pour le chrome autre que sous forme aérosol ou soluble.

Substance	VTR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome VI	0,1 (forme particulaire)	Effets respiratoires, étude sur l'animal, US-EPA, 1998
	0,03	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, OMS, 2013

Source : US-EPA - OMS

TABLEAU 101 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION DU CHROME VI PARTICULAIRE

Pour les effets à seuil par inhalation, deux organismes proposent des VTR pour des formes de chrome autres qu'aérosol ou soluble. Elles s'appuient sur la même étude source avec des démarches cohérentes. Leur différence réside dans les extrapolations de l'animal à l'homme et les facteurs d'incertitude retenus. L'INERIS dans son document de janvier 2018 sur le choix de valeur toxicologique de référence pour le chrome et les composés tri et hexavalents retient la VTR de l'OMS en raison d'éléments plus récents ayant permis d'aboutir à cette valeur. Nous suivons le choix de l'INERIS qui précise que l'Indice de confiance vis-à-vis de cette valeur est moyen.

### 10.2.6.3 - Nickel

Le nickel est présent naturellement dans l'environnement. Dans l'industrie, il est principalement utilisé pour la production d'aciers inoxydables et autres aciers spéciaux dans le but d'améliorer leurs propriétés mécaniques et leur résistance à la corrosion et à la chaleur. Le nickel est également utilisé pour la préparation d'alliages non ferreux pour la fabrication d'outils, d'ustensiles de cuisine et de ménage. Il est utilisé dans les revêtements électrolytiques des métaux et comme catalyseur en chimie organique.

62 % du nickel contenu dans l'air provient de la combustion de déchets et de fuel (ATSDR, 1997). Dans les fumées des incinérateurs, il est émis sous forme particulaire sans qu'il soit possible de différencier les différentes formes de nickel (métallique, oxydes, sulfates, silicates sous-sulfures et chlorures).

Par inhalation, les principaux effets portent sur une atteinte respiratoire (baisse de la capacité vitale, bronchite chronique, emphysème) mesurée dans des études en milieu professionnel. D'autres effets hématologiques, hépatiques et rénaux sont discutés.

Le CIRC (1990) a classé les composés du nickel dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme) et le nickel métallique dans le groupe 2B (probablement cancérogène pour l'homme). L'OMS distingue le nickel métal, cancérogène possible pour l'homme (groupe B2 : les données ne sont suffisantes que chez l'animal), des composés du nickel, classés cancérogènes chez l'homme (classe 1 : les données sont suffisantes).

De nombreux composés du nickel existent et nous ne connaissons pas dans le cadre de cette étude la forme du nickel en présence. Nous faisons ainsi le choix de traiter des VTR qui concerne le plus de forme du nickel, à savoir le nickel et composés, ce qui exclut les formes de faible solubilité (à savoir oxyde de nickel et sous-sulfure de nickel).

Le nickel est étudié dans cette étude pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique du nickel sont présentés dans le Tableau 102.



Substance	ERU <sub>i</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{a}$ )	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel et ses composés	$3,8 \cdot 10^{-4}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	$2,6 \cdot 10^{-4}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2011

Source : OMS - OEHHA

TABLEAU 102 : PRESENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU NICKEL

Pour les effets sans seuil par inhalation, 2 organismes (OMS et OEHHA) proposent des ERU à partir d'études épidémiologiques pour le nickel et ses composés. Ces valeurs sont construites à partir d'études chez des travailleurs de raffinerie de nickel qui sont jugées de qualité satisfaisante. L'INERIS dans sa fiche de choix de valeur toxicologique de référence pour le nickel et ses composés de janvier 2018, fait le choix de retenir la valeur de l'OEHHA dont la construction est relativement bien détaillée à contrario de celle de l'OMS. Nous suivons donc ce choix qui précise que l'Indice de confiance vis-à-vis de cette valeur est élevé.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du nickel sont présentées dans le Tableau 103.

Substance	VTR <sub>i</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel et ses composés (hors oxyde de nickel)	0,09	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, ATSDR, 2005
	0,014	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, OEHHA, 2012
	0,05	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, RIVM, 2001

Source : ATSDR - OEHHA - RIVM

TABLEAU 103 : PRESENTATION DES VTR POUR LES EFFETS A SEUIL PAR INHALATION DU NICKEL

Pour les effets à seuil par inhalation, trois organismes proposent une VTR pour le nickel et ses composés à partir d'une même étude. Les différences résultent donc dans la construction de ces VTR et les facteurs d'incertitude qui sont retenus. L'INERIS dans sa fiche de choix de valeur toxicologique de référence pour le nickel et ses composés de janvier 2018, fait le choix de retenir la valeur de l'ATSDR qui semble la plus appropriée pour la prise en compte des enfants. L'Indice de confiance vis-à-vis de cette valeur est élevé. Nous suivons donc ce choix qui est par ailleurs en accord avec la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

## 10.3 - Paramètres physiologiques d'exposition

La quantité de sol ingérée par un adulte est de 50 mg/j, valeur que conseille de retenir l'US-EPA [2011]. Pour les enfants, l'US-EPA a estimé que 100 mg/j était une valeur moyenne représentative de l'ingestion de sol par les enfants de moins de six ans. L'US-EPA a aussi utilisé 200 mg/j comme valeur moyenne précautionneuse. À partir de ces données, nous retenons la valeur raisonnablement majorante de 150 mg/j qui est aussi utilisée par l'INERIS pour la méthode de calcul des VCI dans les sols [2001].

Pour le poids corporel, la source de données françaises la plus récente pour le poids corporel est l'enquête décennale santé 2002-2003 de l'INSEE. Ces résultats sont disponibles dans l'article de Tanguy [2007]. Les poids des différents scénarios sont les moyennes des poids corporels français médians déclarés des différentes classes d'âge. Nous retenons ici les poids moyens des enfants :

- Entre 0 et 3 ans pour la crèche ;
- Enfants entre 3 et 10 ans pour l'école primaire.

Les paramètres de calcul des doses ingérées sont détaillés dans le Tableau 104.

	Enfant (0-3 ans)	Enfant (3-6 ans)	Enfant (6 -10 ans)	Enfant (3 -10 ans)	Enfant (1 à 7 ans)	Adulte
Poids corporel (kg)	12	20,2	28,7	25,9	17,9	62,6
Q sol ingérée (mg sol/jr)	150	150	150	150	150	50

Source : Egis

TABLEAU 104 : PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES D'EXPOSITION

